



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea in Tecniche delle Costruzioni e Gestione del
Territorio

**INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO: IL CASO STUDIO
DELLA CHIESA DI SAN MARTINO A CASTIGNANO (AP)**

**SEISMIC IMPROVEMENT INTERVENTION: THE CASE STUDY
OF THE CHURCH OF SAN MARTINO IN CASTIGNANO (AP)**

Relatore:

Prof. Serpilli Michele

Correlatore:

Prof. Pierdicca Roberto

Tesi di Laurea di:

Pasqualini Filippo

Anno Accademico 2023/2024

Indice

Introduzione	5
Capitolo 1: Caso studio: la Chiesa di San Martino (AP)	7
1.1 Identificazione e localizzazione.....	7
1.2 Analisi storico – critica.....	10
1.3 Aspetti architettonici e decorativi.....	13
Capitolo 2: Rilievo	16
2.1 Metodo di rilievo	16
2.2 Strumentazione utilizzata	26
2.3 Le fasi del rilievo	27
2.3.1 Fase di campagna.....	27
2.3.2 Fase di elaborazione	28
2.4 Elaborati grafici	31
Capitolo 3: Iter pratiche sisma e titoli abilitativi	33
3.1 Iter pratiche sisma private e pubbliche	33
3.2 Titoli abilitativi.....	42
3.2.1 Scia	43
3.2.3 Permesso di costruire.....	44
3.3 Esempio caso studio	45
Capitolo 4: Interventi in programma	46
Capitolo 5: Stima dei costi	47
5.1 Quadro tecnico economico	47
5.2 Computo metrico estimativo	51
Capitolo 6: Sicurezza	56
6.1 Normativa: D.lgs. 81/2008	56
6.1.1 Le figure della sicurezza.....	58
6.1.2 Documenti obbligatori in cantiere	60

6.2	Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC).....	62
6.3	Piano Operativo di Sicurezza (POS)	65
	Conclusioni.....	67
	Bibliografia.....	68
	Riferimenti normativi.....	69

Introduzione

La sismicità del territorio italiano è una caratteristica con la quale il patrimonio storico-monumentale deve inevitabilmente confrontarsi. Infatti, il terremoto che ha colpito il centro Italia nel 2016 ha lasciato un'impronta indelebile su molti edifici storici, tra cui la Chiesa di San Martino a Castignano, situata nella provincia di Ascoli Piceno. La presente tesi di laurea si propone di analizzare in dettaglio la situazione della chiesa, esaminando non solo l'impatto del sisma, ma anche l'intero processo di recupero e consolidamento.

Nelle pagine seguenti verranno quindi approfonditi tutti quegli aspetti burocratici, tecnici ed economici relativi al recupero post-sisma. Partendo dal rilievo dell'edificio, effettuato mediante tecnologia laser scanner, grazie al quale sono state raccolte informazioni sulla geometria, sui materiali e sullo stato di danno e fessurativo della chiesa.

Ponendo poi l'attenzione sulla parte burocratica di una pratica sisma, analizzando nello specifico l'iter dell'immobile oggetto di studio, citando quindi l'ordinanza n°132 del 30 dicembre 2022 "Approvazione nuovi interventi relativi agli edifici di culto e integrazione finanziaria dei precedenti programmi".

La gran parte degli edifici esistenti presenti sul territorio nazionale è stata realizzata in muratura; tuttavia, tali strutture non sono state progettate per resistere alle sollecitazioni sismiche. Per questo motivo, sempre più spesso, si rendono necessari interventi atti a conferire loro risorse aggiuntive che permettano di migliorarne la risposta sismica; verranno quindi approfonditi gli interventi in programma, con una conseguente analisi generale dei costi relativi ad un lavoro di questo genere e della sicurezza.

L'obiettivo della presente tesi è quello di approfondire ogni aspetto legato all'intervento di miglioramento sismico della Chiesa di San Martino a Castignano, amalgamando la parte tecnica con quella burocratica, evidenziando l'importanza della preservazione del nostro patrimonio storico.

