



LISA PECORARO

L'INTERVENTO POST-SISMA: DALL'EMERGENZA ALLA RICOSTRUZIONE

LA COMPLESSITÀ DELLA GESTIONE DELL'IMPATTO SISMA SUI BENI CULTURALI



ISTITUTO
VENETO
PER I BENI
CULTURALI

ISTITUTO VENETO PER I BENI CULTURALI

CORSO PER TECNICO DEL RESTAURO
DI BENI CULTURALI

CORSO CODICE 463-0006-1050-2022
DDR 1344 del 29/11/2022

L'INTERVENTO POST SISMA: DALL'EMERGENZA ALLA RICOSTRUZIONE
La complessità della gestione dell'impatto sisma sui Beni Culturali.

LISA PECORARO

Relatrice
Prof.ssa Chiara Tomaini

ANNO FORMATIVO 2022/2023



INDICE

1. Concetti generali attorno all'EVENTO SISMICO

1.1 L'attività sismica

1.2 La vulnerabilità

1.3 Caso studio: redazione di vademecum su progetto Interreg

2. ITER NORMATIVO: da Giovanni Urbani ad oggi

2.2 Gli agenti in campo

3. La differenza tra STABILIZZAZIONE e RESTAURO

4. FRIULI VENEZIA-GIULIA e il SISMA del 1976

4.1 CASO STUDIO: il restauro del Duomo di Santa
Maria Assunta di Gemona del Friuli

INTRODUZIONE

Questa tesi nasce da un personale desiderio di conoscere ed approfondire meglio una tappa storica fondamentale del Friuli, di cui fin da piccola ho sentito parlare e ancora oggi ne leggo le cicatrici nei racconti dei miei nonni e dei miei genitori. Per chi ha vissuto il terremoto da vicino, rimane dentro un sentimento di nostalgia e paura, la Storia si suddivide in due: “prime dal taramot” e “dopo dal taramot”. Viene naturale da chiedere, a me che sto vivendo nel “dopo”, cosa c’era “prima” e durante l’emergenza. Questa è stata una buona occasione per farlo: mi ha consentito di rileggere le vicende del terremoto attraverso altri occhi, quelli dei conservatori, dei restauratori e delle figure impegnate nella protezione dei beni culturali, di cui vorrei presto di poterne far parte.

Ormai sono passati quasi cinquant’anni da quel 6 maggio 1976, e l’Italia ha registrato, da quella volta ad oggi molti altri terremoti, anche più intensi e dannosi: Umbria nel 1997, L’Aquila nel 2009, l’Emilia-Romagna nel 2012 e il centro Italia nel 2016, per citarne alcuni. Non sono fenomeni rari per il nostro Paese, e credo che sia nostro compito imparare a convivervi, adottando regole e buone pratiche del costruire, per salvare non solo le nostre vite ma anche tutto ciò che ci fa riconoscere in una precisa identità culturale.



CONCETTI GENERALI
ATTORNO ALL'EVENTO
SISMICO

“La terra trema e improvvisamente si spacca e trascina giù ciò che le sta sopra! Ormai avrete capito che noi siamo dei miseri corpi insignificanti e deboli, inconsistenti, annientabili, senza grandi risorse”¹.

Lucio Anneo Seneca, *Le questioni naturali*

Non è affatto raro che i fenomeni naturali si manifestino con violenza sulla terra, e quando accade noi ospiti non possiamo far altro che assistere in silenzio. Fenomeni naturali come sismi e alluvioni possono imbattersi con violenza tale da radere al suolo intere città, popolazioni e culture cancellandone per sempre la memoria. Questi fenomeni vengono definiti dalla collettività come “catastrofi”.

Di questo termine non vi è ancora una precisa definizione, ma è certo che viene associato alla percezione antropica di eventi particolarmente impattanti, che alterano l'equilibrio del quotidiano. Secondo l'etimologia del termine, l'origine è associabile al greco antico: *katastrophè*, formata da *katá* (“giù, in basso”) e *stréphein* (“girare, voltare”). Il termine è legato all'ambito teatrale, più precisamente si riferisce alla fase conclusiva della tragedia, che porta un finale infausto con un rivolgimento negativo. In questi termini, l'uomo da spettatore – del teatro - diventa attore quando viene coinvolto direttamente all'interno della narrazione drammatica. Nel Settecento questo concetto così ampio subisce un mutamento. Nell'Età dei Lumi la concezione di catastrofe si divide

¹ Lucio Anneo Seneca fu un filosofo, drammaturgo e politico romano che visse in età giulio-claudia. Vide con i suoi occhi il terremoto del 5 febbraio 62 d. C., poco prima di scrivere il suo trattato di filosofia naturale, *Naturales quaestiones*, fra il 62 e il 64 d.C.

in due interpretazioni: una prima, religiosa, ritiene la catastrofe una punizione divina per correggere ed indirizzare l'uomo; una seconda, laica/scientifica, la considera un fenomeno naturale da studiare attraverso strumenti scientifici. Da qui nasce la nuova concezione, portata avanti fino ai giorni nostri² Fermandoci a riflettere sull'impatto che hanno gli eventi catastrofici, ci si rende conto che hanno segnato la storia di luoghi, culture e intere popolazioni. Un esempio ne è la poetica del "sublime" e il culto delle rovine settecenteschi³, per cui l'uomo teme la forza della natura e al tempo stesso ne rimane affascinato. Qualsiasi evento che crea degli scompensi negli equilibri socioculturali presenta due fasi principali: una prima di cesura fra l'equilibrio e il caos, una seconda di assestamento del nuovo stato, che nel tempo tenderà al raggiungimento di un nuovo equilibrio. Nel primo momento rientra la fase dell'emergenza, nel quale il tempo sembra fermarsi, vengono a mancare i punti di riferimento – sia temporali che spaziali – e inizia la presa di coscienza. Si comincia ad organizzare i soccorsi, i sopralluoghi; è un tempo accelerato e frenetico dove la rapidità può fare la differenza. Il secondo momento è quello della ricostruzione, ed è un tempo lento e dilatato e dipende molto da ciò che, preventivamente, viene stabilito in termini di conservazione preventiva e programmata in "tempo di pace".

Parlando di eventi catastrofici è fondamentale sottolineare la differenza fra catastrofi di origine naturale, come terremoti, alluvioni, eruzioni vulcaniche, frane, incendi, *tsunami* e catastrofi innescate dall'uomo come guerre, attacchi terroristici. Diverso è sicuramente l'impatto che l'evento ha sulla società e di conseguenza i principi che guideranno la fase di ricostruzione: come e cosa ricostruire, lasciando o no il segno. Il principio del 'com'era dov'era' è fortemente radicato nelle ricostruzioni di monumenti e del tessuto urbano

² Cfr. Carlo TOSCO, *Dopo le catastrofi: ripartire dal paesaggio*, in *Storia dell'arte e catastrofi*. Spazio, tempi, società., a cura di Carmen BELMONTE, Elisabetta SCIROCCO, Gerhard WOLF, Marsilio Editori, Venezia, 2019, pp. 45-46.

³ Cfr. Carmen BELMONTE, Elisabetta SCIROCCO, *La storia dell'arte nella città post-catastrofe: indagini, metodi e prospettive transdisciplinari*, in *Storia dell'arte e catastrofi*. Spazio, tempi, società., a cura di Carmen BELMONTE, Elisabetta SCIROCCO, Gerhard WOLF, Marsilio Editori, Venezia, 2019, p. 9.

italiano, ricercando la ricomposizione esatta – o quasi – di ciò che c’era prima. Tuttavia, tale principio non può essere applicato a qualsiasi situazione, ogni caso andrebbe valutato per sé: di fronte a centri urbani o singoli monumenti pesantemente danneggiati, o che presentano molte stratificazioni e aggiornamenti nel corso dei secoli, il restauro dovrebbe fermarsi a riflettere sulle scelte, per far conciliare quelle due istanze storica ed estetica⁴.

Com’era dov’era nasce da una visione del patrimonio non come qualcosa di statico e definitivo ma come un processo in continuo sviluppo. Il patrimonio non rappresenta una realtà conclusa, ma piuttosto un’entità in costante crescita ed evoluzione; questo accade sia per la consapevolezza che si ha di esso, sia perché può essere ampliato, arricchito e rinnovato.

L’effetto che un evento traumatico come un sisma può far scaturire nelle persone è il senso di attaccamento ai propri luoghi, alle memorie, ai simboli identitari e sociali, stimolando un senso di patriottismo che si alimenta con la condivisione di questi stessi valori. È da qui che nasce la necessità di riavere indietro quello che è stato tolto, lasciando però le tracce del trauma nella storia dell’edificio, e, attraverso di esso, alla società che vi si riconosce. Un esempio tangibile ne è la ricostruzione di Venzone⁵, dove quasi tutto è stato ricostruito con il recupero delle pietre cadute, poi catalogate e ricomposte là dove erano originariamente (**Fig. 1**), secondo quello che viene definito “restauro per anastilosi”. Ma non sempre si è scelta questa strada: Gibellina rappresenta l’esempio che non sempre il ‘com’era dov’era’ rappresenta la migliore soluzione. Dopo il terremoto del Belice nel 1968, la città è stata rasa al suolo

⁴ Ivi, p. 18.

⁵ Inizialmente, l’Ufficio Tecnico aveva proposto una ricostruzione di Venzone che partisse da zero, eliminando le macerie e costruendo al di sopra un centro semplificato con prefabbricati. Un comitato locale si è fortemente imposto, proponendo la ricostruzione ‘com’era dov’era’ ma ripescando dalle macerie tutte le pietre e, partendo da ciò che era rimasto, ricostruire tale e quale a prima del sisma. Attraverso un piano di sgombero controllato, vennero catalogati tutti i frammenti ed usati per ricostruire Venzone com’era prima; ma questo fu possibile anche grazie all’ampia documentazione fotografica, costruttiva e al rilievo fotogrammetrico dovuti al fatto che nel 1965 era stata avviata la procedura di vincolo del centro urbano. Francesco DOGLIONI, *Riflessioni su ricostruzioni e prevenzione*, dopo quarant’anni di terremoti, in *Dopo il terremoto... come agire? Giornata di lavoro sui recenti eventi sismici*, a cura di Francesco Giovanetti e Michele Zampilli, Edizioni Roma TrE-Press, Roma, 2018.

ed è stata ricostruita a 18 km di distanza; questo per tutelare la nuova città e la popolazione. Le macerie della città vecchia sono state cementate al di sotto dell'opera di *land art* dell'artista contemporaneo Alberto Burri, "Grande cretto", un memoriale che ricalca l'originale struttura urbanistica della vecchia città (**Fig. 2**). Questo di Gibellina è solo un esempio, forse il più lampante, nel panorama delle *new towns* costruite dopo una catastrofe.

È fondamentale che le decisioni istituzionali preservino la continuità con il passato e il legame con la memoria della comunità. Questo legame viene reinterpretato dagli abitanti durante la fase di ricostruzione, dove vengono loro restituiti i simboli della vita quotidiana in cui riconoscersi nuovamente; per questo bisognerebbe coinvolgere i cittadini nei processi decisionali, in modo da creare un dialogo che semplifichi la comprensione e il rispetto delle parti.



Fig. 1

Ricomposizione a terra di parti del Duomo di Venzone con le pietre recuperate dalle macerie.

FONTE: Francesco DOGLIONI, *Riflessioni su ricostruzioni e prevenzione, dopo quarant'anni di terremoti*, in *Dopo il terremoto... come agire? Giornata di lavoro sui recenti eventi sismici*, a cura di Francesco Giovanetti e Michele Zampilli, Edizioni Roma TrE-Press, Roma, 2018.



Fig. 2
Grande Cretto di Alberto Burri, terminato nel 2015.

FONTE: <https://fondoambiente.it/luoghi/il-cretto-di-burri?ldc>, 2023



1.1

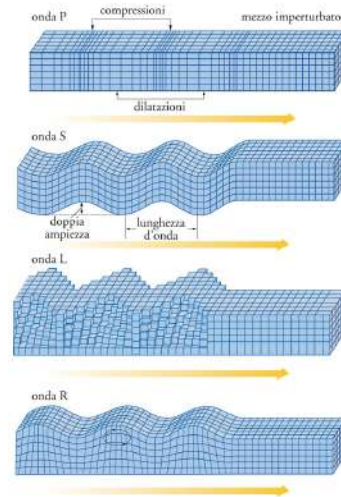
L'ATTIVITÀ SISMICA

I terremoti sono fenomeni naturali che fanno parte della vita della Terra e di essa ne sono manifestazione; i meccanismi che li originano avvengono in tempi geologici, non percepibili dall'uomo. Vengono chiamati anche terremoti, dal latino *terrae motus* ovvero “movimento, scuotimento della terra”⁶, sono fenomeni piuttosto complessi che si manifestano mediante oscillazioni dovute al rilascio di energia all'interno delle profondità della Terra, fra gli strati che la compongono. Il motivo per cui avvengono questi fenomeni ha origine nella teoria chiamata “Tettonica delle placche” introdotta nel 1928 da Arthur Holmes, mediante la quale vengono spiegate le dinamiche della Terra e, nello specifico, i fenomeni che interessano la crosta terrestre. Essa è costituita da placche rigide che si muovono al di sopra del mantello; il motivo per il quale avvengono questi movimenti tettonici pare non essere ancora del tutto chiaro, ma la teoria più accreditata sostiene che è dovuto ai moti convettivi, ovvero dei movimenti circolari come correnti rocciose (ma con componente viscosa) presenti nel mantello che spingono le placche soprastanti. Muovendosi queste placche interagiscono fra loro in tre modi: scontrandosi (“faglie normali”), allontanandosi (“faglie inverse”) o sfregandosi (“faglie trascorrenti”) e sulla base dell'interazione danno vita a fenomeni diversi. Uno di essi è la formazione delle faglie, rotture della crosta terrestre – possono essere profonde e non visibili oppure arrivare fino alla superficie - attraverso il quale si libera l'energia, innescando così il terremoto. L'energia si propaga sotto forma di onde sismiche le quali generano il terremoto nel momento in cui raggiungono la superficie: il punto sotterraneo dal quale si dipartono viene chiamato ipocentro e si colloca sul piano di faglia. Le onde sismiche che vengono sprigionate dall'ipocentro vengono classificate in due tipologie: onde di volume e onde di superficie.

⁶<https://www.treccani.it/vocabolario/terremoto/>

Onde di volume, interessano il corpo terrestre in tutte e 3 le dimensioni:

- Onde longitudinali, dette anche “prime” (onde “P”), sono di tipo compressivo, quindi l’effetto che provocano è l’alternanza di compressione e dilatazione della superficie terrestre;
- Onde trasversali, o “seconde” (onde “S”), sono di taglio e provocano un’oscillazione dal basso verso l’alto continuativa.
- Onde di superficie, passano da una parte all’altra del pianeta, attraversando la superficie terrestre:
 - Onde di *Rayleigh* (“R”), sono sussultorie;
 - Onde di *Love* (“L”), creano spostamento laterale.



L’epicentro è il punto esattamente perpendicolare sulla crosta terrestre, dove si registra una maggiore intensità. Per registrare l’intensità dei terremoti e risalire all’ipocentro ed epicentro viene utilizzato il sismografo, uno strumento che registra le oscillazioni del suolo e le traduce in una rappresentazione grafica, il sismogramma. Calcolando il tempo che decorre fra la segnalazione delle onde “S” e le onde “P” si risale alla distanza dell’epicentro dal sismografo – senza sapere la direzione da cui le onde provengono -, e confrontando i dati ricavati da sismografi in punti diversi del mondo è possibile, tramite un processo detto “triangolazione”, definire il punto esatto dell’epicentro.

La classificazione dei terremoti segue due caratteristiche: l’intensità e la magnitudo.

- Scala Mercalli-Cancani-Sideberg (MCS): si basa sugli effetti che il sisma ha sul costruito, sulle persone e luoghi. Prende il nome dal suo “inventore” Giuseppe Mercalli il quale la espose alla comunità scientifica nel 1902. Negli anni venne poi modificata, prima dal fisico italiano Adolfo Cancani (che

aggiunse ulteriori 2 gradi), e poi dal geofisico tedesco August Heinrich Sieberg.

- Scala Richter: misura la magnitudo, quindi la forza del terremoto in termini di energia sprigionata, viene registrata dal sismografo. È una scala logaritmica, il che significa che fra un punto e il successivo (o precedente) l'energia è circa 30 volte maggiore (o minore). Non essendoci un valore massimo, si considera il più alto mai registrato che è 9,5 del terremoto del 1960 in Cile.

Al giorno d'oggi i margini di placca sono ben definiti e cartografati e questo ha permesso l'individuazione di tutte le zone a rischio sismico. In particolare, l'Italia si trova lungo il margine convergente fra la placca africana e quella euroasiatica (**Fig. 3**), e non è un caso che le catene montuose degli Appennini e delle Alpi sorgano esattamente in concomitanza di questa linea. È interessante confrontare la cartina con i margini di placca e la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale italiano redatta dall'INGV (**Fig. 4**) per un'ulteriore conferma delle aree esposte a rischio maggiore.



Fig. 3
FONTE: <https://ingvambiente.com/2021/07/16/la-val-padana-e-africanala-convergenza-tra-africa-e-eurasia-nel-mediterraneo/>, 2023

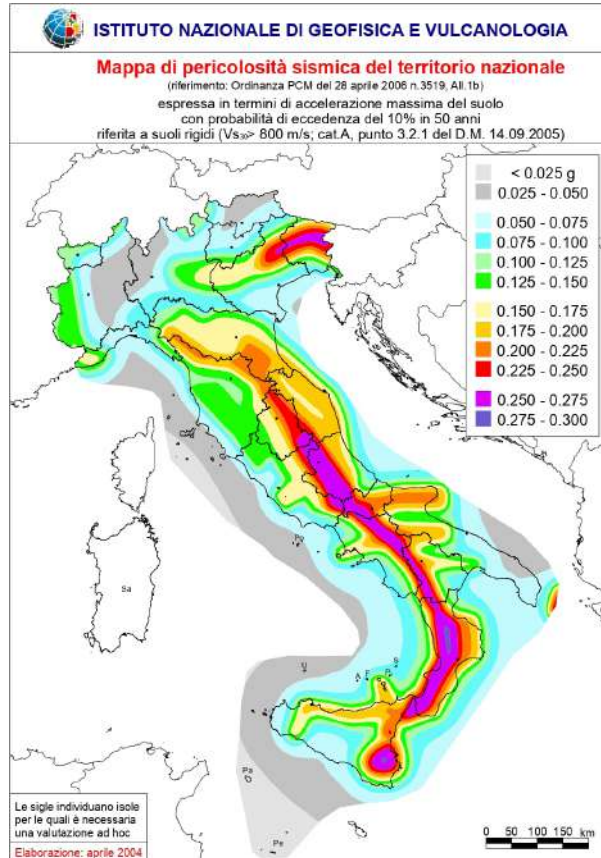


Fig. 4
 FONTE: Stucchi M., Meletti C., Montaldo V., Akinci A., Faccioli E., Gasperini P., Malagnini L., Valensise G. (2004). Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale MPS04 [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).
<https://doi.org/10.13127/sh/mps04/ag>, 2023

1.2 LA VULNERABILITÀ

La vulnerabilità è un valore intrinseco del costruito che indica la sua predisposizione a subire danneggiamenti a causa di materiali costruttivi, tecniche o mancata manutenzione. È un insieme di elementi dovuti all'azione e alle scelte dell'uomo, e dipendono dalla cultura e dall'economia di una società⁷. La gran parte di città italiane sorgono sulle macerie di antiche città distrutte nel corso della storia: basti pensare all'Aquila, che prima dell'ultimo avvenimento del 2009, era stata già distrutta da almeno sei grossi eventi sismici dal 1300 in poi, oppure ad Amatrice, che scavando tra le macerie nel 2016 sono emerse le macerie del terremoto del 1703⁸. Ma l'accumulo di macerie al di sotto di fondamenta delle nuove città non fa altro che aumentare la vulnerabilità dell'intera città, intaccandone la risposta sismica. Ecco perché la vulnerabilità della maggior parte dei centri storici italiani è molto alta, e non solo per la qualità del costruito. Ogni edificio, monumento, opera architettonica conserva in sé una storia, dalla sua nascita al momento in cui viene danneggiato dal sisma: nel mezzo vi è tutta una sequenza di interventi, degni, modifiche che ne alterano la resistenza aumentando la vulnerabilità.

Avviene spesso che, lontani da eventi catastrofici, ci si dimentichi delle buone pratiche di costruzione, si abbia meno cura e rispetto delle regole, fino all'abusivismo. Per questo motivo è di estrema importanza sensibilizzare alle buone pratiche del costruire e regolamentare gli interventi sugli edifici; ma soprattutto sensibilizzare alla manutenzione programmata, in modo da monitorare i cambiamenti dell'edificio o monumento.

⁷ Cfr. Emanuela GUIDOBONI, *Azzardo sismico, vulnerabilità e ricostruzioni nei centri storici italiani*, in *Dopo il terremoto... come agire? Giornata di lavoro sui recenti eventi sismici*, a cura di Carmen BELMONTE, Elisabetta SCIROCCO, Gerhard WOLF, Marsilio Editori, Venezia, 2019, p. 31.

⁸ Ivi, pp. 36-37.

1.3

CASO STUDIO: REDAZIONE DI VADEMECUM SU PROGETTO INTERREG

Nel settembre 2020 l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano è stato l'ente promotore di questo progetto sulla base di finanziamenti del progetto europeo *Interreg Alpine Space*. L'incarico di redigere questo documento è stato preso in carico da professionisti esperti in ambito di emergenze: gli ingegneri di Ecometics Stefano Oliveri, Marco Pregnolato, la dott.ssa Barbara Caranza, restauratrice e riservista per l'Esercito Italiano, e la dott.ssa Chiara Tomaini tecnico restauratore e Vigile del Fuoco. Il progetto è stato intitolato ***Manuale sulla fragilità e le tecniche di tutela per i beni culturali. La valutazione della vulnerabilità e della fragilità sul sito pilota della Provincia Autonoma di Trento, Italia*** e propone lo studio di un caso pilota, la Provincia Autonoma di Trento. Ne segue lo studio dei materiali, gli agenti di degrado e gli effetti che questi hanno sui materiali; vengono proposte tecniche di prevenzione, protezione e stabilizzazione per la salvaguardia dei beni.



**Portfolio and application guidelines
of cultural heritage protection reference techniques**

Annex 3

**Handbook on fragility and safeguarding
techniques for cultural heritage**

**The vulnerability and fragility assessment on the pilot site
of the Autonomous Province of Trento, Italy**

Catholic University of the Sacred Heart

Deliverable D.T3.2.1

Activity: A.T.3.2 "Compiling of reference techniques for protecting and safeguarding tangible cultural heritage at risk"

Prepared by: Stefano Oliveri, Marco Pregolato, Barbara Caranza and Chiara Tomaini (UCSC; PP 2)

Table of contents

PREFACE	4
HANDBOOK ON FRAGILITY AND SAFEGUARDING TECHNIQUES FOR CULTURAL HERITAGE: A KNOWLEDGE AND REFERENCE BASE ON ALTERATIONS, PREVENTION, PROTECTION AND STABILIZATION TECHNIQUES ON CULTURAL PROPERTY EXPOSED TO DETERIORATION AGENTS FROM NATURAL HAZARDS.....	5
WORKING APPROACH	5
RESULTS.....	7
<i>Deterioration agent: flood speed.....</i>	<i>8</i>
<i>Deterioration agent: impacts.....</i>	<i>15</i>
<i>Deterioration agent: humidity.....</i>	<i>18</i>
<i>Deterioration agent: wetting.....</i>	<i>23</i>
<i>Deterioration agent: smoke.....</i>	<i>31</i>
<i>Deterioration agent: heat.....</i>	<i>35</i>
<i>Deterioration agent: flames.....</i>	<i>37</i>
<i>Deterioration agent: combustion gas.....</i>	<i>40</i>
<i>Deterioration agent: gravity.....</i>	<i>42</i>
APPLICATION OF A RISK ASSESSMENT SUPPORT TOOL TO THE SET OF CULTURAL HERITAGE ASSETS EXPOSED TO RISK (200 YEARS RETURN PERIOD RIVER ADIGE FLOOD SCENARIO) ON THE CITY OF TRENTO	46
DEFINING THE PRIORITY VALUE AND RANKING	47

Preface

The working team of the Catholic University of Milano and the Autonomous Province of Trento has developed on the territory of the City of Trento an approach based on:

1. an evaluation of hazards and risks, related in particular to the scenario of a catastrophic flood of the river Adige, through the analysis of hazard maps from two different sources: maps produced at the national level thanks to the implementation of the EU Flood Directive and maps produced locally thanks to a detailed hydraulic analysis of the Adige river basin in the province of Trento. This step allowed to define a first level of “exposure” assessment for both the “container” (buildings) (based on coordinates, overlay with hazard prone areas, and a specific analysis of the morphology of the terrain and the main directions of the water flow) and the items contained (crossing the information of the expected head of water and the height from the floor of the items)
2. an application of the FRATCH tool developed by project CHEERS, to produce a general level evaluation of the vulnerability and risk (based on a “likelihood” logic, inherited by the instrument from the parent UNDRR “QRE” tool) of the main container buildings exposed to the risk scenario
3. the construction of a knowledge and reference base, compiled into a Handbook on fragility and safeguarding techniques for cultural heritage (hereby presented) in terms of: a set of materials, a set of deterioration agents, possible alterations produced on the first by the latter, prevention/protection and stabilization techniques for safeguarding the items, which also gives an evaluation in terms of “likelihood” of damage occurring and permanent loss of value to align with the FRATCH baseline logic. This base is meant to have a general value and the evaluations about likelihood of damage and permanent loss of value are solely based on the theoretical effect of a deterioration agent on a generic material: they do not take into consideration the specificity of single cultural property items
4. the application of a tool for vulnerability and risk assessment on cultural heritage (tentatively THREAT - culTural Heritage Risk EvaluATIOn), developed starting from the same logic as the UNDRR “QRE” and the CHEERS “FRATCH” tools, therefore based on vulnerability (damage) and loss (permanent loss of value) likelihoods. The result of the application of this tool are briefly presented in paragraph 2 of the present section. The dimensions of damage likelihood and permanent loss of value link this tool to the Handbook on fragility and safeguarding techniques for cultural heritage as of point 3. and yet the values given to each item might differ from the ones originated by the reference base, because they also consider specific features and characteristics of the cultural property items. Therefore, it must be concluded that this particular risk assessment is a dedicated process that is meant to be carried out by experts with knowledge of the specific items under evaluation.















In the following paragraphs, we are going to present the **Handbook on fragility and safeguarding techniques for cultural heritage** and the **THREAT tool** developed on the pilot case of the Autonomous Province of Trento, Italy.

Handbook on fragility and safeguarding techniques for cultural heritage: a knowledge and reference base on alterations, prevention, protection and stabilization techniques on cultural property exposed to deterioration agents from natural hazards

Following the “*case collection and analysis of threats and potential damages on cultural assets*” (Italian contribution to project Deliverable D.T3.1.1), this Report is intended to provide a set of both prevention/protection and stabilization techniques which can be considered as reference approaches to safeguard Cultural Heritage in the imminence of an event (alert phase) or after its occurrence (emergency phase) adapted for the Cultural Heritage asset concerning the Province of Trento, Italy.

Working approach

Investigations have been carried out on the **types of material** listed in the following Table:

Icon	Material	Icon	Material
	Stone and stony materials		Painting (canvas including silk; excluding frescos)
	Terrecotte ceramic; glazed ceramic; earthenware		Metals
	Enamel		Bones (including ivory)
	Glass		Leather
	Wood		Frescos and other semi-movable mural
	Textiles		Gypsum; selenite
	Works on paper, books and graphic documents		Terracotta tiles

Based on previous findings of the project and literature sources, the following **deterioration agents** have been defined:

- water-related:
 - flood speed
 - impact from flood
 - wetting
 - humidity
 - chemical pollution
- fire-related:
 - smoke
 - heat

- flames
- combustion gas
- gravity (falling object)

For each deterioration agent and type of material, the investigations carried out allowed to define:

- type of alteration: the document provides a short description of the main alterations expected
- level of damage:
 - direct: it takes place immediately, as a direct consequence of the action of the agent on the item (material)
 - indirect: delayed consequence of the action of the agent on the item (material)
- likelihood of damage and likelihood of permanent loss of value: the use of likelihood scale serves, in particular, to make the assessments integrable with those made at this stage with the vulnerability tool
- prevention/protection techniques: interventions to be carried out before an event occurs, in order to safeguard the Cultural Heritage which could be hit by the phenomena
- stabilization techniques: first interventions to be implemented after a damaging agent has impacted the Cultural Heritage to be safeguarded

To make the obtained results promptly available, they are provided in a Table format. Tables are made available in the following part of this document. In order to facilitate their consultation, some elements have been represented in graphic format, based on the following domains:

- level of damage:

Icon	Level of damage
▶	Direct
▷	Indirect

- likelihood of damage and likelihood of permanent loss of value:

	Negligible		Probable
	Very unlikely		Likely
	Unlikely		Very likely
	Improbable		Extremely likely
	Possible		Inevitable
	Very unlikely		

Note to the reader

With regard to prevention/protection techniques, unless otherwise specified, two reference options should be implemented as first and best options:

- relocate/moving: whenever possible, movable items should be relocated in safe environments, during the alert time (when the threat is foreseen in its development, but not yet occurred) or anyway before the disaster hitting the location. Most likely, the local regulations will require the relocation to happen under the supervision of law enforcement representatives
- protection systems:
 - water:
 - implementation of short-term active protection system, consisting of temporary carpentry in scaffolding pipes (or wood) stopped up with waterproof sheet and sandbags
 - installation of flood barriers
 - fires:
 - installation of passive protection systems, such as fire-cutting doors
 - provision of glass lanterns over candles (e.g. in places of worship)
 - provision of active protection systems













Therefore, the techniques described in the tables below should be intended as options to be activated:















- as an alternative, in case it was not possible to relocate the item
- in addition to protection systems



















Results








The following Tables show the **results** achieved for the **deterioration agents** pertaining with **water** and **gravity**

Deterioration agent: flood speed





Material	Alteration (D/I – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Decohesion and micro abrasion phenomena of the stone material; detachment of portions caused by the penetration of water in the fissures 		Recovery of detached fragments; if possible, identification of the parts of the stone block damaged; grouting of the cracks with lean mortar in a color different from the original and, if possible, temporary fixing of the detached portions, also through the use of plasticine modeling paste	The decohesion occurs more easily for clastic sedimentary rocks such as sandstone, nodular limestone or organogen limestone
	Deposit of material transported by water 	Application of Cyclododecane (cyclic hydrocarbon, characterized by sublimation properties), used in restoration as protective layer or temporary adhesive, or D5-Cyclometicone (organosilicon compound, extremely non-polar and volatile, used as a temporary hydrophobic solvent for aqueous, polychrome and non-water-sensitive surface treatments; microcrystalline wax can also be used	If surface is wet, cleaning with surfactants; if dry, mechanical cleaning	Waterproofing effect of Cyclometicone has not been verified and may last shortly
	Contractions, expansions, micro-cracking of the material and of the coatings; phenomena of decohesion of the ceramic material, if cracks are already present; detachment of parts caused by the penetration of water into cracks 	Packing with shock-absorbent protection to protect against the action of water, especially in the presence of buccaros and prehistoric ceramics. Consolidants with protective function: Paraloid B72 (10-15% in acetone) for glazed ceramics, faenza, etc; K60 (10-15% in alcohol) for the most porous ceramics, clays, terracotta, "concoiti", etc. or, possibly ethyl silicate (consolidating, not removable); the intervention with Paraloid B72 is reversible at any time, with the use of acetone compresses, alcohol or 3A solution (alcohol, water, acetone), which allows the application even in emergency situations, without prior cleaning or pre-consolidation	Recovery of detached fragments; if possible, identification of the detached parts; pre-fixing of the fragments through strips of adhesive tape and organic glues and also through the use of plasticine modeling paste	Earthenware are far more susceptible to water damage than terrecotte and ceramics
	Deposit of material transported by water 	Packing with shock-absorbent protection to protect against the action of water, especially in the presence of buccaros and prehistoric ceramics. Consolidants with protective function: Paraloid B72 (10-15% in acetone) for glazed ceramics, faenza, etc; K60 (10-15% in alcohol) for the most porous ceramics, clays, terracotta, "concoiti", etc. or, possibly ethyl silicate (consolidating, not removable); the intervention is reversible at any time, with the use of acetone compresses, alcohol or 3A solution (alcohol, water, acetone), which allows the application even in emergency situations, without prior cleaning or pre-consolidation. Application of Cyclododecane (cyclic hydrocarbon, characterized by sublimation properties), used in restoration as protective layer or temporary adhesive, or D5-Cyclometicone (organosilicon compound, extremely non-polar and volatile, used as a temporary hydrophobic solvent for aqueous, polychrome and non-water-sensitive surface treatments; also used in combination with Velvesil Plus; microcrystalline wax can also be used	If surface is wet, cleaning with surfactants; if dry, mechanical cleaning	
	Opalescence, iridescence, detachment, fractures, decohesion of the vitreous material, if cracks are already present; detachments of portions caused by the penetration of water into cracks 		Recovery of detached fragments; if possible, identification of the detached parts; pre-fixing of the fragments through strips of adhesive tape and organic glues and also through the use of plasticine modeling paste	
	Corrosion 			Restoration required

















Material	Alteration (D/I – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
		Application of Cyclododecane (cyclic hydrocarbon, characterized by sublimation properties), used in restoration as protective layer or temporary adhesive, or D5-Cyclometicone (organosilicon compound, extremely non-polar and volatile, used as a temporary hydrophobic solvent for aqueous, polychrome and non-water-sensitive surface treatments; also used in combination with Velvesil Plus)	If surface is wet, cleaning with surfactants; if dry, mechanical cleaning	
	Deposit of material transported by water 	Application of Cyclododecane (cyclic hydrocarbon, characterized by sublimation properties), used in restoration as protective layer or temporary adhesive, or D5-Cyclometicone (organosilicon compound, extremely non-polar and volatile, used as a temporary hydrophobic solvent for aqueous, polychrome and non-water-sensitive surface treatments; also used in combination with Velvesil Plus)	If surface is wet, cleaning with surfactants; if dry, mechanical cleaning	
	Deformation of the constituent material, cracks, swelling of the glues that hold together the different elements of the work 	Localized application of Cyclododecane; immersion or application of paraffin waxes until impregnation	Controlled drying process, dehumidification with continuous control of deformations of the structural elements	Non-polychrome wood can stay in water for a maximum of 30 days; if polychrome, it must be recovered immediately and not dried
	Biological attack 		Biocidal treatment using permethrin or, in anoxia, nitrogen, carbon dioxide or x-ray	
	If polychrome, decohesion of pictorial layer 		If the item is dry; stabilize the pictorial layer with Aquazol 200 and 500 or Acril 33, applied by injection or brush near the lifts of colour or gilding; displaced fragments of pictorial layer should be stored (arranged by colour) in ethafoam boxes, covered with tissue paper at neutral pH In case of high sensitivity to the action of water, the fixing must be performed with acrylic resins, such as Plexisol P550. In case of breakage or detachment, gluing by means of vinyl resins such as Bindan RS	If wet, the item should be transported urgently to the warehouse where the stabilization operations will be carried out; do not dry, cover with paper coated with silicone on both sides
	If polychrome, de-adhesion of the preparatory layer 	Localized application of Cyclododecane; immersion or application of paraffin waxes until impregnation	If not polychrome, dry with rags and paper; if polychrome and dry; stabilize the pictorial layer with Aquazol 200 and 500 or Acril 33, applied by injection or brush near the lifts of colour or gilding; displaced fragments of pictorial layer should be stored (arranged by colour) in ethafoam boxes, covered with tissue paper at neutral pH In case of high sensitivity to the action of water, the fixing must be performed with acrylic resins, such as Plexisol P550. In case of breakage or detachment, gluing by means of vinyl resins such as Bindan RS	If wet, the item should be transported urgently to the warehouse where the stabilization operations will be carried out; do not dry, cover with paper coated with silicone on both sides
	Deposit of material transported by water 		If non-polychrome: <ul style="list-style-type: none"> if dry, dust removal with micro vacuum cleaners and soft brushes. If wet, cleaning with dry PU sponge and with high absorption sponges (Blitz-Fix), slightly moistened with deionized water. if wet, dry with rags and paper. If polychrome: <ul style="list-style-type: none"> if dry, dust removal with soft brushes if wet, do not dry 	

Material	Alteration (D/I – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Deformation of the weft and warp of the textile 		Recovery of the textile planarity through the regulation of relative humidity and the process of moisture supply / dehumidification with the use of provisory frames, weights and localised tensions	
	Within 72 hours - paper flaking and spalling 		Movement of the volumes in ventilated and dry places. Preparation for freezing: fully imbibed volumes are stored into transparent polyethylene bags, after the triage phase, to facilitate the handling and the subsequent freezing process and to avoid the compaction of wet volumes and prevent contamination within the freezer cells. The bags must be sealed and put to rest on a plate; then stored inside bins or crates, trying to evenly distribute weights and sizes, paying great attention to avoid distortions in the volumes and excessive loads (distortion may become permanent). Moving to the storage freezer, at the temperature of -20 °C. Freezing allows volumes to be properly secured, stabilizing their condition for a very long period of time, preventing further degradation by water and mold, the main sources of biodeterioration of books and documents	
	Withing 72 hours - biological attack, if material is dry 		Topical biocides, ethylene oxide; for photographic material, ionizing radiation	
	Decoherence of the pictorial film and of the preparatory layers 		After controlled drying, restoration of the cohesion of the pictorial film through the use of consolidating Plexisol in dilution in White Spirit 1:5. Execution of the pre-stop with Plexisol diluted in White Spirit applied with a brush on the front of the painting, so as to allow a first arrangement of the fragments and understand their correct placement. Protection of the pictorial film through facing with Japanese paper and Plexisol 1:7. Application on the back of Plexisol 1:5	
	Deformation of the weft and warp of the canvas 			
	De-adhesion of the pictorial film and the preparatory layers, swelling 			
	Swelling of the preparatory layers 			
	Fractures and crackings 			Irreversible process
	Detachment or de-adhesion (in full or partial) from the wall support 	Application of protective facings with the use of Paraloid diluted in white spirit or "sacrifice surfaces" with microcrystalline wax or use of cyclododecane or D5 (not yet tested in these conditions)	After drying, facing with Paraloid diluted in white spirit, fixing through micro injections of acrylic emulsion and mortar by filling injection based on pumice rock and hydraulic lime NHL2	



















Material	Alteration (DI – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Biological attack ▷ ■ ■		Biocidal treatment involving the use of benzalkonium chloride	
	Decohesion of the pictorial film, with leaching of the colours ◀ ■ ■	In case of detached fresco, precautionary moving of the item; else, application of protective facings with the use of Paraloid diluted in white spirit or "sacrifice surfaces" with microcrystalline wax or use of cyclododecane or D5 (not yet tested in these conditions)	After drying, fixing by applying cotton and polyester gauzes with Paraloid B67 in 15% ligroin, or through the use of purified Funori alga extract at very low concentration. The product should be applied by precise nebulization, at 0.25% hydroalcoholic solution (water and 1:1 isopropyl alcohol), pH = 7, at a distance of about 50 cm in the areas of decohesion of the pictorial film, also in presence of saline efflorescence	
	Deposit of material transported by water ▷ ■ ■		After controlled drying, surface cleaning by mechanical intervention or surfactants	
	Decohesion of the material ◀ ■ ■		Regardless wet or dry, coating with paraloid in white spirit	
	Deposit of material transported by water ▷ ■ ■	Localized application of Cyclododecane; application of micro-crystalline wax	If non-polychrome: <ul style="list-style-type: none"> • if dry, dust removal with soft brushes; • if wet, cleaning with sponges and surfactants If polychrome: <ul style="list-style-type: none"> • if dry, dust removal with soft brushes; • if wet, cover with paper coated with silicone on both sides and transport to storage warehouse 	
	Deposit of material transported by water ▷ ■ ■	Localized application of Cyclododecane; application of micro-crystalline wax	If dry, dusting; if wet, cleaning with surfactants	
	Saline efflorescence ▷ ■ ■		Restoration required	

Deterioration agent: impacts










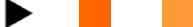


Material	Alteration (DI – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Fractures, decohesion of the stone material, with potential detachments ◀ ■ ■		Recovery of detached fragments; if possible, identification of the parts of the stone block damaged; grouting of the cracks with lean mortar in a color different from the original and, if possible, temporary fixing of the detached portions, also through the use of plasticine modeling paste	The decohesion occurs more easily for clastic sedimentary rocks such as sandstone, nodular limestone or organogen limestone
	Contractions, micro-cracking of the material and of the coatings; detachments, decohesion of the ceramic material ◀ ■ ■	Packing with shock-absorbent protection to protect against the action of water, especially in the presence of buccaros and prehistoric ceramics. Consolidants with protective function: Paraloid B72 (10-15% in acetone) for glazed ceramics, faenza, etc; K60 (10-15% in alcohol) for the most porous ceramics, clays, terracotta, "concoiti", etc. or, possibly ethyl silicate (consolidating, not removable); the intervention is reversible at any time, with the use of acetone compresses, alcohol or 3A solution (alcohol, water, acetone), which allows the application even in emergency situations, without prior cleaning or pre-consolidation	Recovery of detached fragments; if possible, identification of the detached parts; pre-fixing of the fragments through strips of adhesive tape and organic glues and also through the use of plasticine modeling paste	
	Detachments, decohesion of the material ◀ ■ ■		Recovery of detached fragments; if possible, identification of the detached parts; pre-fixing of the fragments through strips of adhesive tape and organic glues and also through the use of plasticine modeling paste	
	Detachments, decohesion of the material ▷ ■ ■		Recovery of detached fragments; if possible, identification of the detached parts; pre-fixing of the fragments through strips of adhesive tape and organic glues; if needed, apply Araldite 2020 or Paraloid B72 (10-15%); do not clean by moistening or wetting; do not remove the thin layer of surface deposit	

Material	Alteration (DI – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Falling off shelves, breaking of the volumes and opening of the folders 		Movement of the volumes in ventilated and dry places. Preparation for freezing: fully imbibed volumes are stored into transparent polyethylene bags, after the triage phase, to facilitate the handling and the subsequent freezing process and to avoid the compaction of wet volumes and prevent contamination within the freezer cells. The bags must be sealed and put to rest on a plate; then stored inside bins or crates, trying to evenly distribute weights and sizes, paying great attention to avoid distortions in the volumes and excessive loads (distorsion may become permanent). Moving to the storage freezer, at the temperature of -20 °C. Freezing allows volumes to be properly secured, stabilizing their condition for a very long period of time, preventing further degradation by water and mold, the main sources of biodeterioration of books and documents	
	Deformation of the constituent material, cracks 	Localized application of Cyclododecane; immersion or application of paraffin waxes until impregnation	Controlled drying process, dehumidification with continuous control of deformations of the structural elements; if possible, recovery of the detached parts	
	Deformation of the weft and warp of the textile, cuts and lacerations 		Recovery of the textile planarity through the regulation of relative humidity and the process of moisture supply/ dehumidification with the use of provisory frames; application of gauze bridges to fix lacerations	
	Deformation of the canvas, cuts and lacerations 		After controlled drying, restoration of the cohesion of the pictorial film through the use of consolidating Plexisol in dilution in White Spirit 1:5. Execution of the pre-stop with Plexisol diluted in White Spirit applied with a brush on the front of the painting, so as to allow a first arrangement of the fragments and understand their correct placement. Protection of the pictorial film through facing with Japanese paper and Plexisol 1:7. Application on the back of Plexisol 1:5	
	Fractures and crackings 		Irreversible process	
	Detachment or de-adhesion (in full or partial) from the wall support 	Application of protective facings with the use of Paraloid diluted in white spirit or "sacrifice surfaces" with microcrystalline wax or use of cyclododecane or D5 (not yet tested in these conditions)	After drying, facing with Paraloid diluted in white spirit, fixing through micro injections of acrylic emulsion and mortar by filling injection based on pumice rock and hydraulic lime NHL2	
	Decohesion of the material 	Localized application of Cyclododecane; application of micro-crystalline wax	If possible, recovery of the detached parts	
	Decohesion of the material 	Localized application of Cyclododecane; application of micro-crystalline wax	If possible, recovery of the detached parts	









Deterioration agent: humidity



















Material	Alteration (DI – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Sulfation phenomena 			Restoration required
	Biological attack 	Application of Cyclododecane (cyclic hydrocarbon, characterized by sublimation properties), used in restoration as protective layer or temporary adhesive, or D5-Cyclometicone (organosilicon compound, extremely non-polar and volatile, used as a temporary hydrophobic solvent for aqueous, polychrome and non-water-sensitive surface treatments; also used in combination with Velvesil Plus; microcrystalline wax can also be used	Biocidal treatment involving the use of benzalkonium chloride	
	Outward migration of soluble salts, appearance of efflorescence, detachments, cracks 			Restoration required
	Corrosion 			Restoration required
	Corrosion 			
	Deformation of the constituent material, cracks, swelling of the glues that hold together the different elements of the work 	Localized application of Cyclododecane; immersion or application of paraffin waxes until impregnation	Controlled drying process, dehumidification with continuous control of deformations of the structural elements	Non-polychrome wood can stay in water for a maximum of 30 days; if polychrome, it must be recovered immediately and not dried
	Biological attack 		Biocidal treatment using permethrin or, in anoxia, nitrogen, carbon dioxide or x-ray	
	If polychrome, decohesion of pictorial layer 		If the item is dry: stabilize the pictorial layer with Aquazol 200 and 500 or Acril 33, applied by injection or brush near the lifts of colour or gilding; displaced fragments of pictorial layer should be stored (arranged by colour) in ethafoam boxes, covered with tissue paper at neutral pH In case of high sensitivity to the action of water, the fixing must be performed with acrylic resins, such as Plexisol P550. In case of breakage or detachment, gluing by means of vinyl resins such as Bindan RS	If wet, the item should be transported urgently to the warehouse where the stabilization operations will be carried out; do not dry, cover with paper coated with silicone on both sides
	If polychrome, de-adhesion of the pictorial layer, swelling of the preparatory layer 		If not polychrome, dry with rags and paper; if polychrome and dry: stabilize the pictorial layer with Aquazol 200 and 500 or Acril 33, applied by injection or brush near the lifts of colour or gilding; displaced fragments of pictorial layer should be stored (arranged by colour) in ethafoam boxes, covered with tissue paper at neutral pH In case of high sensitivity to the action of water, the fixing must be performed with acrylic resins, such as Plexisol P550. In case of breakage or detachment, gluing by means of vinyl resins such as Bindan RS	If wet, the item should be transported urgently to the warehouse where the stabilization operations will be carried out; do not dry, cover with paper coated with silicone on both sides