Capitolo 1: Caso studio: la Chiesa di San Martino (AP)

1.1 Identificazione e localizzazione

La Chiesa di San Martino è ubicata in contrada San Martino a Castignano, in prossimità del bivio fra la strada provinciale n° 73 e la strada provinciale n° 17, in provincia di Ascoli Piceno. Identificata al catasto fabbricati al foglio 21, particella 16 sub. 1 e particella 167.

Di seguito è riportata la vista aerea che permette di localizzare la struttura all'interno del territorio e, successivamente, alcune viste prospettiche.



Figura 1: vista aerea di Castignano



Figura 2: vista prospettica chiesa di San Martino



Figura 3: altra vista prospettica chiesa di San Martino



Figura 4: altra vista prospettica chiesa di San Martino

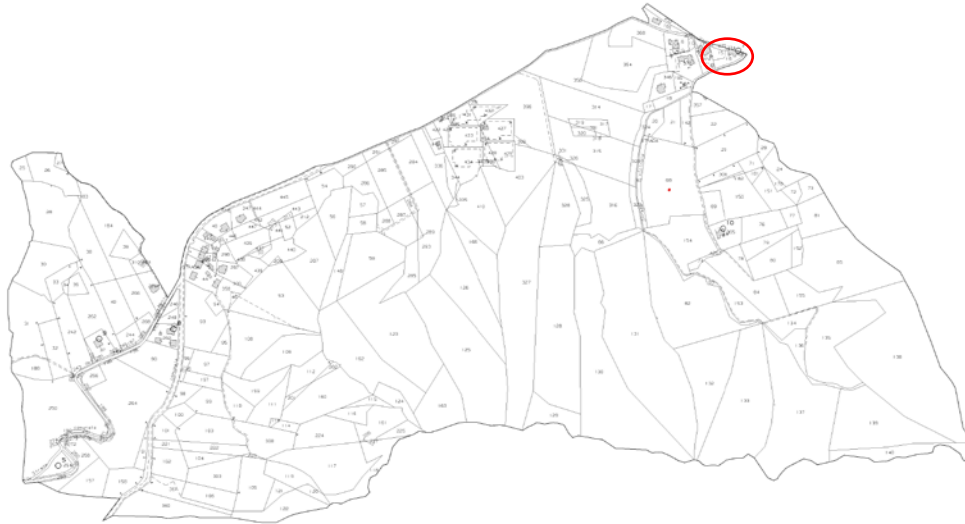


Figura 5: foglio 21 particella 16

1.2 Analisi storico – critica

La prima citazione che si ha sulla chiesa di San Martino risale al 1187 (Santi Martino de Castignano) si trova nelle carte di Fonte Avellana, famosa abbazia camaldolese (citata anche da Dante), che annoverava tra i suoi possedimenti la chiesa. Nel 1187 Papa Gregorio VIII confermò i possedimenti di 97 chiese, tra cui la chiesa di San Martino.

Altre notizie e citazioni si trovano nelle ricevute delle Rationes Decimarum (rendiconti di pagamenti di tasse allo stato pontificio) per il triennio 1390-1392. Lo stato pontificio si manteneva con le tasse delle chiese, definite decime, poiché il parroco doveva versare un decimo di quello che introitava sia dalle offerte sia dalle entrate che, successivamente, inviava a Roma. Da alcune testimonianze si evince l'importanza della chiesa di San Martino che pagava, infatti, una tassa superiore rispetto a quelle pagate dalle altre contrade di Castignano.

Fino al 1571 non si trovano documenti scritti.

Solo in occasione delle visite pastorali, fatte dai vescovi alle loro diocesi, si trovano ulteriori notizie sulla chiesa di San Martino. Dal 1563, dopo il Concilio di Trento, il Papa obbligò i vescovi a controllare tutte le chiese ogni 5/6 anni. Dalle visite scaturirono resoconti completi redatti dai segretari. Spesso i sacerdoti, prima delle visite, imbiancavano le pareti delle chiese (alternando i dipinti) o spargevano calce viva sopra i sepolcri per prevenire malattie infettive, peste, ecc. Nel 1571, Monsignor Pietro Camaiani, vescovo di Ascoli Piceno, dato che Castignano a quel tempo faceva parte della diocesi ascolana, visitò la chiesa di San Martino. Nel 1586 Castignano fu inglobata nella diocesi di Montalto delle Marche che Sisto V creò togliendo territori a Fermo, Ascoli Piceno e San Benedetto del Tronto. Da quell'epoca in poi la documentazione risulta essere regolare.