Material	Alteration (D/I – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Deformation of the weft and warp of the textile 		Recovery of the textile planarity through the regulation of relative humidity and the process of moisture supply/ dehumidification with the use of provisory frames, weights and localised tensions	
	Biological attack 		Biocidal treatment involving the use of benzalkonium chloride	
	Within 72 hours - ink migration 		Movement of the volumes in ventilated and dry places. Preparation for freezing: fully imbibed volumes are stored into transparent polyethylene bags, after the triage phase, to facilitate the handling and the subsequent freezing process and to avoid the compaction of wet volumes and prevent contamination within the freezer cells.	
	Within 72 hours - paper flaking and spalling 		The bags must be sealed and put to rest on a plate; then stored inside bins or crates, trying to evenly distribute weights and sizes, paying great attention to avoid distortions in the volumes and excessive loads (distorsion may become permanent).	
	Within 72 hours - pages bonding 		Moving to the storage freezer, at the temperature of -20 °C. Freezing allows volumes to be properly secured, stabilizing their condition for a very long period of time, preventing further degradation by water and mold, the main sources of biodeterioration of books and documents	
	Within 72 hours - biological attack 			
	Within 72 hours - biological attack, if material is dry 		Topical biocides, ethylene oxide; for photographic material, ionizing radiation	
	Biological attack 		Biocidal treatment involving the use of benzalkonium chloride	
	Decohesion of the pictorial film and of the preparatory layers 			
	Deformation of the weft and warp of the canvas 		After controlled drying, restoration of the cohesion of the pictorial film through the use of consolidating Plexisol in dilution in White Spirit 1:5. Execution of the pre-stop with Plexisol diluted in White Spirit applied with a brush on the front of the painting, so as to allow a first arrangement of the fragments and understand their correct placement.	
	De-adhesion of the pictorial film and the preparatory layers, swelling 		Protection of the pictorial film through facing with Japanese paper and Plexisol 1:7. Application on the back of Plexisol 1:5	
	Swelling of the preparatory layers 			
	Fractures and crackings 		Irreversible process	























Material	Alteration (D/I – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Detachment or de-adhesion (in full or partial) from the wall support 	Application of protective facings with the use of Paraloid diluted in white spirit or "sacrifice surfaces" with microcrystalline wax or use of cyclododecane or D5 (not yet tested in these conditions)	After drying, facing with Paraloid diluted in white spirit, fixing through micro injections of acrylic emulsion and mortar by filling injection based on pumice rock and hydraulic lime NHL2	
	Biological attack 	In case of detached fresco, precautionary moving of the item; else, application of protective facings with the use of Paraloid diluted in white spirit or "sacrifice surfaces" with microcrystalline wax or use of cyclododecane or D5 (not yet tested in these conditions)	Biocidal treatment involving the use of benzalkonium chloride	
	Decohesion of the pictorial film, with leaching of the colours 		After drying, fixing by applying cotton and polyester gauzes with Paraloid B67 in 15% ligroin, or through the use of purified Funori alga extract at very low concentration. The product should be applied by precise nebulization: at 0.25% hydroalcoholic solution (water and 1:1 isopropyl alcohol), pH = 7, at a distance of about 50 cm in the areas of decohesion of the pictorial film, also in presence of saline efflorescences	
	Deposit of material transported by water 		After controlled drying, surface cleaning by mechanical intervention or surfactants	
	Decohesion of the material 	Localized application of Cyclododecane; application of micro-crystalline wax	Regardless wet or dry, coating with paraloid in white spirit	
	Saline efflorescence 	Localized application of Cyclododecane; application of micro-crystalline wax		Restoration required


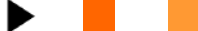

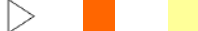

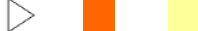


Deterioration agent: wetting

Material	Alteration (D/I – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Decohesion and micro abrasion phenomena of the stone material; detachment of portions caused by the penetration of water in the fissures 		Recovery of detached fragments; if possible, identification of the parts of the stone block damaged; grouting of the cracks with lean mortar in a color different from the original and, if possible, temporary fixing of the detached portions, also through the use of plasticine modeling paste	In presence of low temperatures due to frost or due to the formation of ice, these phenomena are accentuated; the decohesion occurs more easily for clastic sedimentary rocks such as sandstone, nodular limestone or organogen limestone
	Sulfation phenomena 			Restoration required
	Biological attack 	Application of Cyclododecane (cyclic hydrocarbon, characterized by sublimation properties), used in restoration as protective layer or temporary adhesive, or D5-Cyclometicone (organosilicon compound, extremely non-polar and volatile, used as a temporary hydrophobic solvent for aqueous, polychrome and non-water-sensitive surface treatments; also used in combination with Velvessil Plus; microcrystalline wax can also be used	Biocidal treatment involving the use of benzalkonium chloride	
	Biological attack 		if surface is wet, cleaning with surfactants; if dry, mechanical cleaning	Waterproofing effect of Cyclometicone has not been verified and may last shortly











Material	Alteration (D/I – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	<p>Contractions, expansions, micro-cracking of the material and of the coatings; phenomena of decohesion of the ceramic material, if cracks are already present; detachment of parts caused by the penetration of water into cracks</p> 	<p>Packing with shock-absorbent protection to protect against the action of water, especially in the presence of buccaros and prehistoric ceramics. Consolidants with protective function: Paraloid B72 (10-15% in acetone) for glazed ceramics, faenza, etc; K60 (10-15% in alcohol) for the most porous ceramics, clays, terracotta, "concoiti", etc. or, possibly ethyl silicate (consolidating, not removable); the intervention with Paraloid B72 is reversible at any time, with the use of acetone compresses, alcohol or 3A solution (alcohol, water, acetone), which allows the application even in emergency situations, without prior cleaning or pre-consolidation</p>	<p>Recovery of detached fragments; if possible, identification of the detached parts; pre-fixing of the fragments through strips of adhesive tape and organic glues and also through the use of plasticine modeling paste</p>	<p>Earthenware are far more susceptible to water damage than terracotte and ceramics</p>
	<p>Outward migration of soluble salts, appearance of efflorescence, detachments, cracks</p> 			<p>Restoration required</p>
	<p>Deposit of material transported by water</p> 	<p>Packing with shock-absorbent protection to protect against the action of water, especially in the presence of buccaros and prehistoric ceramics.</p> <p>Consolidants with protective function: Paraloid B72 (10-15% in acetone) for glazed ceramics, faenza, etc; K60 (10-15% in alcohol) for the most porous ceramics, clays, terracotta, "concoiti", etc. or, possibly ethyl silicate (consolidating, not removable); the intervention is reversible at any time, with the use of acetone compresses, alcohol or 3A solution (alcohol, water, acetone), which allows the application even in emergency situations, without prior cleaning or pre-consolidation.</p> <p>Application of Cyclododecane (cyclic hydrocarbon, characterized by sublimation properties), used in restoration as protective layer or temporary adhesive, or D5-Cyclometicone (organosilicon compound, extremely non-polar and volatile, used as a temporary hydrophobic solvent for aqueous, polychrome and non-water-sensitive surface treatments; also used in combination with Velvesil Plus; microcrystalline wax can also be used</p>	<p>If surface is wet, cleaning with surfactants; if dry, mechanical cleaning</p>	
	<p>Opalescence, iridescence, detachment, fractures, decohesion of the vitreous material, if cracks are already present; detachments of portions caused by the penetration of water into cracks</p> 		<p>Recovery of detached fragments; if possible, identification of the detached parts; pre-fixing of the fragments through strips of adhesive tape and organic glues and also through the use of plasticine modeling paste</p>	<p>In presence of low temperatures due to frost or due to the formation of ice</p>
	<p>Corrosion</p> 			<p>Restoration required</p>
	<p>Deposit of material transported by water</p> 	<p>Application of Cyclododecane (cyclic hydrocarbon, characterized by sublimation properties), used in restoration as protective layer or temporary adhesive, or D5-Cyclometicone (organosilicon compound, extremely non-polar and volatile, used as a temporary hydrophobic solvent for aqueous, polychrome and non-water-sensitive surface treatments; also used in combination with Velvesil Plus)</p>	<p>if surface is wet, cleaning with surfactants; if dry, mechanical cleaning</p>	
	<p>Opalescence, iridescence, detachment, fractures, decohesion of the vitreous material, if cracks are already present; detachments of portions caused by the penetration of water into cracks</p> 		<p>Recovery of detached fragments; if possible, identification of the detached parts; pre-fixing of the fragments through strips of adhesive tape and organic glues; if needed, apply Araldite 2020 or Paraloid B72 (10-15%); do not clean by moistening or wetting; do not remove the thin layer of surface deposit</p>	<p>In presence of low temperatures due to frost or due to the formation of ice</p>
	<p>Corrosion</p> 			
	<p>Corrosion</p> 	<p>Application of Cyclododecane (cyclic hydrocarbon, characterized by sublimation properties), used in restoration as protective layer or temporary adhesive, or D5-Cyclometicone (organosilicon compound, extremely non-polar and volatile, used as a temporary hydrophobic solvent for aqueous, polychrome and non-water-sensitive surface treatments; also used in combination with Velvesil Plus)</p>	<p>if surface is wet, cleaning with surfactants; if dry, mechanical cleaning</p>	



























Material	Alteration (D/I – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Deformation of the constituent material, cracks, swelling of the glues that hold together the different elements of the work 	Localized application of Cyclododecane; immersion or application of paraffin waxes until impregnation	Controlled drying process, dehumidification with continuous control of deformations of the structural elements	Non-polychrome wood can stay in water for a maximum of 30 days; if polychrome, it must be recovered immediately and not dried
	Biological attack 		Biocidal treatment using permethrin or, in anoxia, nitrogen, carbon dioxide or x-ray	
	If polychrome, decohesion of pictorial layer 		If the item is dry: stabilize the pictorial layer with Aquazol 200 and 500 or Acril 33, applied by injection or brush near the lifts of colour or gilding; displaced fragments of pictorial layer should be stored (arranged by colour) in ethafoam boxes, covered with tissue paper at neutral pH In case of high sensitivity to the action of water, the fixing must be performed with acrylic resins, such as Plexisol P550. In case of breakage or detachment, gluing by means of vinyl resins such as Bindan RS	If wet, the item should be transported urgently to the warehouse where the stabilization operations will be carried out; do not dry, cover with paper coated with silicone on both sides
	If polychrome, de-adhesion of the pictorial layer, swelling of the preparatory layer 		If not polychrome, dry with rags and paper; if polychrome and dry: stabilize the pictorial layer with Aquazol 200 and 500 or Acril 33, applied by injection or brush near the lifts of colour or gilding; displaced fragments of pictorial layer should be stored (arranged by colour) in ethafoam boxes, covered with tissue paper at neutral pH In case of high sensitivity to the action of water, the fixing must be performed with acrylic resins, such as Plexisol P550. In case of breakage or detachment, gluing by means of vinyl resins such as Bindan RS	If wet, the item should be transported urgently to the warehouse where the stabilization operations will be carried out; do not dry, cover with paper coated with silicone on both sides
	Deposit of material transported by water 			If non-polychrome: • if dry, dust removal with micro vacuum cleaners and soft brushes. If wet, cleaning with dry PU sponge and with high absorption sponges (Blitz-Fix), slightly moistened with deionized water. • if wet, dry with rags and paper. If polychrome: • if dry, dust removal with soft brushes • if wet, do not dry
	Deformation of the weft and warp of the textile 		Recovery of the textile planarity through the regulation of relative humidity and the process of moisture supply/ dehumidification with the use of provisory frames, weights and localised tensions	
	Biological attack 		Biocidal treatment involving the use of benzalkonium chloride	
	Within 72 hours - ink migration 		Movement of the volumes in ventilated and dry places.	
	Within 72 hours - paper flaking and spalling 		Preparation for freezing: fully imbibed volumes are stored into transparent polyethylene bags, after the triage phase, to facilitate the handling and the subsequent freezing process and to avoid the compaction of wet volumes and prevent contamination within the freezer cells.	
	Within 72 hours - pages bonding 		The bags must be sealed and put to rest on a plate; then stored inside bins or crates, trying to evenly distribute weights and sizes, paying great attention to avoid distortions in the volumes and excessive loads (distorsion may become permanent). Moving to the storage freezer, at the temperature of -20 °C.	
	Within 72 hours - biological attack 		Freezing allows volumes to be properly secured, stabilizing their condition for a very long period of time, preventing further degradation by water and mold, the main sources of biodeterioration of books and documents	
	Within 72 hours - biological attack, if material is dry 		Topical biocides, ethylene oxide; for photographic material, ionizing radiation	









Material	Alteration (D/I – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Biological attack 		Biocidal treatment involving the use of benzalkonium chloride	
	Deposit of material transported by water 		After controlled drying, surface cleaning by mechanical intervention or surfactants	
	Decoherence of the pictorial film and of the preparatory layers 		<p>After controlled drying, restoration of the cohesion of the pictorial film through the use of consolidating Plexisol in dilution in White Spirit 1:5.</p> <p>Execution of the pre-stop with Plexisol diluted in White Spirit applied with a brush on the front of the painting, so as to allow a first arrangement of the fragments and understand their correct placement.</p> <p>Protection of the pictorial film through facing with Japanese paper and Plexisol 1:7.</p> <p>Application on the back of Plexisol 1:5</p>	
	Deformation of the weft and warp of the canvas 			
	De-adhesion of the pictorial film and the preparatory layers, swelling 			
	Swelling of the preparatory layers 			
	Fractures and crackings 		Irreversible process	
	Detachment or de-adhesion (in full or partial) from the wall support 	Application of protective facings with the use of Paraloid diluted in white spirit or "sacrifice surfaces" with microcrystalline wax or use of cyclododecane or D5 (not yet tested in these conditions)	After drying, facing with Paraloid diluted in white spirit, fixing through micro injections of acrylic emulsion and mortar by filling injection based on pumice rock and hydraulic lime NHL2	
	Biological attack 		Biocidal treatment involving the use of benzalkonium chloride	
	Decoherence of the pictorial film, with leaching of the colours 	In case of detached fresco, precautionary moving of the item; else, application of protective facings with the use of Paraloid diluted in white spirit or "sacrifice surfaces" with microcrystalline wax or use of cyclododecane or D5 (not yet tested in these conditions)	After drying, fixing by applying cotton and polyester gauzes with Paraloid B67 in 15% ligroin, or through the use of purified Funori alga extract at very low concentration. The product should be applied by precise nebulization, at 0.25% hydroalcoholic solution (water and 1:1 isopropyl alcohol), pH = 7, at a distance of about 50 cm in the areas of decoherence of the pictorial film, also in presence of saline efflorescences	
	Deposit of material transported by water 			After controlled drying, surface cleaning by mechanical intervention or surfactants

Material	Alteration (DI – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Decohesion of the material 	Localized application of Cyclododecane; application of micro-crystalline wax	Regardless wet or dry, coating with paraloid in white spirit	
	Deposit of material transported by water 		If non-polychrome: • if dry, dust removal with micro vacuum cleaners and soft brushes. If wet, cleaning with dry PU sponge and with high absorption sponges (Blitz-Fix), slightly moistened with deionized water. • if wet, dry with rags and paper. If polychrome: • if dry, dust removal with soft brushes • if wet, do not dry	
	Saline efflorescence 	Localized application of Cyclododecane; application of micro-crystalline wax	If dry, dusting; if wet, cleaning with surfactants	
	Saline efflorescence 			Restoration required









Deterioration agent: smoke















Material	Alteration (DI – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Surface deposit caused by the soot; calcination caused by carbon dioxide; chromatic alterations 	Consolidants with protective function made of ethyl silicate and derivates that could help to avoid calcination phenena	Recovery of detached fragments; if possible, identification of the parts of the stone block damaged, temporary fixing of the detached portions, also through the use of plasticine modeling paste; cleaning by mechanical intervention	Restoration required
	Chromatic alterations caused by a pre-existent protective layer; traces of oxidation of metals used for fixing or supporting the sculpture; traces of dripping on the surface and inside the sculpture depending on the porosity of the stone 	Treat metals items with corrosion inhibitors	Apply a filming oil on metals to slow the oxidation process; cleaning by mechanical intervention	Restoration required
	Surface deposit caused by the soot; detachments caused by carbon dioxide; chromatic alterations 	Consolidants with protective function: Paraloid B72 (10-15% in acetone) for glazed ceramics, faenza, etc; K60 (10-15% in alcohol) for the most porous ceramics, clays, terracotta, "concotti", etc. or, possibly ethyl silicate (consolidating, not removable); the intervention with Paraloid B72 is reversible at any time, with the use of acetone compresses, alcohol or 3A solution (alcohol, water, acetone), which allows the application even in emergency situations, without prior cleaning or pre-consolidation	Recovery of detached fragments; mechanical removal of the soot by water by a 3A solution (alcohol, water, acetone); (never in presence of bucchero); cleaning by mechanical intervention	Restoration required
	Deposit of material transported by the smoke 	Consolidants with protective function: Paraloid B72 (10-15% in acetone) for glazed ceramics, faenza, etc; K60 (10-15% in alcohol) for the most porous ceramics, clays, terracotta, "concotti", etc. or, possibly ethyl silicate (consolidating, not removable); the intervention is reversible at any time, with the use of acetone compresses, alcohol or 3A solution (alcohol, water, acetone), which allows the application even in emergency situations, without prior cleaning or pre-consolidation	cleaning by mechanical intervention	
	Opacification; chromatic alterations 		cleaning by mechanical intervention	Restoration required

Material	Alteration (DI – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Deposit of material transported by the smoke 		cleaning by mechanical intervention	
	Opacification; chromatic alterations 	Application of Cyclododecane (cyclic hydrocarbon, characterized by sublimation properties), used in restoration as protective layer or temporary adhesive, or D5-Cyclometicone (organosilicon compound, extremely non-polar and volatile, used as a temporary hydrophobic solvent for aqueous, polychrome and non-water-sensitive surface treatments; also used in combination with Velvesil Plus)	Mechanical removal of the soot by water or by a 3A solution (alcohol, water, acetone); compresses with demineralized water and Japanese paper	
	Surface deposit caused by the soot; chromatic alterations 	Localized application of Cyclododecane; immersion or application of paraffin waxes until impregnation	cleaning by mechanical intervention	
	If polychrome chromatic alterations of pictorial layer 		cleaning by mechanical intervention	
	Deposit of material transported by the smoke 		cleaning by mechanical intervention	
	Surface deposit caused by the soot; chromatic alterations 		Soot deposits must be removed by aspirator	
	Surface deposit caused by the soot; chromatic alterations 		Sooty particles are removed by suction and blowing of compressed air; the process ends with sponging of diluted alkaline content products. Special rubbers and chemical sponges are used for the profile of the books and to remove smoke stains from the sheets.	Restoration required
	Deposit of material transported by the smoke 			
	Surface deposit caused by the soot; chromatic alterations 		cleaning by mechanical intervention	
	Deposit of material transported by the smoke 			
	Surface deposit caused by the soot; chromatic alterations 			
	Surface deposit caused by the soot; chromatic alterations 	Application of protective facings with the use of Paraloid diluted in white spirit or "sacrifice surfaces" with microcrystalline wax or use of cyclododecane, or use of Acril	cleaning by mechanical intervention or surfactants	
	Deposit of material transported by the smoke 	Application of protective facings with the use of Paraloid diluted in white spirit or "sacrifice surfaces" with microcrystalline wax or use of cyclododecane, or use of Acril	cleaning by mechanical intervention or surfactants	







Material	Alteration (D/I – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Surface deposit caused by the soot; chromatic alterations 	Localized application of Cyclododecane; application of micro-crystalline wax	cleaning by mechanical intervention	
	Deposit of material transported by the smoke 			
	Surface deposit caused by the soot; chromatic alterations 	Localized application of Cyclododecane; application of micro-crystalline wax	cleaning by mechanical intervention	
	Deposit of material transported by the smoke 			












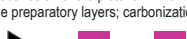



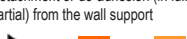

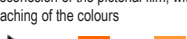




Deterioration agent: heat

Material	Alteration (D/I – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Fractures, flaking, decohesion of the stone material, detachments, bulge, localized lifting 		Recovery of detached fragments; if possible, identification of the parts of the stone block damaged; grouting of the cracks with lean mortar in a color different from the original and, if possible, temporary fixing of the detached portions, also through the use of plasticine modelling paste	The decohesion occurs more easily for clastic sedimentary rocks such as sandstone, nodular limestone or organogen limestone; restoration required
	Chromatic alterations, detachments, decohesion of the material 	*Protective products applied before could amplify the damage: Paraloid B72 in acetone or K60 in alcohol are extremely sensitive to high temperature. Consolidants with protective function: Paraloid B72 (10-15% in acetone) for glazed ceramics, faenza, etc; K60 (10-15% in alcohol) for the most porous ceramics, clays, terracotta, "concoiti", etc. or, possibly ethyl silicate (consolidating, not removable); the intervention with Paraloid B72 is reversible at any time, with the use of acetone compresses, alcohol or 3A solution (alcohol, water, acetone), which allows the application even in emergency situations, without prior cleaning or pre-consolidation	Recovery of detached fragments; if possible, identification of the detached parts; pre-fixing of the fragments through strips of adhesive tape and organic glues and also through the use of plasticine modeling paste	Restoration required
	Fractures, detachments, decohesion of the material, warp and deformation depending on the T 	Protective products such as Sioux-5RE20	Recovery of detached fragments; if possible, identification of the detached parts; pre-fixing of the fragments through strips of adhesive tape and organic glues; if needed, apply Araldite 2020 or Paraloid B72 (10-15%); temporary fixing by Sioux-5RE20	Restoration required
	Chromatic alterations; embrittlement 		Movement of the volumes in ventilated places and stabilized T	





























Material	Alteration (D/I – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Deformation of the constituent material, cracks; fractures, bulges; swelling of the glues that hold together the different elements of the work; 		Monitored drying and wetting process, humidification with continuous control of deformations of the structural elements; if possible, recovery of the detached parts	Restoration required
	Deformation of the weft and warp of the textile, cuts and lacerations 		Recovery of the textile planarity through the regulation of relative humidity and the process of moisture supply/ dehumidification and humidification with the use of provisory frames; application of gauze bridges to fix lacerations	Restoration required
	Deformation of the canvas, cuts and lacerations 		Restoration of the cohesion of the pictorial film through the use of consolidating Plexisol in dilution in White Spirit 1:5. Execution of the pre-stop with Plexisol diluted in White Spirit applied with a brush on the front of the painting, so as to allow a first arrangement of the fragments and understand their correct placement. Protection of the pictorial film through facing with Japanese paper and Plexisol 1:7. Application on the back of Plexisol 1:5	Restoration required
	Chromatic alterations 			
	Detachment or de-adhesion (in full or partial) from the wall support 		Facing with Paraloid diluted in white spirit, fixing through micro injections of acrylic emulsion and mortar by filling injection based on pumice rock and hydraulic lime NHL2	
	Decoherence of the material; chromatic alterations 		If possible, recovery of the detached parts	
	Decoherence of the material 		If possible, recovery of the detached parts	Restoration required

Deterioration agent: flames

















































Material	Alteration (D/I – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Fractures, flaking, decohesion of the stone material, detachments, bulge, localized lifting 		Recovery of detached fragments; if possible, identification of the parts of the stone block damaged; grouting of the cracks with lean mortar in a color different from the original and, if possible, temporary fixing of the detached portions, also through the use of plasticine 37delling paste	Restoration required
	Chromatic alterations, detachments, decohesion of the material 	Consolidants with protective function: Paraloid B72 (10-15% in acetone) for glazed ceramics, faenza, etc; K60 (10-15% in alcohol) for the most porous ceramics, clays, terracotta, "concocti", etc. or, possibly ethyl silicate (consolidating, not removable); the intervention with Paraloid B72 is reversible at any time, with the use of acetone compresses, alcohol or 3A solution (alcohol, water, acetone), which allows the application even in emergency situations, without prior cleaning or pre-consolidation	Recovery of detached fragments; if possible, identification of the detached parts; pre-fixing of the fragments through strips of adhesive tape and organic glues and also through the use of plasticine modeling paste	Restoration required
	Pouring and dripping of integrations (stucco); detachments 	Consolidants with protective function: Paraloid B72 (10-15% in acetone) for glazed ceramics, faenza, etc; K60 (10-15% in alcohol) for the most porous ceramics, clays, terracotta, "concocti", etc. or, possibly ethyl silicate (consolidating, not removable); the intervention with Paraloid B72 is reversible at any time, with the use of acetone compresses, alcohol or 3A solution (alcohol, water, acetone), which allows the application even in emergency situations, without prior cleaning or pre-consolidation		Restoration required

















Material	Alteration (DI – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Corrosion; fractures 			Restoration required
	Corrosion; fractures 	Protective products such as Sixo-5RE20	Recovery of detached fragments; if possible, identification of the detached parts; pre-fixing of the fragments through strips of adhesive tape and organic glues; if needed, apply Araldite 2020 or Paraloid B72 (10-15%); temporary fixing by Sixo-5RE20	Restoration required
	Deformation of the constituent material, cracks, swelling of the glues that hold together the different elements of the work; carbonization 		Irreversible process	
	Deformation of the weft and warp of the textile; carbonization 		Irreversible process	
	Carbonization 		Irreversible process	
	Decohesion of the pictorial film and of the preparatory layers; carbonization 		Irreversible process	
	Chromatic alterations; carbonizations 		Irreversible process	
	Detachment or de-adhesion (in full or partial) from the wall support 			
	Decohesion of the pictorial film, with leaching of the colours 		Fixing by applying cotton and polyester gauzes with Paraloid B67 in 15% ligroin, or through the use of purified Funori alga extract at very low concentration. The product should be applied by precise nebulization, at 0.25% hydroalcoholic solution (water and 1:1 isopropyl alcohol), pH = 7, at a distance of about 50 cm in the areas of decohesion of the pictorial film	
	Chromatic alteration 			
	Chromatic alteration 			

Deterioration agent: combustion gas

Material	Alteration (D/I – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Chromatic alteration; surface deposit; decohesion 	Consolidants with protective function made of ethyl silicate and derivatives that could help to avoid the decay		The decohesion occurs more easily for clastic sedimentary rocks such as sandstone, nodular limestone or organogen limestone; restoration required
	Surface deposit caused by the soot; detachments caused by carbon dioxide; chromatic alterations 	Consolidants with protective function: Paraloid B72 (10-15% in acetone) for glazed ceramics, faenza, etc; K60 (10-15% in alcohol) for the most porous ceramics, clays, terracotta, "concocti", etc. or, possibly ethyl silicate (consolidating, not removable); the intervention with Paraloid B72 is reversible at any time, with the use of acetone compresses, alcohol or 3A solution (alcohol, water, acetone), which allows the application even in emergency situations, without prior cleaning or pre-consolidation	Recovery of detached fragments; mechanical removal of the soot by water by a 3A solution (alcohol, water, acetone); (never in presence of bucchero); cleaning by mechanical intervention	Restoration required
	Opalescence, iridescence, chromatic alteration 			
	Opalescence, iridescence, chromatic alteration 	Protective products such as SiOX-5RE20		
	Deformation of the constituent material, cracks, swelling of the glues that hold together the different elements of the work 			
	If polychrome, chromatic alteration 			
	Chromatic alteration, deposits 		deposits must be removed by aspirator	
	Chromatic alteration 			
	Deformation of the constituent material, chromatic alteration 		Surface cleaning by mechanical intervention or surfactants	
	Chromatic alteration 		Irreversible process	
	Chromatic alteration 			
	Decoherence of the pictorial film, with leaching of the colours 		After drying, fixing by applying cotton and polyester gauzes with Paraloid B67 in 15% ligroin, or through the use of purified Funori alga extract at very low concentration. The product should be applied by precise nebulization, at 0.25% hydroalcoholic solution (water and 1:1 isopropyl alcohol), pH = 7, at a distance of about 50 cm in the areas of decohesion of the pictorial film	
	Decoherence of the material; chromatic alteration 	Localized application of Cyclododecane; application of micro-crystalline wax	Regardless wet or dry, coating with paraloid in white spirit	
	Chromatic alteration 	Localized application of Cyclododecane; application of micro-crystalline wax		

Deterioration agent: gravity

Material	Alteration (D/I – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Fractures, decohesion of the stone material, with potential detachments   		Recovery of detached fragments; if possible, identification of the parts of the stone block damaged; grouting of the cracks with lean mortar in a color different from the original and, if possible, temporary fixing of the detached portions	The decohesion occurs more easily for clastic sedimentary rocks such as sandstone, nodular limestone or organogen limestone
	Deposit of non-coherent and/or coherent material on the surface of the item   		If dry, dust removal with micro vacuum cleaners and soft brushes. If wet, cleaning with dry PU sponge and with high absorption sponges (Blitz-Fix), slightly moistened with deionized water	
	Fractures, decohesion of the ceramic material   		Recovery of detached fragments; if possible, identification of the detached parts; pre-fixing of the fragments through strips of adhesive tape and organic glues and also through the use of plasticine modeling paste	Earthenware is more fragile
	Deposit of non-coherent and/or coherent material on the surface of the item   		If dry, dust removal with micro vacuum cleaners and soft brushes. If wet, cleaning with dry PU sponge and with high absorption sponges (Blitz-Fix), slightly moistened with deionized water	Earthenware is more fragile
	Fractures, decohesion of the ceramic material   		Recovery of detached fragments; if possible, identification of the detached parts; pre-fixing of the fragments through strips of adhesive tape and organic glues and also through the use of plasticine modeling paste	
	Deposit of non-coherent and/or coherent material on the surface of the item   		If dry, dust removal with micro vacuum cleaners and soft brushes. If wet, cleaning with dry PU sponge and with high absorption sponges (Blitz-Fix), slightly moistened with deionized water	
	Fractures, decohesion of the material, breakage of supporting frames, in the case of glass windows   		Recovery of detached fragments; if possible, identification of the detached parts; pre-fixing of the fragments through strips of adhesive tape and organic glues; do not moisten or wet; do not remove the thin layer of surface deposit and, if needed, apply Araldite 2020 or Paraloid B72 (10-15%)	
	Deposit of non-coherent and/or coherent material on the surface of the item   		If dry, dust removal with micro vacuum cleaners and soft brushes. If wet, cleaning with dry PU sponge and with high absorption sponges (Blitz-Fix), slightly moistened with deionized water	
	Tearing of the constituent parts, crackings   		Recovery of detached fragments; if possible, identification of the detached parts; pre-fixing of the fragments through strips of adhesive tape	
	Deposit of non-coherent and/or coherent material on the surface of the item   		If dry, dust removal with micro vacuum cleaners and soft brushes. If wet, cleaning with dry PU sponge and with high absorption sponges (Blitz-Fix), slightly moistened with deionized water	
	Falling off shelves, breaking of the volumes and opening of the folders   	Anchoring the shelves to the walls	Handling, with respect of the pre-existing cataloging system or preparation of a topographical cataloging system	
	Deposit of non-coherent and/or coherent material on the surface of the item   		If dry, dust removal with soft brushes	

Material	Alteration (D/I – Damage – Loss)	Prevention & Protection	Stabilization	Notes
	Damage of the weft and warp of the painting canvas and lacerations; deformations of the canvas 		Recovery of the canvas planarity; after stabilization of the pictorial film, realization of the new support structure through the application of strips of synthetic canvas to all the margins of folding of the original canvas and along the perimeter of each gap. On the back of the painting, application of TNT21 (non-woolen fabric) of high thickness and weight. Placement in the correct position of the fragments recovered with the application of bridges made with synthetic canvas and Beva adhesive film.	
	Decoherence of the pictorial film and of the preparatory layers 		Restoration of the cohesion of the pictorial film through the use of consolidating Plexisol in dilution in White Spirit 1:5. Execution of the pre-stop with Plexisol diluted in White Spirit applied with a brush on the front of the painting, so as to allow a first arrangement of the fragments and understand their correct placement. Protection of the pictorial film through facing with Japanese paper and Plexisol 1:7. Application on the back of Plexisol 1:5.	
	De-adhesion of the pictorial film and the preparatory layers 		Execution of the pre-stop with Plexisol diluted in White Spirit applied with a brush on the front of the painting, so as to allow a first arrangement of the fragments and understand their correct placement.	
	Fractures and crackings 		Recovery of the detached fragments, identification of parts subject to imminent detachment; packing with foam rubber or ethofoam and handling to the warehouse, while keeping the parts as close as possible	
	Detachment or de-adhesion (in full or partial) from the wall support 	Application of protective facings with the use of Paraloid diluted in white spirit	Facing with Paraloid diluted in white spirit, fixing through micro injections of acrylic emulsion and mortar by filling injection based on pumice rock and hydraulic lime NHL2; insertion of wedges in ethofoam in cracks	
	Decoherence of the pictorial film 	In case of detached fresco, precautionary moving of the item; else, application of protective facings with the use of Paraloid diluted in white spirit	Fixing by applying cotton and polyester gauzes with Paraloid B67 in 15% ligroin, or through the use of purified Funori alga extract at very low concentration. The product should be applied by precise nebulization, at 0.25% hydroalcoholic solution (water and 1:1 isopropyl alcohol), pH = 7, at a distance of about 50 cm in the areas of decoherence of the pictorial film, also in presence of saline efflorescences	
	Fractures and crackings 		Recovery of the detached fragments; if possible, identification of the parts subject to detachment and, if needed, temporary fixing	
	Deposit of non-coherent and/or coherent material on the surface of the item 		If dry, dust removal with soft brushes	

Application of a Risk Assessment Support tool to the set of cultural heritage assets exposed to risk (200 years return period river Adige flood scenario) on the City of Trento

The approach developed in CHEERS aims to define priority of interventions on cultural assets and items based on two factors:

- a value of relevance of the items and assets, expressed by the means of the ATTACH tool (see project deliverable D.T1.2.1 “Conceptual document on evaluation Tool for Alpine Cultural Heritage (ATTACH) design”, which works on different categories of value: historical, aesthetic/artistic, scientific, identity, fruition, economic)
- a risk factor, related to the fragility and the vulnerability of the item/assets against different hazards and deterioration agents

Following this logic, UCSC together with the Autonomous Province of Trento tested the **THREAT** tool that was meant to be interoperable with both the **FRATCH** tool and the **Handbook on fragility and safeguarding techniques for cultural heritage**.

The **THREAT** tool, in the form of a spreadsheet, requires the following inputs:

- container: the denomination of the building (palace, church, building, etc.) which contains the items, assets, or elements of the structure to be evaluated for vulnerability and risk
- content: the denomination of the items, assets or elements of the structure to be evaluated for vulnerability and risk
- exposure: the field acts as a Boolean operator, determining whether or not the item is under evaluation by the present tool because of its status of exposed to the hazard defined by the scenario. In practice, the value can only be set to “negligible” (item not exposed to hazard, hence not evaluated for risk) or “inevitable” (item exposed to hazard, hence evaluated for risk)
- vulnerability: vulnerability is hereby intended as a measure of “how likely a certain agent may cause damage to a specific item”, based on both the prevalent constituent material of the item and its specific characteristics. The scale of likelihood is the reference scale used in both the FRATCH tool and the “Handbook on fragility and safeguarding techniques for cultural heritage”. It is intended that the vulnerability level of each single item should be evaluated by experts, based on the specific conditions of the risk scenarios.

The field Vulnerability therefore should be exploded into each of the “deterioration agents” that characterize the hazard(s) in the scenario.

In the case of the City of Trento, the considered scenario is that of flood risk. Therefore, the deterioration agents considered in the evaluation are:

- o Flow speed
- o Impact (from floating objects)
- o Wetting
- o Humidity
- o Chemical pollution

For each deterioration agent, the tool requires an evaluation of the likelihood of a damage to the item occurring, on a scale from “inevitable” to “negligible”. A “Total vulnerability” value is calculated by the tool, as an input for further computational steps.

- Permanent loss of value: the tool requires an evaluation of the likelihood of a permanent loss of value occurring to the item because of the overall damage. The scale goes again from “inevitable” to “negligible”
- A “Likelihood rating” score is calculated by the tool, based on the “Exposure” and the “Total Vulnerability” scores
- A “Severity rating” score is calculated by the tool, based on the “Likelihood rating” and the likelihood of a permanent loss of value
- as a final step, the tool computes a “Risk rating”, based on the “Likelihood rating” and the “Severity rating”. The “Risk rating” is defined on a scale of 9 values, going from Very Low to Very High.

Defining the Priority value and ranking

At this point, the user should have calculated:

- a Reference Value (RV), by the means of the ATTACH tool, representing a measure related to an intrinsic value of the considered item/element
- a Risk Rating, by the means of the THREAT tool, representing a measure related to the predisposition of the item/element to suffer damage and permanent loss of value by a deterioration agent

The Risk rating calculated by the **THREAT** tool contributes to the final definition of a reference Priority Value (PV) in terms of a multiplying factor applied to the Relevance Value (RV), called Risk factor (Rf):

$$RV * Rf = PV$$

where the correspondence between Risk Rating and Risk factor is set as:

Risk Rating		Risk factor (multiplier)
VL1	Very Low (1)	0,50
VL2	Very Low (2)	0,50
L3	Low (3)	0,75
L4	Low (4)	0,75
M5	Mild (5)	1,00
M6	Mild (6)	1,00
H7	High (7)	1,25
H8	High (8)	1,25
VH9	Very High (9)	1,50

In the following page, an extraction of the complete application of the tool on the pilot area of the City of Trento is reported as an example.

Table 1. Sample of the application of the THREAT tool on the pilot area of the City of Trento

Location	Asset or item	Exposure	Vulnerability (= how likely is that the following agents cause damage?)					Total vulnerability	Permanent loss of value	Likelihood ranking score	Severity rating	Risk Rating	Triage Score	Risk Factor	Priority Score
			Flow speed	Impact	Wetting	Humidity	Chemical pollution								
Sant'Apollinare Church and rectory	Detached fresco of Sant'Apollinare	Inevitable	Negligible	Likely	Inevitable	Extremely likely	Inevitable	72	Inevitable	8	80	VH9	179,4	1,50	269,1
	Painting of "Sant'Apollinare"		Extremely unlikely	Possible	Inevitable	Extremely likely	Inevitable	70	Extremely likely	8	70	H8	145,9	1,25	182,4
	Roman stones in the external half pilasters		Extremely unlikely	Probable	Very likely	Extremely likely	Extremely likely	66	Very likely	8	60	H8	139,3	1,25	174,2
	Painting of "Cristo dolente"		Extremely unlikely	Possible	Inevitable	Extremely likely	Inevitable	70	Extremely likely	8	70	H8	137,1	1,25	171,4
	Marco Apuleius inscription		Extremely unlikely	Possible	Very likely	Extremely likely	Extremely likely	64	Very likely	8	60	H8	134,6	1,25	168,2
	Main portal of the Church		Extremely unlikely	Probable	Very likely	Extremely likely	Extremely likely	66	Very likely	8	60	H8	128,7	1,25	160,8
	Ark of the Provost		Extremely unlikely	Probable	Very likely	Extremely likely	Extremely likely	66	Very likely	8	60	H8	128,7	1,25	160,8
	Historic plasters with traces of frescoes		Extremely unlikely	Probable	Extremely likely	Extremely likely	Inevitable	70	Extremely likely	8	70	H8	128,7	1,25	160,8
	Frescoes inside the church		Extremely unlikely	Possible	Inevitable	Inevitable	Inevitable	72	Inevitable	8	80	VH9	128,7	1,50	193,0



www.alpine.space.eu/cheers

Lead Partner	Partners					
 <p>FLA Fondazione Lombarda per l'Ambiente</p>	 <p>UNIVERSITÀ CATTOLICA del Sacro Cuore</p>	 <p>Touring Club Italiano</p>	 <p>INRAE</p>	 <p>brgm</p>	 <p>Valais State</p>	
 <p>Center de recherche et d'innovation Energie systeme CHRIE - Research Storage Management Center</p>	 <p>BFW Bavarian Research Center for Forests</p>	 <p>AIT Alpine Innovation Technology</p>	 <p>VALABRE</p>	 <p>SUPSI University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland</p>	 <p>Rachel Carson Center Dedicated to Earth</p>	



ITER NORMATIVO: DA
GIOVANNI URBANI AD
OGGI

“Entrare nella dimensione della previsione, non più quindi della dimensione, in cui ci siamo sempre mossi, di riparare il danno fatto, ma nel prevedere quello che può accadere. Nessuna disciplina scientifica è tale qualora non si ponga il problema della previsione della vita, [...] e visto che questo ci riguarda più da vicino, del comportamento dei materiali [costitutivi le opere d’arte in rapporto all’ambiente che li contiene]. Quindi ci siamo posti su questo piano, dove previsione ha significato naturalmente di «prevenzione».”
Giovanni Urbani

Ad oggi (o meglio, ancora oggi) l’Italia possiede un apparato normativo piuttosto scarso in materia di prevenzione dal rischio sismico, nonostante sia uno dei maggiori rischi naturali che colpiscono il nostro Paese, assieme al rischio idrogeologico. Essendo fenomeni molto frequenti, è quasi all’ordine del giorno una situazione emergenziale che potrebbe essere gestita meglio se regolata da un’adeguata normativa indicante un corretto piano d’azione per ogni problema specifico. Tali indicazioni dovrebbero riguardare non solo le operazioni da attuare durante e dopo l’emergenza - a sisma avvenuto-, ma soprattutto prima che essa si verifichi, in linea preventiva.

Il concetto di “prevenzione” associato ai Beni Culturali venne introdotto da Giovanni Urbani, direttore dell’Istituto Centrale del Restauro dal 1973 al 1983. Al tempo l’ICR era considerato punto di riferimento per il mondo del restauro,

¹ Cfr. BRUNO ZANARDI, *Il restauro. Giovanni Urbani e Cesare Brandi, due teorie a confronto*, Milano, Skyra Editore, 2009, p.172

soprattutto dopo la pubblicazione della *Teoria del Restauro*² di Cesare Brandi, primo direttore dell'Istituto dal 1939 al 1961.

Giovanni Urbani dedicò l'intera carriera presso l'ICR alla sensibilizzazione dell'Amministrazione italiana riguardo la stretta relazione fra restauro e prevenzione dai rischi ambientali. Egli sostenne che l'intervento di restauro avviene unicamente per fermare il danno, non certo a rimuoverlo, ma ciò implica che esso sia già avvenuto o sia in atto. Invece la conservazione preventiva interviene prima che il danno venga innescato, agendo quindi sull'ambiente con la quale il nostro patrimonio edilizio è in stretta relazione; dunque, se attuata con metodologie scientifiche adeguate, dovrebbe ridurre la velocità con cui i materiali si deteriorano³. In questo modo Urbani tentò un ribaltamento del restauro tradizionale⁴, ponendo al primo posto il carattere conservativo di un bene culturale. L'intenzione di Urbani era quella di trovare una tecnica per la conservazione programmata che, grazie alla manutenzione ordinaria, potesse avere effetto su tutto l'insieme del patrimonio artistico.

Questo però deve far fronte ad un altro problema, ovvero che il restauro tradizionale si è sempre posto come un intervento rivolto unicamente alle "opere d'arte", caratterizzate da criteri di unicità, estrema preziosità ed importanza per la cultura e la società di appartenenza. Il restauro, dunque, si poneva come intervento sui problemi estetici di opere singole. Ad oggi, la definizione di Bene Culturale⁵ ha però ampliato questo concetto, perdendo

² La *Teoria del Restauro* è un piccolo volume pubblicato nel 1963, due anni dopo dalle dimissioni di Cesare Brandi dal ruolo di direttore dell'ICR. Egli stesso lo presenta come una raccolta di appunti delle sue lezioni, in cui egli cerca di dare un presupposto filosofico alla teoria del restauro. Questo testo diventerà punto di riferimento per i restauratori e le Soprintendenze d'Italia, tanto che nel 1972 viene emanata la Carta del restauro, un documento che trasforma in atti pratici la teoria brandiana.

³ Cfr. BRUNO ZANARDI, *Il restauro. Giovanni Urbani e Cesare Brandi, due teorie a confronto*, Milano, Skyrà Editore, 2009, p. 116.

⁴ Questo rovesciamento non è del tutto una novità, già Brandi nella *Teoria del restauro* (pp. 53-61) aveva parlato di "restauro preventivo", un concetto che è rimasto solo teorico.

⁵ Il concetto di "Bene Culturale" viene introdotto nel 2004 nel Codice dei beni culturali del *Decreto Legislativo 42/2004*, precisamente art. 2, comma 2. Viene definita "definizione aperta", poiché libera di essere interpretata da ciascuno: "Sono beni culturali le cose immobili e mobili che presentano interesse artistico,

quel carattere di unicità del singolo elemento; in tal senso, ciò che è cambiato non è tanto la qualità dell'intervento, bensì la quantità. Questo provoca la nascita di un ulteriore problema: il dover selezionare i Beni da sottoporre a restauro. Pare che questa scelta oggi sia dettata principalmente dal recupero estetico, non curandosi più di tanto dello stato conservativo⁶.