Fino al 1716 è stata fatiscente, quasi pericolante, come un rudere. Da quell'anno divenne proprietà della famiglia Recchi, famiglia nobile di Castignano, che la fece ricostruire (una lapide di travertino, posta sul lato destro del campanile, reca la testimonianza di quanto sopra affermato). In quegli anni era abituale che famiglie nobili e ricche dessero contributi e finanziamenti per edificare chiese, acquisendo il diritto ad occuparvi, durante le funzioni, i primi posti; inoltre venivano celebrate cerimonie per i membri della famiglia che solitamente vi erano sepolti. Infatti, in quei tempi, le sepolture costituivano un problema da risolvere: i poveri venivano sepolti nelle fosse comuni, i ricchi e gli aristocratici nelle chiese con tanto

di lastre sepolcrali. Da documenti risulta che già nel 1500 la famiglia Recchi avesse finanziato l'edificazione di "varie opere" nel territorio.



Figura 6: lapide in travertino famiglia Recchi

Quanto alla costruzione della chiesa, si può supporre che essa sia stata fatta edificare da "patroni" che, successivamente la donarono ai monaci. Chi faceva costruire una chiesa vantava il diritto di patronato ed era proprio il "patrono" che lì, nella chiesa, poteva essere sepolto. Non è sempre facile reperire documenti che testimonino e accertino l'identità di chi aveva conferito l'incarico di costruire chiese; tuttavia, attraverso i vari restauri, è possibile scoprire lapidi, scritte e tracce e risalire al patrono che doveva provvedere alla manutenzione della chiesa. Siamo negli anni in cui si verificano lotte tra papa e imperatore; il potere temporale della chiesa inizia a svilupparsi diventando essa stessa una potenza. I ricchi, profondamente religiosi, temendo la morte e le pene dell'inferno donavano beni terreni ai monasteri, che, via via, si trasformavano, quasi, in imperi terrieri, con grandi quantità di proprietà, di castelli, chiese e case. Con Bernardo di Chiaravalle, animatore dell'ordine dei Cistercensi e sostenitore della teologia monastica dell'orazione e della contemplazione, vengono fondati i monasteri (Gubbio) dove sono presenti "monaci riformatori", così definiti perché rifiutavano le ricchezze materiali. Nel 1100 fu fondato da San Pier Damiano, il monastero di Fonte Avellana che annovera possedimenti nell'alta marca, nel territorio di Ascoli Piceno e nelle regioni limitrofe, dove i monaci avellaniti, vestiti di bianco con croce

rossa, erano presenti. In tutti i documenti avellaniti figura, quale possedimento, la chiesa di San Martino, passata successivamente sotto il presidato farfense.

Per quanto riguarda invece l'origine del nome dobbiamo risalire ai longobardi. I quali scendendo verso il centro Italia crearono il ducato di Spoleto, Benevento e Pavia. L'area di Castignano si trovava nella zona centrale del ducato di Spoleto. Dal 650 d.c., stanziati in Italia, i longobardi si convertirono al cattolicesimo e si romanizzarono diventando italici. Avevano come santi protettori San Michele Arcangelo e San Martino, vescovo di Tours, figlio di un tribuno militare, anch'egli fu soldato e si convertì al cristianesimo. Si può supporre quindi che il nome della chiesa sia stato assegnato per onorare, ricordare proprio San Martino vescovo di Tours, generoso e caritatevole, qualità che i costruttori della chiesa volevano evidenziare e farsi riconoscere per aver realizzato un edificio sacro la cui posizione, posta in un bivio, appare molto significativa. Quasi a rappresentare la presenza di un aiuto, di un atto di carità verso i bisognosi.