La ricerca di Urbani si concretizza con tre progetti da lui promossi:

1. "Problemi di conservazione", volume pubblicato nel 1973 che fa il punto sullo stato di conoscenza e utilizzo delle tecniche conservative; un nuovo importante concetto introdotto a livello metodologico è la multidisciplinarietà del lavoro di ricerca.
2. **Piano pilota per la conservazione programmata dei beni culturali in Umbria**, realizzato nel 1976 - anno del terremoto in Friuli - in collaborazione con una società satellite dell'ENI, la TECNECO⁷.
3. **La protezione del patrimonio monumentale dal rischio sismico**, titolo della mostra inaugurata nel 1983, basata sul progetto "Geodinamica" del C.N.R.

Umbria: il progetto-pilota di Urbani

Il Piano Pilota in particolare è un progetto estremamente lungimirante benché sia soltanto una serie di indicazioni che necessitano di verifiche sul campo; ancora oggi, questo documento rimane l'unico progetto esecutivo che prevede una conservazione preventiva tenendo conto anche del fattore ambientale. Ma non solo: ciò che caratterizza questo progetto è anche l'individuazione di precise fasi di intervento studiate sulla base di molteplici settori di conoscenza. L'elemento di studio è la regione Umbria, ma il progetto si pone alla ricerca di un metodo che sia applicabile anche ad altri casi anche se di diverso ambito

storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico e le altre cose individuate dalla legge o in base alla legge quali testimonianze aventi valore di civiltà".

⁶ Cfr. GIOVANNI URBANI, *Intorno al restauro*, a cura di B. ZANARDI, Milano, Skyra editore, 2000, p. 104.

⁷ Questa mossa mette in pratica quel concetto appena citato di multidisciplinarietà: la Tecneco forniva conoscenze tecniche/scientifiche mentre le Soprintendenze mettevano in campo le conoscenze degli storici dell'arte.

o natura; trovare i migliori strumenti per unire il campo dei beni culturali e dell'ambiente e al tempo stesso indicare gli specifici interventi in base ai più moderni studi. In sintesi, il progetto si focalizza su 3 obiettivi:

- 1) Analizzare effetti e cause di deterioramento sullo stato conservativo dei beni;
- 2) Definire come rilevare i danni, come intervenire e redigere precisi programmi operativi per assicurarne la conservazione
- 3) Definire l'organismo tecnico con il compito di autorizzare e gestire tali interventi.

La prima fase ha riguardato alcuni studi preliminari: un'indagine sullo stato di fatto delle strutture (stato conservativo e degrado dei beni) e del territorio umbro, compilando delle "schede conservative" specifiche per classe di materiale. In base a questi dati è stato ricavato un "Piano di conservazione programmata", ovvero la programmazione delle varie operazioni di conservazione da mettere in opera. Cosa fondamentale è l'aver incluso nel piano anche attività di aggiornamento e formazione di personale.

La protezione del patrimonio monumentale dal rischio sismico

La mostra, invece, presenta attraverso dei pannelli degli interessanti spunti di riflessione; uno nello specifico riguarda il fatto che per analizzarne la storia sismica del Paese sarebbe molto utile studiare le vicende sismiche intrinseche nelle strutture di monumenti, edifici, centri urbani. Questo avverrebbe se ci fossero figure in grado di individuare tali edifici, sapendone valutare la "salute". Da questa mostra emergono 3 spunti di riflessione in particolare: per programmare un adeguato progetto di protezione del patrimonio è necessario dapprima definire un quadro di priorità⁸; la prima fase è individuare le aree maggiormente vulnerabili e con maggiore pericolosità sismica, divise in 4 gradi di pericolosità (Carta della pericolosità sismica d'Italia). Sulla base di questi dati avviene la stesura di un documento, la "Carta nazionale del rischio sismico per il patrimonio monumentale", grazie al quale si ha una maggior consapevolezza per stabilire un piano d'azione. L'ultimo punto su cui si sofferma la mostra

⁸ Cfr. BRUNO ZANARDI, *Il restauro. Giovanni Urbani e Cesare Brandi, due teorie a confronto*, op.cit., p.142

riguarda le tecniche di consolidamento: una riflessione sull'utilizzo delle tecniche e dei materiali storici piuttosto che moderni (e spesso irreversibili).

Nonostante l'enorme lavoro che Urbani fece nel corso degli anni da direttore, le sue proposte non trovarono mai appoggio da parte delle Soprintendenze, un po' per ragioni politiche, ma soprattutto a causa del "ritardo culturale alla conservazione dei beni culturali" (così lo definisce lo stesso Urbani in una lettera diretta all'assessore alla cultura della regione Umbria, Roberto Abbondanza)⁹ in cui si trovava l'Amministrazione italiana. Questo porterà Urbani alle dimissioni nel 1983.

Norme legislative attuali

Contestualmente ai progetti di Urbani, la normativa antisismica vede una prima svolta nel 1974 quando viene emanata la Legge 64, *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*, che stabilisce per la prima volta una classificazione delle aree sismiche della penisola. Nel 2001 tali norme vengono fatte confluire all'interno di un nuovo documento, il 7. L'ordinanza 3274 stabilisce definitivamente "sismico" tutto il territorio italiano: in questo modo tutto il costruito rientra compreso all'interno del progetto di adeguamento antisismico. Quest'ultima normativa è stata interamente assorbita in seguito dal Decreto Ministeriale del 14 settembre 2005, *Norme tecniche per le Costruzioni*, entrato in vigore il 23 ottobre 2005.

Nel frattempo, nel 2004 – dopo molte sollecitazioni sull'adottare politiche per la riduzione del rischio sismico negli edifici storici – il concetto di *miglioramento sismico*¹⁰ introdotto nel 1986 viene finalmente integrato nel campo del restauro¹¹. A maggio 2005 viene creato un gruppo di lavoro multidisciplinare

⁹ Ivi, p.172.

¹⁰ Sul *Decreto Ministeriale 24/01/1986*, si definisce il miglioramento sismico come "insieme di opere atte a conseguire un maggior grado di sicurezza nei confronti delle azioni sismiche senza per altro modificare sostanzialmente il comportamento globale dell'edificio"

¹¹ *Decreto Legge 22/01/2004 n.42 - Art. 29* "Per restauro si intende l'intervento diretto sul Bene attraverso un complesso di operazioni finalizzate all'integrità materiale ed al recupero del Bene medesimo, alla protezione

formato da membri del Dipartimento della Protezione Civile e del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, dal cui confronto vengono stese le *Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale*. Questo documento definisce il modo in cui va applicata la normativa tecnica. Il testo affronta un lungo iter istituzionale e, dopo essere stato allineato alle *Norme tecniche per le Costruzioni*, nel 2006 viene approvato dall'assemblea e pubblicato in Gazzetta Ufficiale nel gennaio 2008 attraverso una Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri. Nel 2010 il testo è stato nuovamente preso in esame ed allineato alle *Nuove norme tecniche sulle costruzioni* pubblicate nel 2008; nel 2011 viene finalmente approvato e pubblicato in Gazzetta Ufficiale (il 26/02/2011) sotto forma di direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri, con il titolo ***Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008***. Attualmente, le *Norme Tecniche per le Costruzioni* sono definite nel *Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018* che sostituisce quello del 2008. Tale documento risulta essere uno dei più importanti poiché fornisce delle linee guida sulle metodologie operative per la riduzione del rischio sismico. Importante è anche il fatto che sia stato stabilito un lasso di tempo massimo entro il quale effettuare la verifica sismica degli edifici di maggior rilevanza¹². Nel 2015 il Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo ha emanato una circolare con oggetto: *Disposizioni in materia di tutela del patrimonio architettonico e mitigazione del rischio sismico*. All'interno vi è sottolineata l'importanza della tutela, considerata come obiettivo prioritario per ridurre la vulnerabilità del patrimonio. Per fare ciò si rimanda alle indicazioni trattate nella sopracitata direttiva del febbraio 2011, sicuri del fatto che una costante campagna di verifiche strutturali è utile alla prevenzione di dissesti di varia natura. È inoltre sottolineata l'importanza degli interventi di manutenzione,

ed alla trasmissione dei suoi valori culturali. Nel caso di beni immobili situati nelle zone dichiarate a rischio sismico in base alla normativa vigente, il restauro comprende l'intervento di miglioramento strutturale.”

¹² Cfr. Ministero per i beni e le attività culturali, *Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale. Allineamento alle nuove Norme tecniche per le costruzioni*, Gangemi Editore spa, 2010, p. 178.

in particolare quelli che riguardano lavorazioni edili che possono incidere sulla staticità dell'edificio. Per questo la circolare suggerisce che all'interno del progetto di intervento venga previsto anche un controllo generale su criticità e vulnerabilità sismiche presenti già nell'edificio. Al documento vengono allegare delle schede per l'individuazione del bene e la rilevazione delle vulnerabilità da allegare al progetto da presentare alle Soprintendenze, le quali hanno il compito di archivarle sulla piattaforma "Community Mibac".

È importante sottolineare che tutta questa documentazione appena citata è alla base di *Linee guida* che vengono costantemente aggiornate dal Ministero della Cultura (MiC) e rimaneggiate dalle singole Soprintendenze.

Carta del rischio del patrimonio culturale, 1997¹³

Uno dei progetti avviati sulla scia della conservazione preventiva è la *Carta del rischio del patrimonio culturale* risalente al 1997 ad opera dell'Istituto Centrale per il Restauro. Ad oggi la gestione tecnico-amministrativa del progetto è in mano alla Direzione Generale Sicurezza del Patrimonio Culturale. Si tratta di un Sistema Informativo Territoriale che unisce la mappatura della pericolosità nel territorio italiano e una banca dati sullo stato di conservazione del patrimonio monumentale. Considerando il rischio di perdita del patrimonio culturale, avere a disposizione una dettagliata conoscenza dell'esatta posizione geografica dei beni culturali sul territorio consente di pianificare, nell'ordinario, interventi di conservazione. Nonostante le grandi potenzialità del progetto, oggi si trova in una situazione di stallo a causa della mancanza di risorse e rimane poco sfruttato.

Per concludere, si è visto come ad oggi c'è indubbiamente una legislazione che monitora il nostro patrimonio rispetto al rischio sismico; tuttavia, rispetto alle condizioni in cui vertono molte aree del centro Italia colpite dai più recenti terremoti è evidente come tali norme non siano ancora abbastanza. O meglio, per certi versi sono anche troppe e rischiano di rallentare il procedere dei

¹³ <https://dgsipatrimonioculturale.beniculturali.it/attivita-direzione-generale-sicurezza-del-patrimonio-culturale/il-sistema-informativo-della-carta-del-rischio/>, 2023.

lavori di ricostruzione e riqualificazione. Si ha come la sensazione che, forse, c'è il bisogno di rivalutare le proposte di Urbani, guardare più all'ambiente e ciò che da esso deriva, "investendo" anche il nostro costruito e tutto quello che chiamiamo "Beni Culturali". Dovremmo cominciare a considerare il nostro patrimonio come una "totalità indivisibile dalla totalità dell'ambiente"¹⁴ e solo allora sarà possibile definire con maggior razionalità e fondamento scientifico un piano di conservazione preventiva. Ma anche riflettere sul consolidamento: il cemento armato non è sempre una buona soluzione (dal punto di vista conservativo), quanto piuttosto il recupero delle tecniche storiche e l'utilizzo di elementi metallici anche se visibili, mantenendo un buon compromesso fra estetica e conservazione.

Un piano come quello di Urbani, con una tale specificità e un tale approfondimento nelle ricerche è stato possibile solo perché riferito ad un campione limitato ma comprensivo di tutto il territorio. All'epoca non è stato preso in considerazione per motivi politici, probabilmente anche per la consapevolezza di non avere né risorse né "maturità culturale" per affrontare un progetto così specifico e definito. Sono passati più di quarant'anni, la politica è cambiata ed è avanzata la ricerca (scientifica e tecnica) ma questo piano pare non essere stato più considerato, sebbene sia ancora così moderno. Ed è assurdo pensare come oggi studiamo ancora i "dogmi" brandiani (che hanno più di 50 anni!) nonostante molti di essi siano superati, ma pochi conoscono i progetti di Urbani. Mi chiedo se quel "ritardo culturale" di cui parlava Urbani non si stia perpetrando ancora oggi.

¹⁴ <https://www.rivistaimulino.it/a/le-lezioni-del-terremoto>, 2023.



STABILIZZAZIONE
E
RESTAURO

L'impatto che può avere una scossa sismica può essere molto violento, soprattutto quando investe anche il costruito; in tal caso si parla di disastro, ovvero una disgrazia che provoca gravi danni a cose e persone e sconvolge la vita sociale. La gestione di una tale emergenza non può assolutamente essere lasciata al caso ma viene programmata prima dell'evento, in "tempo di pace". A primo acchito risulta facile pensare che stabilizzazione e restauro coincidano, ma non è assolutamente così; sono due fasi concettualmente e operativamente diverse. Il restauro di un'opera, che essa sia mobile (dipinti, sculture, materiale cartaceo, libri, ecc) o immobile (edifici, monumenti, fontane, ecc), consiste nella fase ultima di riqualificazione della stessa, mirando al ristabilimento delle sue primarie funzioni; è l'ultima fase che interessa il Bene. Le uniche figure professionali abilitate ad operare in questo frangente sono restauratori e tecnici del restauro, i quali effettuano un attento studio preliminare del bene prima e dopo il sisma per poi redigere il progetto d'intervento.

La stabilizzazione non ha niente a che vedere con il restauro, bensì è il momento che lo precede, ed è fondamentale poiché mira a stabilizzare le condizioni dei Beni durante la loro messa in sicurezza. È dunque una fase intermedia, nel quale vengono messe in opera tutta una serie di attenzioni e cure per far sì che il danno causato dal sisma – che esso sia diretto o indiretto – venga fermato allo stato di fatto.

La procedura di pronto-intervento consiste in una serie di azioni volte ad interrompere i processi degenerativi, al fine di trasformare la condizione di emergenza in condizione di stabilità grazie alla combinazione di teoria ed esperienza. La procedura si distingue in 3 fasi:

- 1) Preallarme (spesso assente)

2) Allarme: fase fondamentale perché può essere fatale se protratta a lungo, l'intervallo di attivazione viene definito "*Therapy free interval*" e deve tendere allo zero. In questa fase si attivano e si coordinano i soccorsi e viene pianificato l'intervento.

3) Mobilitazione vera e propria: comprende diagnosi, *triage*, primo intervento (ovvero stabilizzazione) e serve ad avere il quadro completo per programmare al meglio gli interventi successivi.

L'esperienza degli operatori è fondamentale per ottimizzare le operazioni di emergenza, per questo è essenziale lasciare testimonianza degli interventi compiuti. Questo permette non solo di prenderne atto a posteriori, ma anche di valutarne l'efficacia con lucidità per capire se ci sono state criticità da correggere nell'occasione successiva. È evidente quanto sia fondamentale potenziare l'attività preventiva di messa in opera di carpenterie di sicurezza negli edifici danneggiati poichè permetterebbe non solo di garantire la sicurezza degli operatori e dei volontari ma anche di coinvolgere un maggior numero di persone in tempi rapidi, migliorando così l'efficacia complessiva delle operazioni di soccorso e preservazione del patrimonio culturale. Un'adeguata preparazione a monte, inclusa la messa in sicurezza preventiva degli edifici, è essenziale per gestire in modo efficiente e sicuro le operazioni di emergenza nei contesti di disastro.

Il sistema di intervento post-impatto richiede una distinzione tra due tipi di operatori: quelli autorizzati ad accedere alle zone rosse – non ancora messe in sicurezza - subito dopo l'attivazione dello stato di emergenza, e quelli delle associazioni di volontariato di Protezione Civile, che intervengono successivamente in aree già messe in sicurezza, coperti da assicurazioni specifiche.

C'è una ben precisa scala d'intervento:

1. Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco (VVF)
2. Esercito italiano (EI)
3. Unità di crisi MiBAC (Ministero per i Beni e le Attività Culturali)
4. Arma dei Carabinieri Tutela Patrimonio Culturale (TPC)
5. Associazioni di volontariato specializzate (appartenenti al sistema di Protezione Civile)

Gli operatori autorizzati ad intervenire nelle prime fasi, in zone non ancora sicure, sono membri del corpo dei Vigili del Fuoco che hanno stipulato un protocollo d'intesa con il Ministero dei Beni Culturali. Questi professionisti hanno seguito corsi di formazione interni, tra cui l'abilitazione alla messa in opera di carpenterie provvisorie di sicurezza, un corso di base obbligatorio comune a tutti che fornisce le conoscenze per districarsi fra le macerie instabili. Successivamente, vengono organizzati incontri formativi sporadici e brevi presso alcuni comandi; tuttavia, questi incontri non sono diffusi su tutto il territorio nazionale, e si crea così una formazione disomogenea. L'esito positivo di tali interventi spesso si basa sull'ampia esperienza delle singole squadre e dei loro capisquadra.

Durante il terremoto che ha colpito il centro Italia nel 2016/2017, alla componente dei Vigili del Fuoco (Vvf) si è aggiunta anche quella dedicata ai Beni Culturali e alle Collezioni (BBCC) appartenente all'Esercito italiano. Questa collaborazione ha contribuito a potenziare gli sforzi per proteggere e preservare il patrimonio culturale nelle aree colpite dalle calamità naturali. Le componenti istituzionali del sistema nazionale di Protezione Civile, ovvero i Vigili del Fuoco (Vvf) e l'Esercito italiano (E.I), sono responsabili della messa in opera iniziale di coperture provvisorie delle macerie di categoria A e della movimentazione preliminare delle opere. Attualmente, non esistono indicazioni specifiche su quali opere debbano essere movimentate prima; questa scelta viene fatta di volta in volta in base ai casi specifici.

Essi effettuano un primo sopralluogo speditivo, facendo un'analisi qualitativa della situazione. Durante queste spedizioni eseguono importanti valutazioni attraverso la compilazione di schede¹ in cui segnalano le criticità, materiali utili, tutte le condizioni necessarie a rendere agibile la zona per mezzi e soccorritori. Tutto questo nel minor tempo possibile poiché nel frattempo possono

¹ Schede AeDES (Agibilità e Danno nell' Emergenza Sismica), finalizzate al rilevamento di agibilità, danno e caratteristiche degli edifici ordinari. Sono state redatte dal dipartimento di Protezione Civile, ma ci sono tantissimi modelli; il volontario deve compilare questa scheda che rappresenta la carta di identità del bene e viene attaccata all'imballaggio assieme alla scheda di accompagnamento dei beni mobili rimossi.

insorgere ulteriori danni ai beni, sia diretti che differiti². Nella fase successiva viene reperito il materiale segnato nelle schede e si procede alla copertura di tutte le macerie. Il nucleo Tutela Patrimonio Culturale dei Carabinieri, presente nelle aree emergenziali fin dai primi momenti, svolge un ruolo di vigilanza esclusivamente sulle operazioni di movimentazione dei Beni Culturali e delle Collezioni (BBCC); si occupano anche di recuperare tutti i Beni di particolare pregio prima che vengano trafugati. Per mandato, non hanno però il permesso di accedere ai Beni contenitori che non sono agibili a causa del disastro o dell'emergenza in corso.

Quando non è più considerata “zona rossa” ed è stato tutto messo in sicurezza, vengono coinvolte le associazioni di volontariato di Protezione Civile che svolgono operazioni di catalogazione, imballaggio e movimentazione in ambienti già resi sicuri, sempre sotto la supervisione dei funzionari del Ministero dei Beni Culturali (Mibact).

Recentemente, il Dipartimento di Protezione Civile Nazionale ha elaborato linee guida per organizzare corsi di formazione specifici dedicati alle associazioni di volontariato impegnate nella salvaguardia dei Beni Culturali. A questi corsi attivati a livello regionale vengono invitati a partecipare anche i membri dei Vigili del Fuoco (VVF), del nucleo Tutela Patrimonio Culturale dei Carabinieri e delle soprintendenze regionali del Ministero dei Beni Culturali (Mibact). Purtroppo, però vengono coinvolti solo un numero limitato di volontari appartenenti alle diverse associazioni iscritte agli elenchi regionali e spesso questi volontari non sono professionisti dei Beni Culturali e non hanno le necessarie abilitazioni legali per effettuare interventi di stabilizzazione sulle opere d'arte. Anche dopo aver frequentato tali corsi, essi sono orientati principalmente a trasferire competenze di base per operare in scenari post-sismici, come catalogazione, imballaggio e movimentazione. L'obiettivo delle associazioni di volontariato è principalmente la movimentazione del patrimonio culturale verso depositi

² Per danni diretti si intende i danni provocati dal crollo di fatto; invece, danni differiti possono subentrare in un secondo momento, ad esempio il fatto che potrebbe cominciare a piovere su un edificio scoperto.

temporanei, piuttosto che la stabilizzazione dei Beni in situ³.

Nella lista degli operatori autorizzati ad intervenire in emergenza non è menzionata alcuna figura professionale dell'ambito della conservazione (restauratori, architetti, archeologi, ingegneri...). L'impiego di associazioni di volontariato composte da professionisti restauratori consentirebbe di effettuare un maggior numero di interventi di stabilizzazione direttamente sui Beni in situ, preservando così meglio l'integrità delle opere d'arte e del patrimonio culturale.

La figura del restauratore è fondamentale poiché delegata dalla legge come: "Professionista che definisce lo stato di conservazione e mette in atto un complesso di azioni dirette e indirette per limitare i processi di degrado dei materiali costitutivi dei beni e assicurarne la conservazione, salvaguardandone il valore culturale"⁴. È risaputo come spesso i danni più grandi alle opere d'arte sono dovuti alle scelte sbagliate dell'uomo, che non essendo del settore non conosce ciò che ha per le mani.

Per ovviare a questa situazione nel 2013 è nato il progetto **CHIEF ETS** (Cultural Heritage International Emergency Force), un'associazione no-profit di volontariato legato alla Protezione Civile. Coinvolge e collega professionisti del settore del patrimonio culturale e della gestione del rischio al fine di massimizzare la sinergia fra queste due realtà. Le attività che l'associazione promuove sono svariate, da studi e ricerche scientifiche legate alla gestione del rischio a campagne di informazione, lezioni nelle scuole, eventi di formazione per i cittadini e pubblicazione dei vari studi. L'obiettivo è quello di formare squadre a livello regionale ma anche nazionale, addestrate attraverso corsi *ad hoc* e organizzate con precisi compiti – solo durante l'emergenza. Avere a disposizione un gruppo di professionisti in vari settori permette di combinare

³ Questa direzione riflette l'attuale orientamento dei pianificatori, che vedono nella rimozione del patrimonio culturale dal proprio contesto territoriale una soluzione preferibile.

⁴ <https://dgeric.cultura.gov.it/professionisti/restauratori-di-beni-culturali/#:~:text=Il%20restauratore%20di%20beni%20culturali,beni%20e%20assicurarne%20la%20conservazione%2C,2023.>

tutte queste peculiarità e raggiungere un risultato migliore.

L'alta specializzazione delle diverse squadre all'interno dell'associazione consente di diversificare gli interventi in base alla tipologia del Bene Culturale colpito e al tipo di disastro verificatosi. L'associazione dispone delle risorse umane specializzate e delle attrezzature specifiche necessarie per intervenire già nelle prime ore dopo l'evento catastrofico; per garantire un intervento efficace, è essenziale disporre di protocolli operativi definiti e già sperimentati. La trasformazione dalla condizione di emergenza a una condizione di stabilità richiede una combinazione di teoria ed esperienza, e ogni azione d'urgenza deve essere basata su procedure ben studiate e consolidate.

Il rapporto tra le attività di soccorso dei volontari e le comunità colpite costituisce un aspetto centrale nella missione dell'associazione. Sebbene l'obiettivo principale di ogni intervento sia quello di "salvare" il Bene Culturale per i suoi valori storico-artistici ed economici, è la comunità che resta al centro dell'attenzione in ogni azione intrapresa. Il Bene viene salvato non solo per i suoi valori intangibili identitari per la comunità (come ad esempio una chiesa dove si sono celebrate cerimonie importanti) ma anche perché ha il potenziale di diventare un catalizzatore per il "riconoscimento" e il "recupero" in collaborazione con la comunità. Questo processo di collaborazione può trasformare il Bene in un luogo e una situazione dove costruire resilienza. In questo modo, la comunità può trovare nuove motivazioni per ripartire, mentre il Bene Culturale acquisisce nuove valenze inaspettate.

L'associazione, durante situazioni di emergenza, implementa una serie di attività che includono, dopo un primo sopralluogo:

1. **Prelievo di Campioni** per analizzare l'entità dell'attacco biologico in corso. Questa fase è fondamentale per comprendere la natura del danno e pianificare l'intervento successivo;
2. **Operazioni di Disinfestazione** utilizzando diverse tecniche, tra cui l'impiego dei raggi gamma. Questo metodo è stato utilizzato, ad esempio, negli archivi storici come avvenuto dopo l'alluvione a Livorno;
3. **Recupero e Imballaggio** per garantire la sicurezza del Bene durante il trasporto e la conservazione temporanea;

4. **Catalogazione** dettagliata dei Beni, spesso seguendo le schede proposte dal sistema di protezione civile e dal Ministero dei Beni Culturali (Mibact). Questo passaggio è cruciale per tenere traccia di ogni Bene e pianificare interventi futuri;
5. **Interventi di Stabilizzazione** per preservare l'integrità del Bene. Questi interventi possono variare in base alla natura del danno, con l'obiettivo di fermare ulteriori danni e prevenire il deterioramento;
6. **Monitoraggio** dei valori termo-igrometrici ambientali e dei Beni stessi. Questo controllo è essenziale per garantire che le condizioni di conservazione siano ottimali e per rilevare tempestivamente eventuali variazioni che potrebbero danneggiare ulteriormente il Bene;
7. **Movimentazione e Congelamento** nel caso di Beni cartacei o lignei; viene attuata la movimentazione in sicurezza e possono essere congelati presso strutture idonee dedicate, di proprietà di membri dell'associazione, per preservarli ulteriormente da danni e permettere interventi successivi di restauro e conservazione.

Queste attività riflettono l'impegno dell'associazione nel proteggere il patrimonio culturale, non solo con interventi immediati ma anche con una pianificazione a lungo termine per il recupero e la conservazione dei Beni. Un esempio di attivazione di CHIEF ETS nell'ambito di aree terremotate è stato nel 2016, in seguito al sisma in centro-Italia, nella zona di Norcia. L'associazione venne attivata per i mesi di luglio e agosto 2017 per intervenire con operazioni di salvataggio, catalogazione, stabilizzazione e movimentazione dei frammenti di affreschi quattrocenteschi ed elementi lapidei lavorati nella chiesa di *San Salvatore* a Campi di Norcia (**Fig. 1**). Dopo un primo sopralluogo per valutare le misure di sicurezza e le risorse umane e strumenti necessarie, i volontari hanno proceduto alla mappatura del crollo e alla catalogazione secondo il modello deciso dall'Istituto Centrale del Restauro.

Gli affreschi all'interno dell'edificio erano collassati insieme alle murature, presentando gravi problemi di coesione e adesione ai conci lapidei che fungevano da supporti. Fenomeni diffusi di de-coesione e de-adesione degli strati pittorici residui erano evidenti, insieme ad accumuli di materiali di deposito. Inoltre, i danni causati dagli eventi meteorologici erano significativi,

avevano innescato un importante degrado chimico-fisico e parametri termogrometrici incompatibili per la conservazione.

Gli interventi di stabilizzazione sui frammenti degli affreschi hanno incluso diverse tecniche:

1. **Fermatura dello strato di intonaco:** lo strato di intonaco che conteneva la pellicola pittorica è stato fermato attraverso l'uso di resina acrilica in emulsione acquosa (Primal), applicata ad iniezione o a pennello in prossimità delle zone sollevate;

2. **Velinature e Cunei di Ethafoam:** in caso di rotture o distacchi, sono state applicate velinature utilizzando carta giapponese e garza, unite con resina Paraloid. Nelle fessurazioni, sono stati collocati cunei di ethafoam sagomato.

3. **Confezionamento e trasporto:** i frammenti di pellicola pittorica che non potevano essere riposizionati nella loro posizione originale sono stati suddivisi per settore e posti in scatole coperte da carta velina a pH neutro. Dopo essere stati catalogati, questi frammenti sono stati trasportati al deposito temporaneo di Santo Chiodo insieme alle altre opere mobili recuperate.

Questi interventi hanno richiesto competenze specializzate e attenzione ai dettagli per preservare i frammenti degli affreschi in modo adeguato durante il recupero e il trasporto, preparandoli per interventi di restauro più approfonditi in futuro.

Il lavoro di otto squadre, svolto in otto settimane, ha consentito il recupero, la stabilizzazione, la catalogazione e la movimentazione del 65% della superficie totale del crollo della chiesa.

Questo panorama presenta, ancora una volta, la poca attenzione che viene data alla conservazione da parte della politica italiana. Ecco perché è importante sensibilizzare in questo senso la popolazione, renderla consapevole attraverso l'informazione e l'istruzione, e sensibilizzare gli esperti nel settore affinché si creino squadre di lavoro complete, attive e presenti. Personalmente, sono venuta a conoscenza di CHIEF ETS tramite un corso breve a catalogo "Memoria FRAGILE. Strategie di protezione, messa in sicurezza e movimentazione delle opere d'arte in emergenza", a cura della dott.ssa Barbara Caranza, riservista

dell'Esercito Italiano e la dott.ssa Chiara Tomaini, tecnico del restauro e riservista dei Vigili del Fuoco. Il corso è stato promosso dall'Istituto Veneto per i Beni Culturali, parteciparvi per me è stata una bella occasione per ascoltare i racconti di figure professionali che hanno vissuto sulla loro pelle situazioni emergenziali.



Fig.1
La Chiesa di San Salvatore a Campi di Norcia prima del sisma.

FONTE:

<https://www.google.com/maps/place/San+Salvatore/@42.8528244,13.0908367,3a,75y,90t/data=!3m8!1e2!3m6!1sAF1QipOJsRooO5F8mzpIJHkRLvzGn4dBdjTporIkA5B!2e10!3e12!6shhttps:%2F%2Flh5.googleusercontent.com%2Fp%2FAF1QipOJsRooO5F8mzpIJHkRLvzGn4dBdjTporIkA5B%3Dw447-h298-k-no!7i4037!8i2691!4m9!3m8!1sox132e6dd1a69dc497:oxcafc6c2caa383afe!8m2!3d42.85-28244!4d13.0908367!1oe5!14m1!1BCGwKCC9tLzAxd2l3MAE!16s%2Ffg%2F11cjolpz4?entry=ttu>



Fig. 2

La Chiesa distrutta dagli eventi sismici registrati nel 2016, in particolare la prima nel 24 agosto, 26 e 30 ottobre.

Fig. 3 e fig. 4 (a destra)

Opere di intervento da parte dei volontari di CHIEF ETS sugli affreschi quattrocenteschi con opere di sostegno e velinatura.

FONTE: Presentazione a cura della dott.ssa Barbara Caranza





IL FRIULI
VENEZIA-GIULIA E IL
TERREMOTO DEL 1976

Come si è già visto in precedenza, il Friuli Venezia-Giulia è un'area ad alto rischio sismico e lo dimostra la cronologia storica dei terremoti. Dai dati forniti dall'INGV¹, sono 4 i terremoti nella storia del Friuli al di sopra del grado 6 della scala Richter:

- 25 gennaio 1348, 6.63 Rw^2 con epicentro in zona Tarvisio;
- **6 maggio 1976, 6.45 Rw con epicentro in zona Gemona del Friuli;**
- 26 marzo 1511, 6.32 Rw , con epicentro in zona Tarcento;
- 27 marzo 1928, 6.02 Rw con epicentro in zona Tolmezzo.

L'ultimo sulla scala temporale è il terremoto del maggio 1976 - chiamato in friulano Orcolat, secondo l'idea folkloristica di un orco che fa muovere la terra - seguito da altre due scosse nell'11 e 15 settembre dello stesso anno, poco meno intense della prima. Viene ricordato come uno degli eventi più distruttivi del XX sec, segnalato con grado fra IX e X sulla scala Mercalli (oltre 17 mila case distrutte). Avvenne nella tarda serata, alle 21.02, con epicentro la zona fra Gemona del Friuli e Arterga, in provincia di Udine; coinvolse circa 120 comuni fra le province di Udine e Pordenone (**Fig. 1**). La scossa fu avvertita in tutto il nord Italia ma anche in Europa, con danni nelle vicine Austria e Slovenia.

¹ <https://ingvterremoti.com/2014/05/06/speciale-i-terremoti-del-900-il-terremoto-del-friuli-6-maggio-1976/>, 2023

² La sigla indica la scala di magnitudo del momento sismico, è l'aggiornamento della Scala Richter, introdotto negli anni '70. Si basa sul momento sismico come prodotto fra area della faglia, momento medio di dislocazione della faglia e resistenza del terreno.

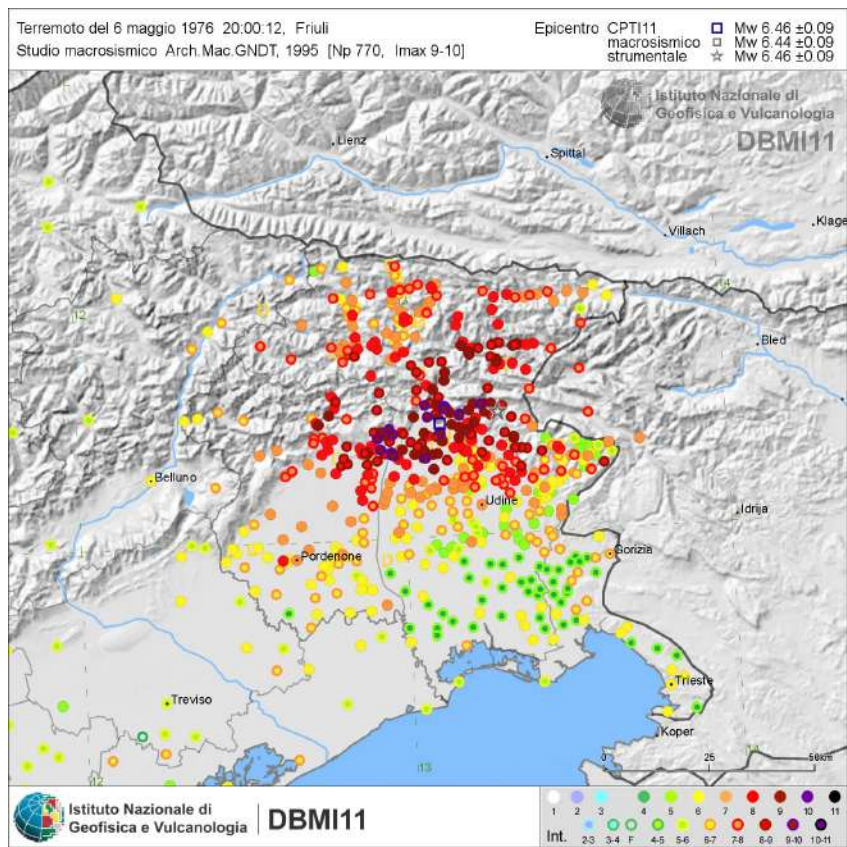


Fig. 1. Dall'immagine si evincono sia la vastità di territorio colpito dalla scossa di maggio, che l'intensità dei danni rappresentati mediante una scala di colori.

FONTE: INGV Data Management Office (2020). INGV Open Data Registry, the metadata catalogue of the Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/data-registry>, 2023.

La prima scossa fu molto violenta e provocò la perdita di molte persone, quasi 1000, e la distruzione di gran parte del patrimonio artistico, tra cui moltissimi centri storici medievali. Le scosse di settembre acuirono ulteriormente i danni al popolo friulano che aveva appena ricominciato a vivere dopo la scossa di maggio.

Il caso della ricostruzione post-sisma in Friuli diventò un vero e proprio modello di determinazione, efficienza e laboriosità. Il cosiddetto “Modello Friuli” fu possibile non solo grazie ai friulani ma anche agli ingenti aiuti che arrivarono da tutta Italia e dall'estero e grazie al Commissario Straordinario Giuseppe Zamberletti, incaricato dal Governo per la gestione dell'emergenza. Il Parlamento gli concesse libertà di azione ed ebbe la piena gestione dei fondi messi a disposizione dallo Stato, destinati alla ricostruzione (ovviamente assieme all'amministrazione regionale del Friuli Venezia-Giulia). Grazie a questa libera gestione delle risorse e al dialogo fra comunità locali, politica e tecnici esperti con conoscenze specifiche, la ricostruzione completa durò dieci anni.

La politica di restauro che si è voluta seguire per le ricostruzioni del post-terremoto in Friuli segue la scia di quello che si è fatto in Germania nel dopoguerra, prendendo come esempio la città di Dresda distrutta dal bombardamento³. Proprio a Dresda nel 1982, durante un convegno dell'ICOMOS⁴, è stata sottolineata la necessità di ridare alla popolazione la loro città e il patrimonio nel quale poter tornare a identificarsi. In un periodo in cui la teoria condannava i restauri stilistici di Viollet-le-Duc⁵, ci si trovò nella condizione di valutare

³ Dresda durante la Seconda Guerra Mondiale fu presa come obiettivo strategico per un bombardamento a tappeto da parte degli Alleati, con il preciso obiettivo di colpire civili e minare ad una delle più identificative città tedesche. Dal 13 al 15 febbraio 1945 Dresda fu completamente rasa al suolo, cancellando per sempre l'identità storica della città.

⁴ International Council Of Monuments and Sites, organo internazionale non governativo che si occupa di consulenza per la conservazione di monumenti e siti in tutto il mondo.

⁵ Eugene Viollet-le-Duc (1814-1879) fu un architetto francese noto soprattutto per i suoi restauri degli edifici medievali in Francia, tra cui, uno dei più celebri, è sicuramente il restauro della cattedrale di Notre-Dame a Parigi. È stato una figura centrale nell'architettura neogotica in Francia ed è considerato uno dei più importanti restauratori del XIX secolo. Il suo approccio al restauro era basato sulla convinzione che

un'eccezione, ovvero la ricostruzione totale di monumenti storici identificativi di un luogo e una popolazione, distrutti dalla guerra.
La stessa linea di principio venne seguita per il piano di ricostruzione dopo il terremoto del 1976, dal momento che, anche in questo caso, erano stati rasi al suolo paesi, monumenti, testimonianze storico-artistiche di un'intera regione.



Fig. 2. Il Messaggero Veneto del 7 maggio 1976 riporta la notizia del sisma.

gli edifici storici dovessero essere restaurati alla loro forma “ideale” o “originale”, spesso aggiungendo elementi che potevano non essere presenti nell’edificio originale ma che riflettevano la sua visione di autenticità e bellezza.

4.1 CASO STUDIO: IL DUOMO DI SANTA MARIA ASSUNTA DI GEMONA DEL FRIULI

Per la comunità di Gemona, il Duomo rappresenta il simbolo culturale e religioso, l'elemento identitario in cui ritrovarsi; il recupero del monumento rappresenta la rinascita di un'intera città dopo un evento devastante come fu il sisma nel 1976. Ma non solo il Duomo, va considerato tutto il complesso costituito dalla torre campanaria, l'antica canonica, l'Ospedale civile di San Michele e Casa Gurisatti, che a loro volta vanno inquadrati nel più ampio contesto di via Bini, via principale che attraversa il centro storico e si conclude con la Porta Udine, ultima testimonianza trecentesca della cerchia di mura difensive.

I lavori che seguirono il sisma hanno restituito il centro storico in modo fedele, come testimonianza originale degli edifici prospicienti la via, come richiesto esplicitamente dalla comunità; i lavori procedettero non senza la messa in opera di tecniche e materiali moderni per garantire la sicurezza dal rischio sismico.

Un importante contributo sul Duomo e su ciò che ha significato il sisma ed il successivo restauro è stato realizzato dal Comune di Gemona nel 1987, Il Duomo di Gemona, in collaborazione con l'Ufficio di Beni Culturali¹. Per la ricchezza dei contenuti, questo volume rappresenta l'unico riferimento da me utilizzato per la comprensione e la stesura delle dinamiche riguardanti il restauro del Duomo. Tale scelta è motivata anche dal fatto che gli autori di questi contributi presi in esame furono tutti figure professionali che lavorarono nel contesto del post-terremoto. In particolare, i capitoli: *Il restauro. Metodo e ricerche* redatto da

¹ AA.VV., *Il Duomo di Gemona*, a cura di Nelly Drusin, Arti Grafiche Friulane, Udine, 1987.



22



- 1 Specola alta sul monte
- 2 Specola a mezzo il monte
- 3 S. Maria la Bella
- 4 Fontana della Glimina, donde il fiume Ibra, o Ledra
- 5 Duomo
- 6 Castello inaccessibile
- 7 Palazzo pubblico con Piazza
- 8 S. Crispino

Gemona Città d

- 9 S. Giovanni
- 10 Padri delle Grazie
- 11 S. Caterina
- 12 Capuccini
- 13 Monastero di S. C
- 14 Padri Conventuali



del Friuli Veneto.

diaria, o della Colla

- 15 S. Rocco
- 16 Spedale di S. Lionardo
- 17 Spedale di S. Michele
- 18 S. Valentino
- 19 Monastero di S. Biagio
- 20 S. Maria di Fossale
- 21 Monastero di S. Agnese
- 22 Colombaro o Castello di Grozumberg

Gino Pavan², *Cronistoria del restauro* di Giuseppe Franca³ e *Aspetti strutturali del restauro* a cura di Lamberto Briseghella⁴ e Paolo Negro⁵.



Fig. 3. Panorama con veduta sul Duomo, foto di Manuel Copetti. Si presume anni '50-'60.

² Architetto e Soprintendente della ricostruzione artistica del Friuli dopo il terremoto (dal 1 gennaio 1981) e l'architetto responsabile del coordinamento del restauro di centinaia di edifici, tra cui il Duomo di Gemona, le mura e il municipio di Venzone, il Castello e la chiesa di Santa Maria a Udine. Pavan, purtroppo scomparso nel 2017, è ricordato in particolare per l'uso di tecnologie avanzate per l'epoca, come il consolidamento dei pilastri del Duomo di Gemona, che hanno contribuito in modo significativo alla preservazione e alla rinascita del patrimonio artistico e culturale del Friuli dopo il devastante terremoto del 1976.

³ Architetto e Soprintendente dei BAAAAS del Friuli Venezia-Giulia.

⁴ Ingegnere e Professore associato dell'Università di Padova e IUAV di Venezia.

⁵ Ingegnere, negli anni del terremoto frequentava l'Università di Padova.

BREVE STORIA DELLA CHIESA

L'edificio attuale venne consacrato nel 1337, rappresenta uno fra i massimi esempi di architettura gotica medievale in Friuli. Sostituisce e amplia una chiesa precedente edificata tra X e XI secolo di cui vi è testimonianza in un documento che vi si riferisce come chiesa di S. Maria della Pieve.

Tra il 1341 e il 1369 venne costruito il campanile adiacente, ma durante i lavori di costruzione venne danneggiato dal catastrofico terremoto del 1348. Nel corso della sua storia, il Duomo subì diverse modifiche e rivisitazioni, riguardanti sia la struttura dell'edificio che l'apparato decorativo; fra il XIV e l'inizio del XIX secolo l'interno viene riccamente decorato con affreschi, cappelle, un organo con le relative portelle, l'altare maggiore con l'ancona lignea. Nel Settecento avvenne un primo aggiornamento al gusto del tempo: le capriate lignee vennero coperte con volte a crociera, introdotte diverse decorazioni a stucco. Poi nell'Ottocento la facciata pericolante venne ricostruita completamente secondo lo stile neoclassico, con la divisione in tre scomparti verticali – divisi da paraste corinzie - che ricalcano le navate interne. Nel Novecento una riforma generale della decorazione interna stabilì la rimozione degli stucchi settecenteschi, e i Tedeschi procedono con la spoliazione delle campane e della copertura del tetto.

Il terremoto del 1976 apportò gravi danni all'edificio e in particolare alle murature; il tetto fu completamente dissestato, la navata destra venne distrutta completamente, il frontone in facciata crollò come anche il soffitto dell'abside e la torre campanaria. Nella primavera del 1977 cominciarono i lavori di pronto intervento e dal 1981 al 1986 il duomo fu restaurato; dieci anni dopo il sisma, il 4 maggio 1986 il duomo venne inaugurato e restituito alla comunità.



Fig. 4. Dopo la scossa del 6 maggio 1976



Fig. 5. Dopo le due scosse di settembre 1976: rispetto alla fotografia precedente si vede che è crollato definitivamente il campanile, il timpano in facciata, e la navata destra ha subito ulteriori danni.

I DANNI DEL SISMA

Il terremoto del 6 maggio causò il crollo quasi totale della torre campanaria – rimase in opera solo uno spuntone - e un dissesto generale dell'area del Duomo – leggermente elevata - a causa del parziale cedimento del muro che conteneva il sedime nell'area sottostante⁶.

L'edificio principale non subì grossi danni fino alle scosse del settembre, in cui crollarono la navata destra con le relative Sacrestie e il Battistero, parziale scoperchiamento e precarietà delle strutture (pilastri in particolare) della navata centrale e dissesto della navata sinistra a causa della mancanza di controventamenti⁷. Crollarono il frontone in facciata e il soffitto dell'abside.

Inoltre, la stessa area di accesso all'edificio era resa difficoltosa dalle macerie degli edifici adiacenti.

Le problematiche iniziali riguardavano le opere di fondazione, che ponevano due problemi principali:

- La poca stabilità dell'area su cui è costruito il Duomo, e quindi la stabilizzazione dell'intera area;
- Le fondazioni della struttura troppo deboli ed esigue, verrà risolta con l'utilizzo di micropali di 15 m a sfondamento delle vecchie fondazioni.

⁶ Si ricorda che Gemona è collocata alle pendici delle Prealpi Giulie, in particolare sotto il monte Chiampon e il Glemine.