Esistono, tuttavia, altre ipotesi che potrebbero spiegare l'ubicazione della chiesa, sita in un incrocio come a significare, con la presenza di un edificio sacro in un bivio, quindi in un posto che richiama la croce, la volontà di scacciare le streghe che, in tempi pagani, si credeva fossero di notte presenti nei punti di confluenza di più strade. Altre ipotesi spiegano l'edificazione della chiesa in un luogo importante del territorio di passaggio e di sosta, dove monaci, chierici e cappellani potevano ospitare i viandanti.

1.3 Aspetti architettonici e decorativi

La chiesa è costruita su due ordini separati da leggere cornici in cotto. L'ingresso ornato in mattoni è sormontato da una finestra anch'essa con cornice in mattoni, ai suoi lati due finestre ellittiche illuminano l'interno. Nel secondo ordine ai lati della finestra sono poste due nicchie con ghiere in mattoni. A coronamento della facciata vi è il timpano con cornici in cotto ornato da modanature. Le paraste che originano dal livello terreno proseguono fino al culmine, sormontate da cuspidi.



Figura 7: facciata principale chiesa San Martino

L'interno intonacato e tinteggiato completamente di bianco è scandito da lesene ornate di capitelli dorici. Sull'intero perimetro corre un cornicione ornato con dentelli realizzati in stucco. Al centro delle pareti laterali vi sono due nicchie centinate entro le quali sono alloggiate due statue. Sollevato di un gradino rispetto al pavimento della navata il presbiterio è racchiuso nello spazio delimitato dall'abside curva. Due finestre illuminano naturalmente gli interni. L'intero spazio è quasi disadorno, con l'eccezione del crocifisso appeso alla parete di fondo.



Figura 8: vista interna chiesa San Martino

Sul lato destro della chiesa si innalza il campanile, interamente realizzato in mattoni, è ripartito in due ordini con cupola a cipolla posta sulla cella campanaria. Sugli spigoli le paraste sostengono il peso della costruzione. Nelle specchiature al di sotto della cella campanaria ci sono due dischi con cornice in cotto, che un tempo ospitavano forse un orologio. La cella campanaria si apre su quattro cornici ad arco a tutto sesto. I vertici sono ornati da lesene con capitelli che sostengono il soprastante cornicione.

La chiesa, costruita con tecniche tradizionali, è in muratura portante realizzata con mattoni pieni legati con malta. I paramenti murari interni sono intonacati e tinteggiati, mentre esternamente risaltano gli elementi decorativi in cotto sullo sfondo di intonaco. La chiesa è voltata a botte, sopra l'imposta della volta è presente la struttura in legno del tetto, coperto esternamente da coppi.



Figura 9: campanile

Capitolo 2: Rilievo

2.1 Metodo di rilievo

Il primo step del lavoro è stato quello di effettuare un rilievo preliminare della Chiesa di San Martino a Castignano, per avere maggiori informazioni sulla geometria, sui materiali e sullo stato di danno e fessurativo della chiesa.

Il rilievo è stato svolto con l'utilizzo del laser scanner.

Nelle righe seguenti oltre alle due componenti, cioè il laser e lo scanner, verranno descritte le caratteristiche, i componenti e le diverse tipologie dello strumento.

Iniziamo con il termine laser: è un acronimo inglese di light amplification by the stimulated emission of radiation, ovvero amplificazione di luce tramite emissione stimolata di radiazioni.

La scoperta fondamentale che ha permesso l'emissione della luce laser è dovuta ad A. Einstein nel 1917. Egli ipotizzò, infatti, che l'emissione di un fascio di luce ad alta energia da un atomo può essere stimolata da un fascio di luce di una certa frequenza incidente a sé stesso. Da questo fenomeno deriva la teoria del laser.

La tecnologia del laser nasce invece nel 1958 dai fisici statunitensi Townes e Schawlow, quali pensarono di amplificare la luce attraverso un dispositivo ottico racchiuso entro una coppia di specchi riflettenti paralleli che formavano la cavità risonante.