⁷ I sistemi di controventamento sono componenti utili a contrastare le forze laterali, come quelle generate dal vento o dai terremoti, che agiscono su edifici e altre strutture. Nella loro classificazione più tradizionale, il controvento è una struttura costituita principalmente da aste che si incrociano diagonalmente per fornire la resistenza e la stabilità necessarie alla struttura in cui sono installate. L'efficacia del sistema deriva dal fatto che gli elementi diagonali sfruttano al massimo la resistenza del materiale di cui sono composti, che solitamente è l'acciaio. Questo consente di distribuire le forze laterali attraverso la struttura, riducendo il rischio di cedimenti o danni dovuti a sollecitazioni laterali.

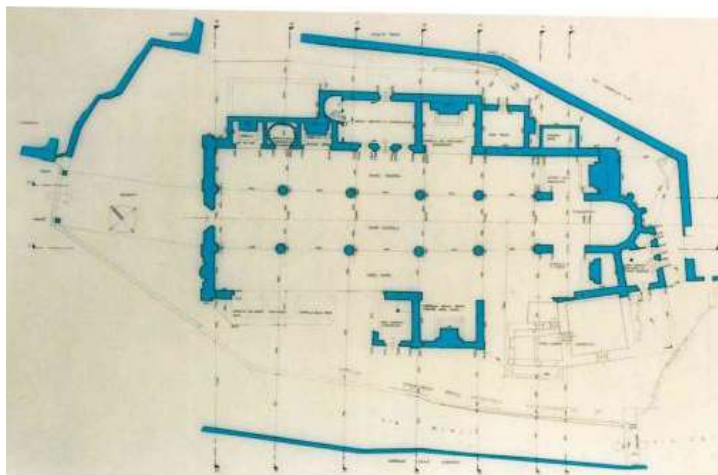


Fig. 6 (in alto). Pianta del Duomo, murature superstiti - in blu - dopo le scosse di maggio-settembre 1976.
Fig. 7 (in basso) Pianta del Duomo prima del terremoto (rilievo dell'ingegner renzo Pavan)

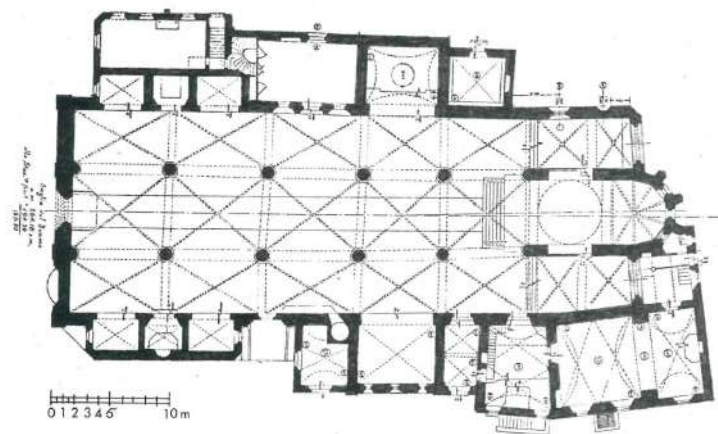




Fig. 8 (in alto) Il Sagrato del Duomo ricoperto dalle macerie.

Fig. 9 (a destra, in alto) Veduta della navata centrale, si intravede la mancante navata destra e la copertura della zona absidale.

Fig. 10 (a destra, in basso) Il dissesto del timpano dopo la scossa del 6 maggio.





Fig. 11. La messa sul sagrato dopo le prime opere di messa in sicurezza.

LA PRIMA FASE DI MESSA IN SICUREZZA

Nel 1977 cominciarono i lavori di pronto intervento, affidati all'impresa Clocchiatti S.p.A di Udine. Il progetto, elaborato dalla Soprintendenza, prevedeva una prima fase di opere temporanee al fine di stabilizzare l'edificio in attesa del restauro. In particolare:

- Venne elaborato un sistema di “pieni” costituiti da setti murari per colmare gli spazi fra gli intercolumni; questo per stabilizzare le colonne pericolanti e sorreggere le murature soprastanti, e soprattutto per permettere, in un futuro, lo smontaggio in sicurezza delle colonne. Essendo questi setti particolarmente pesanti, necessitavano di un sistema di fondazione, che però non era sicuro visto la scarsa resistenza del terreno – inoltre, al di sotto della pavimentazione si trovava un diffuso sistema di tombe. Per ogni setto venne scavato un vaso con estrema attenzione ai piedi delle colonne.
- Realizzazione di una struttura di controventamento e puntellamento trasversale di tutte le navate e dell'abside mediante l'uso di “tubi Innocenti” e di tavoloni spessi puntellati sulla struttura muraria. Vennero puntellate anche la cupola (sia internamente che esternamente) e la facciata al fine di stabilizzare la struttura, mettendola in sicurezza anche in previsione di possibili altre scosse.
- Tamponamento di tutte le aperture della compagine muraria per fornire una maggiore resistenza alla struttura superstite.
- Copertura temporanea delle parti di tetto crollato, oppure, laddove necessitava, la rimozione perché pericolante.

Contemporaneamente è cominciata una campagna di demolizione degli intonaci pericolanti, operazioni di velatura di affreschi e raccolta e sistemazione dei frammenti di materiale lapideo in un'area adibita a tale scopo. I reperti di maggiore pregio sono stati sistemati in due baracche attrezzate in una zona vicina, per scongiurare possibili furti (purtroppo, fenomeno molto frequente nelle situazioni emergenziali con beni a “portata di mano”).

I lavori di messa in sicurezza furono seguiti dall'Ingegnere Lamberto Briseghella, docente dell'Università di Padova, che al tempo aveva

approfondito le problematiche relative alla stabilità del terreno sottostante il complesso del Duomo. In virtù di questi studi è stato possibile, prima di operare sull'edificio, intervenire con opere di salvaguardia dell'ambiente circostante. Per semplificare, vennero realizzati due diaframmi⁸ utilizzando il cemento armato: uno a valle, necessario a fermare il sedime che stava franando dopo il crollo del muro di via Bini (verso Porta Udine) e l'altro a monte, per scongiurare frane provenienti dal monte retrostante. Vennero poi realizzati due muri, uno a monte e l'altro a sostituire quello crollato a valle, utilizzando cemento armato e armatura metallica come anima interna, rivestiti dal pietrame originario. Questi lavori durarono quattro anni, dal novembre '78 al gennaio '82, contemporaneamente veniva restaurata l'adiacente Porta Udine.

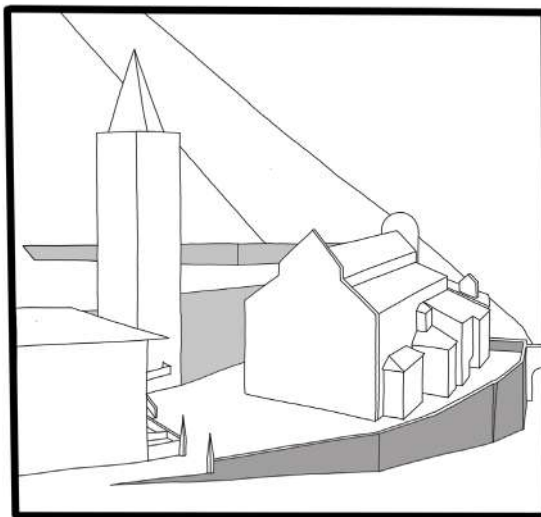


Fig. 12. Grafico che mostra i due diaframmi, a valle (grigio scuro) e a monte (grigio chiaro), realizzati per mettere in sicurezza l'intera area di sedime.

⁸ Un diaframma rappresenta una struttura in calcestruzzo, che può essere prefabbricata o realizzata in loco, e trova impiego nel supportare scavi sia temporanei che permanenti, evitando il movimento del terreno all'interno dello scavo. È noto anche come "paratia in calcestruzzo" e può assumere un'importante funzione strutturale per l'opera finale.



Fig. 13 (in alto)
Opere di puntellamento dell'intero edificio.

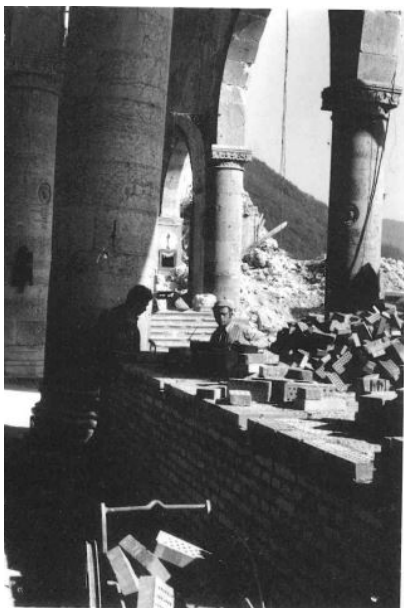


Fig. 14 (a sinistra)
Costruzione dei setti murari a tamponamento degli intercolumni.

Fig. 15 (in basso)
Opere di puntellamento di tutta via Bini.



IL RESTAURO

Il complesso intervento di restauro ebbe il via nel febbraio 1980, fu incaricato anche in questo caso il professor Briseghella per la progettazione statica del complesso del Duomo in collaborazione con il geometra Guido Brollo e della Soprintendenza per le scelte dell'apparato architettonico e di metodo. Il progetto venne elaborato sulla base dell'unico rilievo completo del Duomo realizzato nel 1952, e proponeva una ricostruzione che seguisse il modello originario. Ben presto si abbandonò l'iniziale progetto di raddrizzamento dei muri della navata centrale, scegliendo di conservarli così come si trovavano; si trattava di una scelta audace, ma dettata da priorità.

I lavori cominciarono nell'ottobre 1981 con la **navata destra**, ovvero quella completamente crollata, in questo modo, la navata centrale fuori piombo avrebbe avuto un supporto a cui addossarsi.

Prima di procedere con l'elevazione delle murature è stato necessario operare con scavi sistematici del terreno per la realizzazione di migliori fondazioni; grazie a questa campagna è stato possibile riportare alla luce anche elementi inediti, come un sarcofago medioevale. Per ovviare alla problematica delle fondazioni poco stabili, si è proceduto con l'utilizzo di moltissimi micropali che dalle murature nuove si piantano nel terreno. Per la ricostruzione di tali murature venne adottata una conformazione detta "a sandwich" di cemento armato: consiste in due cortine di mattoni riempiti internamente con cemento armato. Esternamente vi furono ricollocati i paramenti originali, collegati all'anima in cemento armato e sigillati con resine epossidiche⁹; laddove mancavano gli originali, sono stati realizzati dei paramenti nuovi, lavorati in una particolare striatura che ricordasse la lavorazione originale ma fosse riconoscibilmente diversa. A chiusura, un sistema di doppi solai, uno orizzontale con funzione di controventamento, e uno inclinato. Per le murature originali venne scelto un

⁹ Sono resine termoindurenti ottenute per reazione a freddo. Vengono utilizzate nel restauro per le loro buone capacità adesive, poiché una volta che queste resine sono state indurite e hanno fatto presa, diventano permanentemente solide e non possono essere fuse o ammorbidite nuovamente attraverso il riscaldamento.

metodo di consolidamento con iniezioni di cemento e un sistema ulteriore di sicurezza formato da un reticolo armato; nuove e vecchie murature sono state poi riaccolate con barre d'acciaio.

Nel 1981 cominciò la ricostruzione dall'area del Battistero, a seguire la zona delle Sacrestie l'anno successivo, e infine la *Cappella della Beata Vergine degli Angeli*, recuperata nonostante le pessime condizioni in cui verteva. In tale contesto vennero ricostruite anche le cripte sottostanti.

Per il restauro della Sacrestia vennero riproposti molti elementi decorativi: venne conservato l'originale pavimento settecentesco a intarsi marmorei quadrati e riproposti sulle murature nuove degli elementi decorativi – visibili sulle parti originali – con una ghiera d'arco in mattoni con un bardellone soprastante.

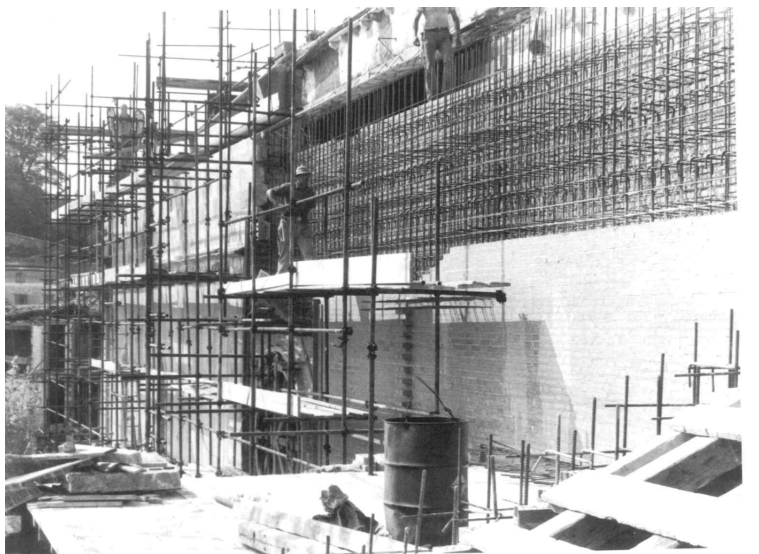


Fig. 16. Lavori della navata destra, in particolare costruzione della muratura “a sandwich” di cemento armato con paramenti esterni in laterizio.



Fig. 17

I lavori alla **navata sinistra** cominciarono di seguito, nel 1984, e fortunatamente questa presentava problematiche minori; le tecniche utilizzate furono le stesse, con il doppio sistema di solai per le coperture, cucite alle murature sottostanti, e sul tetto venne ristabilita una lamina in piombo (dopo che i Tedeschi l'avevano spoliata). In corrispondenza dell'Altare dell'Annunziata il muro crollato venne ricostruito con la medesima tecnica "a sandwich". Con il crollo vennero alla luce elementi inediti: 4 finestre di cui due romaniche e due gotiche occluse, simmetriche rispetto a quelle della frontestante Cappella della Beata Vergine.

I lavori della **navata centrale** riguardarono tutto il corpo longitudinalmente, dalla facciata alla zona absidale. Proprio con quest'ultima cominciò questo nuovo lotto di restauri. Le prime operazioni furono le fondazioni con i micropali, poi le murature già presenti e in particolare i pilastri angolari subirono complesse operazioni di consolidamento.

La ricostruzione della parte alta dell'**abside** procedette mediante il riposizionamento dei pezzi originali recuperati, e la realizzazione della volta a costoloni a chiusura dell'abside. Questo rappresentò un momento complesso poiché la volta presentava, oltre che otto costoloni – quasi tutti di recupero – un toro a sezione circolare; le centine vennero studiate appositamente, con lo spazio per il toro. Uno strato di gesso livellava tutte le singole sezioni della volta, appianando le discontinuità date dalle tavole e dalla centina. Una volta impostata la struttura, dopo aver inserito l'armatura in ferro, veniva gettato il solaio sempre in laterocemento, e infine applicata una copertura a piombo.

Al contempo si realizzavano i lavori sulla **facciata**, che apparentemente non aveva subito grandi danni se non per la caduta del timpano, dei 4 Angeli che ornavano le lesene e alcuni elementi del rosone. Le prime operazioni furono di tipo strutturale, con tirantature, nelle quali si venne a conoscenza di lamine metalliche ancorate ai muri della navata centrale – probabilmente messe in opera nei restauri di primo Ottocento-, le quali, molto probabilmente, hanno giovato nel ridurre i danni in facciata. Sono seguiti poi lavori di consolidamento del setto murario incoerente al di sotto della copertura a pietre squadrate (sempre del restauro Ottocentesco). Il timpano venne ricostruito con il metodo già citato per le murature e restituito le lavorazioni del rosone e gli

angeli ricollocati dopo un intervento di ricomposizione e tassellatura usando il cemento per tenere uniti i frammenti. Come ultima operazione, la facciata è stata sottoposta a pulitura a mezzo di una soluzione di acqua e sali di antimonio e spazzola di saggina, avendo cura di non intaccare la patina del tempo o le tracce di policromia sulla *Galleria dei Re Magi*; poi una massiccia operazione di consolidamento: un composto di resine epossidiche, *Araldit*¹⁰ e polvere di quarzo per consolidare le fratture delle pietre, e ben quattro mani di *Paraloid* (a concentrazione non specificata) per tutta la facciata.

La **cupola**, situata in asse con l'altare maggiore, fortunatamente non aveva subito grossi danni; la doppia calotta (interna in muratura ed esterna in piombo) presentava fratturazioni nella parte interna, soprattutto in corrispondenza delle finestre. Le lesioni sono state riparate con cuciture in ferro ed è stato necessario lo stacco di alcuni lacerti di affresco per consentire le operazioni di consolidamento statico senza danneggiarli. I lacerti sono stati messi in luce, staccati e restaurati, come tutti gli altri lacerti emersi a causa (o grazie) al terremoto. In seguito, tutti gli intonaci vecchi sono stati scrostati, e stesi dei nuovi al di sopra di un rinzaffo di malta cementizia additivata con un prodotto che aumenta la capacità adesiva. Gli ultimi interventi hanno riguardato la risistemazione nello stallo del concio di chiave a mezzo di martinetti, e il rinnovamento della copertura in piombo con sostituzione del tavolato (di supporto) marcio a causa di infiltrazioni di pioggia e umidità con uno nuovo, pretrattato con antitarlo.

I lavori di restauro del **tetto** hanno ritrovato un manto di piombo al di sopra del tavolato ha reagito positivamente all'azione sismica, consentendo una buona oscillazione e resistenza. Il problema principale però risiedeva del fatto che i colmi delle capriate si erano spostati verso il frontone (caduto) di 30 cm ca.; tuttavia, viste le buone condizioni si è deciso di conservarle in sito controventandole e introducendo altre piastre d'acciaio. Dal momento che le

¹⁰ Araldit è il nome del prodotto commerciale dell'araldite, una colla epossidica bicomponente molto resistente.

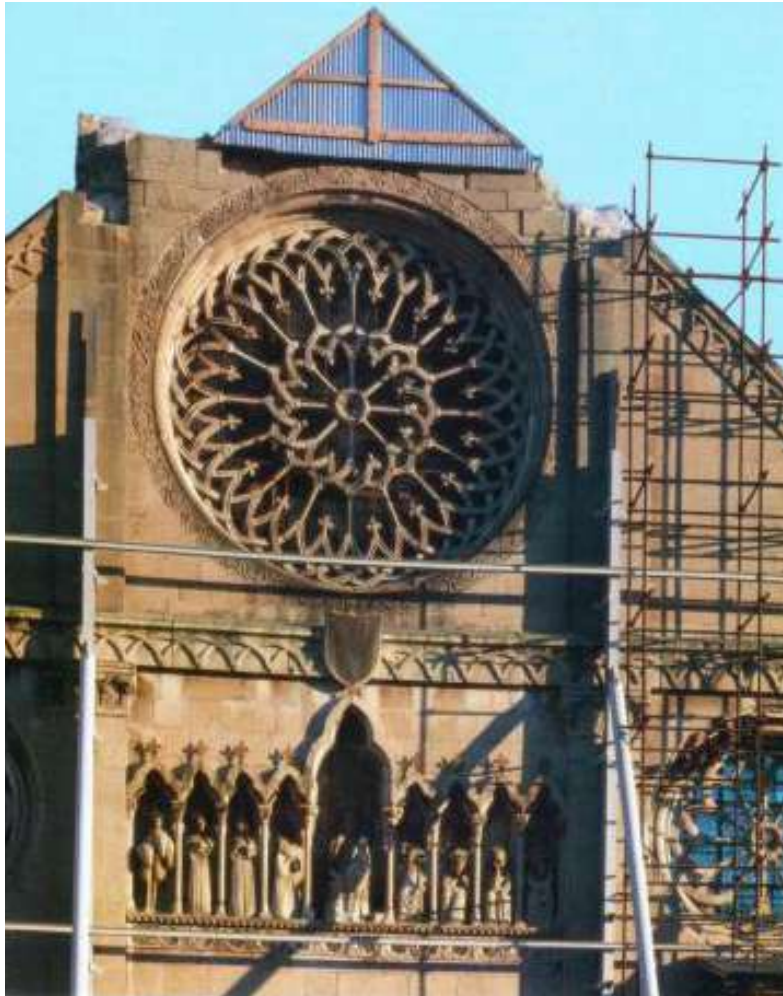


Fig. 18

capriate, internamente il Duomo, erano a vista, e sul tavolato rimangono visibili i resti a tempera delle cosiddette “petenelle alla veneta”. Tutti gli elementi lignei sono stati trattati con antitarlo e vernice trasparente per consentire la fruizione delle decorazioni.

Come fase ultima nella navata centrale, venne operato l'intervento alle **colonne**, molto complicato e molto discusso poiché la comunità gemonese non concepiva la scelta di lasciare le colonne fuori piombo, come le aveva “messe” il terremoto. Specifica il Soprintendente Giuseppe Franca (p. 172) che addirittura fu necessario organizzare una riunione indetta dalla Soprintendenza, in accordo con l'Amministrazione Comunale e la Fabbriceria per spiegare la filosofia di questa scelta piuttosto azzardata, ma motivata.

I lavori furono molto complessi, e riguardarono nelle prime fasi il consolidamento dei muri della navata centrale mediante iniezioni di miscele di malte cementizie, sfruttando il nuovo strato di rinzaffo di malta di cemento su tutte le pareti per



Fig. 19

Si nota non solo lo spostamento dei rocchi della colonna, fissati allo stato in cui li ha “posizionati” il terremoto, ma in secondo piano si percepisce l'inclinazione delle colonne verso la navata centrale.

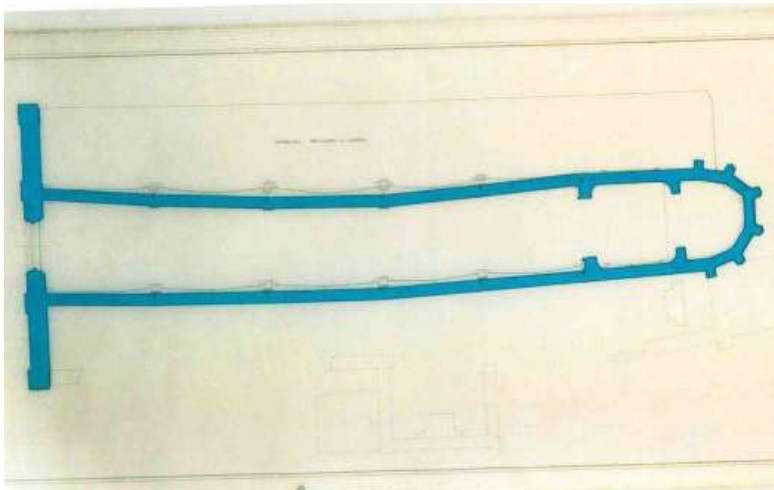
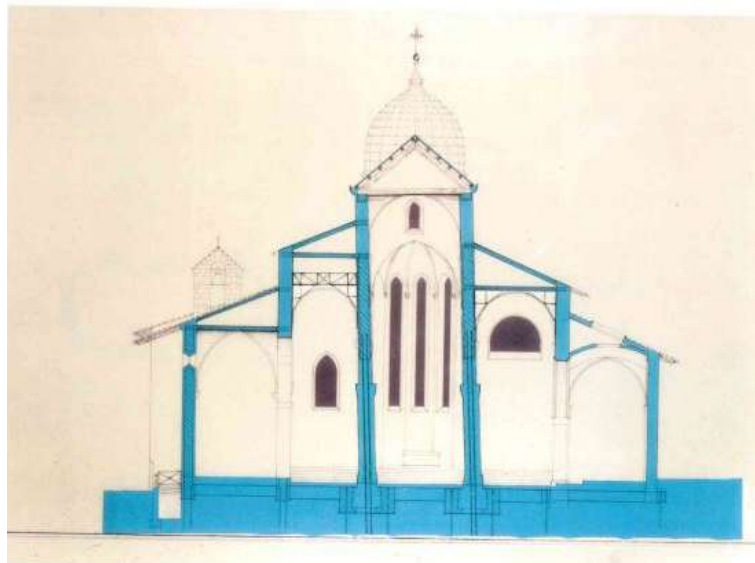


Fig. 20 (in alto) e **fig. 21** (in basso)
I prospetti di pianta e alzato mostrano lo spostamento della navata e i provvedimenti statici di consolidamento.







evitare la fuoriuscita di malte iniettate. In secondo luogo, si è provveduto con i pali di fondazione delle colonne, che si era visto non avessero una buona struttura di fondazione; la terza fase fu lo sfondamento in breccia delle porzioni di muratura allineate all'asse delle colonne. Prima di procedere con la demolizione, furono attentamente rimosse le pietre squadrate che formavano le lesene. Queste lesene si estendevano dalla base delle colonne e si univano a formare un arco, contribuendo così a definire la disposizione delle campate delle volte a crociera presenti nelle navate.

Le colonne vennero poi dotate di cinture lignee per prevenire ulteriori dissesti, dal momento che erano costituite da conci cavi e materiale a sacco interno. Le colonne vennero perforate lungo tutto il fusto e inseriti 6 pali incrociati, lasciando fuoriuscire di due metri dall'alto i pali, in modo da poterli aggrappare in un secondo momento alle murature. Questi pali dovevano accogliere, ad inserimento completato, un'iniezione di boiaccia e tale sistema consente di trasferire le sollecitazioni ai micropali di formazione. Nel frattempo, le breccie vennero dotate di armatura per i pilastri verticali in cemento armato gettato sottolivello, per consentire di fissare le lastre in laterizio per arrivare al raso col muro circostante, sopra il quale ricollocare le paraste. Questo sistema permette di creare un nuovo equilibrio, dove le colonne fuori piombo vengono collegate ai carichi orizzontali, che a loro volta scaricano il peso sulla facciata e sull'abside.

Infatti, tutte le colonne vennero fissate nella posizione e collegate a mezzo di un complicato sistema di travi, tralicci, e tubi metallici per creare una tessitura elastica - non fragile - tutta collegata e



Fig. 24. Gli scavi per rafforzare le fondazioni



Fig. 25. La compagine interna della navata centrale allo stato attuale

furono riapplicati, nello stesso punto del ritrovamento, i lacerti strappati, restaurati, e collocati su supporti in vetroresina per una migliore conservazione. Le vetrate sono state realizzate con particolari specchiature in vetro camera antisfondamento, una soluzione non solo ideale per limitare i danneggiamenti dall'esterno ma anche migliori dal punto di vista della prevenzione antisismica (rispetto al cristallo). Infine, sono stati ricollocati tutti i paramenti e gli arredi lignei restaurati, e completati i lavori per gli impianti tecnici.

resistente, un'intelaiatura sia in senso longitudinale che su piano trasversale.

L'ultima fase dei lavori ha interessato le rifiniture esterne ed interne. Fra le rifiniture esterne è stata sistemata l'area di sedime, lastricato il sagrato in laste di pietra e tutta l'area attorno al Duomo. Dal lato del muro a monte è stato scelto un tappeto erboso con canali in porfido allineati ai fori di drenaggio del muro a monte, mentre lungo il perimetro dell'edificio e dietro l'abside l'è stato optato per una pavimentazione a cubi di porfido collocati ad archi di cerchio. Sulla parte antistante la facciata è stata riproposta la stella a otto punte che richiama la forma dell'originale rosone.

Internamente, le navate vennero ripavimentate in marmo secondo il disegno originale, gli intonaci rifatti completamente e al di sopra



Fig. 26. Sul muro di delimitazione del piazzale del Duomo, vi è stata lasciata traccia della sezione rimasta dal terremoto tramite una fila di tavelle in cotto. Lo stesso principio è stato applicato al campanile.



Fig. 27 e **fig. 28**. Il campanile e il Duomo oggi.

Del **campanile** che inglobava il muro trecentesco a monte era rimasto solo uno spuntone, che venne completamente demolito per questioni di sicurezza. È stato poi ricostruito nello stesso posto, rispettando la massa e l'apparato decorativo: ogni pietra è stata raccolta e ricollocata a dar forma alle originarie cordolature, alle sculture, alle lapidi dei "camerari" e fu ricostruito il particolare pinnacolo di cotto "a squame" sul quale è stata fissata una banderuola recante la data della conclusione dei lavori, 1985. La scelta in questo caso è stata di utilizzare solo pietre antiche, e laddove non bastassero quelle raccolte dal crollo, si è recuperato il materiale proveniente dalla demolizione della Chiesa di Cornino.

Questa ricostruzione fedele fu possibile per le stesse ragioni della ricostruzione fedele di Venzone, ovvero la ricca documentazione fotografica prima del terremoto.

Per concludere – e riassumere – i materiali e le tecniche utilizzate per il restauro hanno in gran parte seguito la tradizione antica, come la lavorazione di legno e pietra e la stesura degli intonaci; tuttavia, è stata necessaria l'introduzione anche di materiali e tecniche nuove come il cemento armato, che potessero dialogare con quelle antiche. Soprattutto, nel rispetto del principio di riconoscibilità, si è attuate una serie di scelte che permettono il riconoscimento delle parti antiche, e di conseguenza quelle di nuova costruzione post-sisma. Un esempio è, nella ricostruzione delle murature, la scelta di inserire una fila di tavelle in cotto più basse rispetto al filo del muro; oppure anche, per la lavorazione e finitura degli apparati lapidei, una lavorazione a gradina della superficie a vista. L'intervento così complesso ha consentito la ricostruzione di un edificio, conferendogli una nuova "forza", sia in senso identitario ma soprattutto in senso strutturale. La compagine delle murature ha assunto una nuova rigidità con il metodo "a sandwich", ed elementi come cordoli si è potuto contrastare le spinte verso valle. I collegamenti fra le pareti delle navate con travature reticolari in acciaio, collegati al solaio in calcestruzzo crea un sistema resistente, considerando anche che tutte le murature sono state rinforzate in base ai danni che avevano subito.

E la scelta delle colonne, tanto criticata, ha permesso di mantenere in opera un sistema troppo complicato da modificare, giocando sulle forze di linee verticali

e orizzontali.

Come già anticipato, la ricostruzione ha cercato di seguire il modello precedente, ma alcuni elementi non è stato possibile mantenerli come prima; in particolare, il locale di servizio che nella zona absidale mascherava i due contrafforti è stato notevolmente ridotto. L'area esterna all'edificio è stata abbassata per consentire la fruizione degli elementi decorativi alla base, e sono state aggiunte una scala e l'aiuola per garantire la fruizione dell'abside con i suoi elementi architettonici originali. Il tetto venne dotato nuovamente di copertura a lastre di piombo, dopo la confisca da parte di dai tedeschi in tempo di guerra.

La facciata del Duomo ha subito diversi rimaneggiamenti dopo il sisma, e parte dell'apparato decorativo non è stato possibile riproporlo o salvarlo. In particolare, si sono perse le croci collocate al di sopra del timpano sulla facciata e anche quello sulla cima del campanile. In entrambi i casi vi è stata collocata una nuova croce di uguali dimensioni ma materiale diverso, in memoria dell'originale. Si è perso anche una parte del bassorilievo raffigurante l'Assunzione risalente al 1800.

Internamente, si è sostituito l'altare seicentesco danneggiato completamente e si è abbassato il livello del presbiterio allo stesso piano delle navate.

Tutta l'intera progettazione del restauro doveva rispettare due criteri di sicurezza, ovvero la resistenza dell'edificio ai terremoti frequenti senza subire danni e che, ai terremoti più forti, debba subire fino ad un determinato tipo di danno, che deve evitare danni alle persone e crolli, è in stretta relazione con la sua funzione sociale. Dal momento che i regolamenti riguardano le tipologie edilizie diffuse, non sono potuti essere applicati direttamente al Duomo; si è scelto di operare secondo un modello matematico per indagare gli spostamenti e gli stati di tensione dell'intera struttura, e il comportamento quando è sottoposta a vibrazioni. In questo modo si è garantito al Duomo una nuova sicurezza sismica.

Il “lato positivo” del terremoto

Associare un valore positivo ad un evento calamitoso può sembrare un’eresia, ma in questo caso c’è un motivo. Infatti, ci sono tantissime testimonianze di grandi riscoperte di “tesori nascosti” dopo i crolli dovuti al terremoto. Soprattutto l’architettura religiosa ha subito nei secoli un continuo rimaneggiamenti e aggiornamenti di gusto, nascondendo sotto intonaci, controsoffitti e volte apparati decorativi anche di grande pregio. Questo è accaduto anche nel caso del Duomo di Gemona, dove (oltre alla rimessa in luce di diversi apparati decorativi ad affresco) il crollo dell’intera navata destra consentì di portare alla luce una scoperta sorprendente durante i lavori di consolidamento delle strutture e delle fondamenta: la cripta, che era rimasta interrata in attesa della ricostruzione di Gemona, che era stata distrutta. Nel 2008, sono iniziati i lavori per mettere in luce e studiare questo tesoro nascosto, che conserva anche elementi inediti della storia locale. Lo scavo dell’ossario si è rivelato particolarmente lungo e complesso, con una serie di fasi che includevano sondaggi preliminari, la rimozione di strati di terra uno dopo l’altro, il setacciamento del terreno e la catalogazione e lo studio di ogni reperto. Nei 180 metri quadrati di terra rimossi erano mescolate migliaia di ossa e, tra questi, frammenti ceramici appartenenti a epoche diverse che hanno fornito preziose informazioni sulle origini delle persone sepolte.

**1 TEREMOTO OGNI 4/5 ANNI
DI MAGNITUDO POTENZIALMENTE
DISTRUTTIVA**

1980
IRPINIA

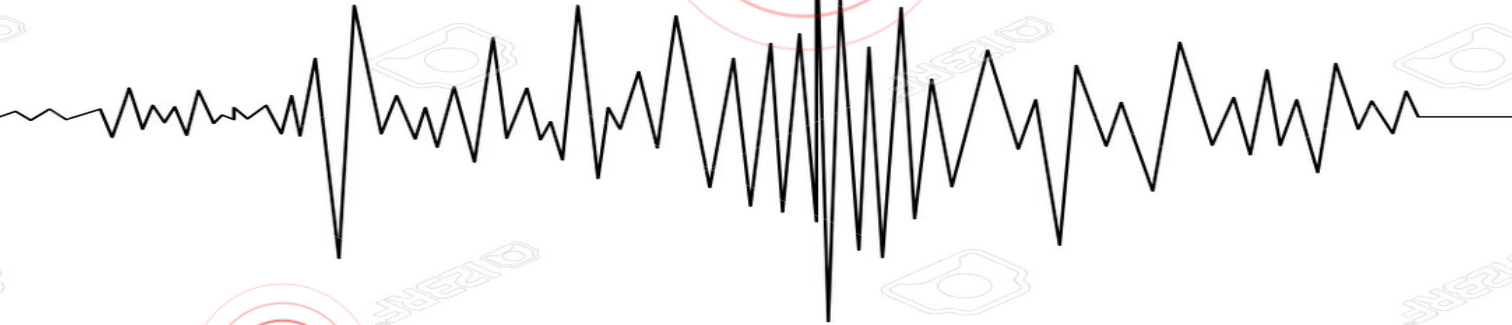
1976
FRIULI

16.302
TERREMOTI NEL 2022,
44 TERREMOTI AL GIORNO,
UNO OGNI 30 MINUTI

2009
ABRUZZO

2016
CENTRO ITALIA

190.000
EVENTI SISMICI IN ITALIA
(E PAESI CONFINANTI)
NEGLI ULTIMI 30 ANNI



1997
UMBRIA- MARCHE

2012
EMILIA ROMAGNA

LA CROSTA DA CJERA...

Oh se il teremot
fos doma la crosta da cjera
ch'a si môf
 sutila ingrispada
 pieluta sclapada
strâts ch'a si sbrùntin
e si pochin
fintramai ch'a sclòpin
o si spàchin e a ti frùcin
dut ce ch'a nol resist
ai lôr scjassons...

Massa biel
s'al fos cussi il teremot
che dalaras bastares
invecit di spietâ
e po contâ i muarts
fâ cjasas ch'a sopuartino
i scjassons plui fuarts
e se a la piês
a si plein o si strùcjin
a si sbrèghin o si sclàpin
no ti lascin sfracheât
sot il tet o un trâf
come un passer
sot na trapula tal prât...

*Ma biel o no biel
'l è chest il teremot
e tinduda ingrispada
sutila sclapada
chesta a è la piel da cjera...*

Tratto dalla raccolta Confini, Leonardo Zanier

LA CROSTA DELLA TERRA...: «Oh se il terremoto/ fosse solo la crosta della terra/ che si muove/ sottile increspata/ pellicina fessurata/ strati che si urtano/ e si spingono/ fino a che schiattano/ o si spaccano e frantumano/ tutto quello che non resiste/ ai loro scossoni...// Troppo bello/ se fosse così il terremoto/ che allora basterebbe/ invece di aspettare/ e poi contare i morti/ fare case che sopportino/ gli scossoni più forti/ che se alla peggio/ si inclinano o ribaltano/ si squarciano o fessurano/ non ti lasciano schiacciato/ sotto il tetto o un trave/ come un passero/ sotto una trappola nel prato...// Ma bello o non bello/ è questo il terremoto/ e compressa rugosa/ sottile fessurata/ questa è la pelle della terra...».

CONCLUSIONI

Con questa breve trattazione nata da un personale desiderio di capirne di più, ho avuto modo di comprendere forse in parte (o approssimativamente, ma sicuramente meglio di prima) alcuni dei meccanismi legati all'evento sismico. Quello che ho capito è che questo fenomeno colpisce il nostro Paese molto di frequente, e per noi avere una normativa antisismica adeguata è fondamentale per tutelare persone, in primis, e cose, in particolare tutto quel ricco patrimonio culturale che ci fa essere – almeno per questo - orgogliosi di essere italiani. Credo che non si stia ancora facendo tutto il necessario in termini di apparato normativo e opere di tutela, ma sono convinta che il compito di sensibilizzare in questi termini spetti soprattutto a noi, tecnici del restauro e a tutte le figure professionali impegnate nella conservazione.

Studiando un esempio di restauro post-sisma, non solo ho avuto un piccolo assaggio dell'enorme lavoro che sta dietro ad un singolo edificio (figuriamoci una città intera), ma ho constatato che teoria e pratica non possono sempre coincidere, e per questo esistono i compromessi che cercano di mettere d'accordo le due entità sulla base delle esigenze del caso specifico.

Ma, prima ancora del caso specifico, bisognerebbe imparare a volgere lo sguardo all'ambiente, mettere in atto strategie di prevenzione perché non per forza si deve sempre arrivare all'evento drammatico per "imparare la lezione". Ed è nostro dovere farlo, perché non sappiamo né quando, né con che intensità, ma una cosa è certa: siamo su un'area ad alto rischio sismico, quindi torneranno.

RINGRAZIAMENTI

A Chiara, le parole non saranno mai abbastanza, ma ci provo. Fonte di energia, luce e positività anche davanti ai nostri muscoli lunghi e alle difficoltà di percorso. Hai saputo individuare i nostri punti di forza e ci hai stimolati a farne tesoro, hai creduto più tu in noi che noi stessi. Mi hai insegnato cosa significa “passione per il proprio lavoro” e spero, un domani, di potermi rivedere in questo tuo esempio. Grazie dei consigli preziosi, espressi sempre con lucidità e raziocinio - che non guasta mai - ma sempre con quella dolcezza che ti caratterizza. Grazie per esserti dedicata a noi sempre con pazienza, fiducia e rispetto perché al giorno d’oggi non sono cose da dare per scontato.

All’Istituto Veneto per i Beni Culturali: alla “segreteria”, ai professori ed in particolare ad Edvige. Non solo per essere una grande professionista, ma per essere una persona rara umanamente. Grazie per avermi dato l’opportunità di quella bella esperienza.

Ai miei compagni di viaggio, poiché nonostante TUTTO sono convinta che mi porterò dentro qualcosa di ognuno di loro; in particolare a Isa&Tommy, perché è solo grazie ai loro “scatti rubati” se il mio portfolio ha qualche testimonianza fotografica del mio lavoro.

A Sergio, i fantastici 6, che dal primo all’ultimo anno, nonostante le mille diatribe interne ed esterne, siamovrimasti sempre noi. Grazie per le risate, alle cene fino alle 3 di notte, ai discorsi in pubblico dove avrei

voluta scavarmi una buca e nascondermici dentro. Grazie per avermi insegnato a vedere alcune cose con più leggerezza, e ad avermi fatta sentire la mamma del gruppo per altre. Vi voglio davvero bene.

Alla persona che mai avrei pensato, il primo anno, di menzionare in queste pagine: Albi, per me supporto fondamentale, sei stato capace di farmi sentire “casa” in Veneto. Grazie per essere per me stimolo costante e per dare sempre per scontato che, come dici tu: “tanto ce la farai”, perché a forza di dai, magari, convincerai anche me.

A Gin, fedele compagna di banco da quel 2017 che sembra così lontano; ne abbiamo fatta di strada, e non solo in senso metaforico. Dai banchi dell’UniUD a quelli dell’IVBC, è cambiata la regione, la città ma non è cambiata la nostra amicizia. Siamo state appoggio l’una per l’altra, e te ne sarò sempre grata.

Alla mia famiglia, mia mamma e mio papà, che sono la mia colonna portante. Grazie per aver sempre appoggiato le mie scelte senza mai dubitare di un mio fallimento, anzi, sostenendomi quando ero io stessa a non credere in me. Grazie per avermi dato la possibilità di vivere fuori regione, rispettando la mia volontà di essere più indipendente ma sempre pronti a riaccogliermi a casa quando ne avevo bisogno. Grazie perché so che riportare a galla certi ricordi non è facile, ma l’avete fatto sempre volentieri raccontandomi di quel terremoto che ha cambiato le vostre vite.

A Fabio, che nonostante ci vediamo all’incirca 4 giorni al mese, riusciamo comunque a litigare ed urlarci contro, ma nonostante questo sono sempre contenta di tornare a casa e rivederlo; so che, sotto sotto, vuole bene a me tanto quanto glie ne voglio io.

Ai nonni, non solo per la loro preziosa libreria, ma anche perché ogni giorno che passa mi rendo conto quanto io sia fortunata ad averli; spero di averli resi un po’ contenti

nell'aver portato a Venezia la storia di casa loro.

A Giulia, amica da una vita, passate dal vivere a 6 km di distanza a 250, ma questo non ci ha fermate. Nonostante ci sentiamo e vediamo poco, so che ci siamo sempre l'una per l'altra e lo dimostriamo sempre nel trovare quell'oretta per vederci quando torniamo entrambe in Friuli.

A Lisa, per essersi buttata in questa esperienza dando una seconda occasione al restauro. Forse, cara eterna insicura, abbiamo trovato la nostra strada e forse, sono poco poco fiera di te.

Lisa

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., *Il Duomo di Santa Maria Assunta di Gemona*, a cura di Nelly Drusin, Arti Grafiche friulane spa, Udine, 1987.
- AA.VV., *Ora per ora il terremoto in Friuli nel racconto degli inviati speciali*, Cartolnova snc, Udine, 1976.
- AA.VV., *Scienza per la conservazione del patrimonio culturale a rischio*, a cura di Donatella Biagi Maino e Giuseppe Maino, Edifir, Firenze, 2021
- Bruno ZANARDI, *Il restauro. Giovanni Urbani e Cesare Brandi, due teorie a confronto*, Milano, Skyra Editore, 2009, p.172.
- Carmen Belmonte, Elisabetta Scirocco, Gerard Wolf (a cura di), *Storia dell'arte e catastrofi. Spazio, tempi, società.*, Marsilio Editori, Venezia, 2019.W
- Francesco GIOVANETTI e Michele ZAMPILLI (a cura di), *Dopo il terremoto... come agire? Giornata di lavoro sui recenti eventi sismici*, Edizioni Roma TrE-Press, Roma, 2018.
- Giovanni URBANI, *Intorno al restauro*, a cura di Bruno ZANARDI, Milano, Skyra editore, 2000.
- Luciano Perissinotto, *Gemona. Un recupero di storia una prospettiva per il futuro*, Istituto per l'Enciclopedia del Friuli Venezia Giulia, Udine, 1980
- Ministero per i beni e le attività culturali, *Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale. Allineamento alle nuove Norme tecniche per le costruzioni*, Roma, Gangemi Editore spa, 2010.

SITOGRAFIA

- http://leg15.camera.it/cartellecomuni/leg14/RapportoAttivitaCommissioni/testi/08/08_cap15_scho1.htm, 2023
- <https://www.rivistaimulino.it/a/le-lezioni-del-terremoto>, 2023
- INGV Data Management Office (2020). INGV Open Data Registry, the metadata catalogue of the Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).<https://doi.org/10.13127/data-registry>., 2023
- <https://dgeric.cultura.gov.it/professioni/restauratori-di-beni-culturali/#:~:text=Il%20restauratore%20di%20beni%20culturali,beni%20e%20assicurame%20la%20conservazione%2C>, 2023
- <https://ingvterremoti.com/2014/05/06/speciale-i-terremoti-del-900-il-terremoto-del-friuli-6-maggio-1976/>, 2023
- <https://www.treccani.it/vocabolario/terremoto/>, 2023.
- <https://dgspatrimonioculturale.beniculturali.it/attivita-direzione-generale-sicurezza-del-patrimonioculturale/ilsistema-informativo-della-carta-del-rischio/>, 2023.
- <https://www.rivistaimulino.it/a/le-lezioni-del-terremoto>, 2023.

RIFERIMENTI FOTOGRAFICI DEL CAPITOLO 4 (FOTO STORICHE)

- AA.VV., *Il Duomo di Santa Maria Assunta di Gemona*, a cura di Nelly Drusin, Arti Grafiche friulane spa, Udine, 1987.
- AA.VV., *Ora per ora il terremoto in Friuli nel racconto degli inviati speciali*, Cartolnova snc, Udine, 1976.
- <https://www.glemone.it/>, 2023.W
- <https://visitgemona.com/scopri/1976-modello-friuli/>, 2023.



IL FRIULI RINGRAZIA
E
NON DIMENTICA