Le prime applicazioni laser scanner in ambito industriale possono essere collocate alla fine degli anni '80 del secolo scorso, ma per trovare sul mercato dispositivi industrializzati e prodotti in serie si deve arrivare alla fine degli anni '90.

La diffusione di questa tecnologia nell'ambito del rilievo territoriale ed architettonico è avvenuta gradualmente fino a costituire una metodica consolidata ed universalmente riconosciuta.

Il laser è dotato di una cavità ottica composta da una coppia di specchi contrapposti, nel cui interno viene posto il materiale (gas, liquido o solido) con cui gli atomi sono utilizzati per il processo di emissione stimolata. In tale modo, la radiazione generata viene riflessa avanti ed indietro tra i due specchi e ad ogni passaggio attraverso il mezzo attivo viene amplificata, con la caratteristica di mantenere un certo numero di atomi in uno stato eccitato in seguito al processo di pompaggio. Un sistema di pompaggio fornisce energia, in genere tramite

scariche elettriche. Uno dei due specchi è semiriflettente e quindi garantisce la fuoriuscita di un certo numero di fotoni. Questi fotoni che sono lasciati passare costituiscono il raggio di luce emesso dal laser.

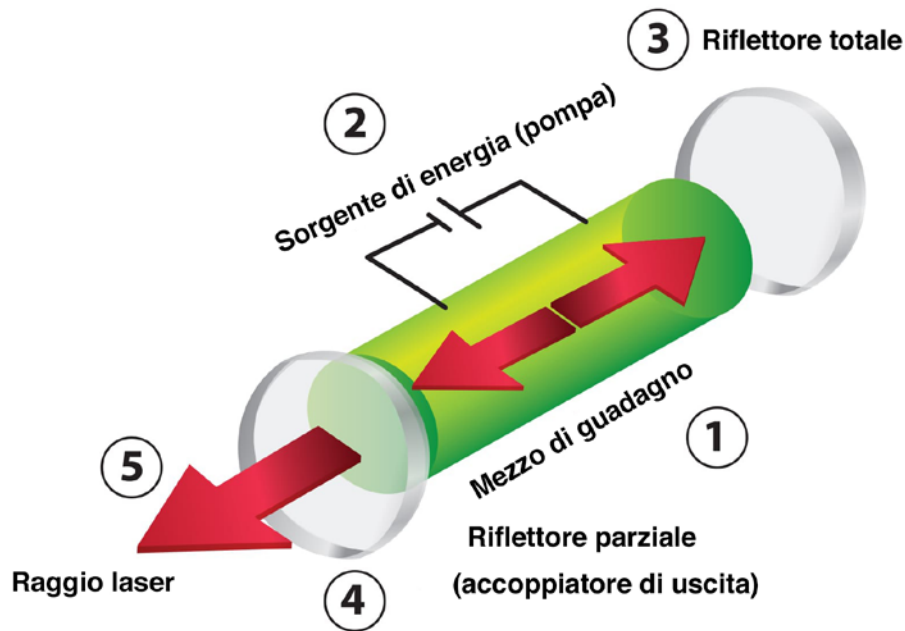


Figura 10: componenti di un laser

Il laser è uno strumento in grado di trasformare l'energia da una forma primaria (elettrica, ottica, chimica, termica o nucleare) in un fascio di radiazione elettromagnetica: la luce laser. Rispetto alla luce di una normale lampadina, la luce laser possiede alcune peculiarità che la rendono unica, quali:

- monocromaticità: non come la luce di una torcia che appare bianca (o colorata a seconda della lampadina utilizzata) che è composta da molte frequenze di luce appartenenti allo spettro visibile all'occhio umano;
- unidirezionalità: deve essere composta da un'onda che non viene irradiata in tutte le direzioni come le luci di tipo tradizionale, ma si propaga a grande distanza e con estrema direzionalità: può quindi essere focalizzata su punti molto piccoli;
- coerenza temporale: deve essere costituito da onde della stessa frequenza e della stessa fase che si sommano dando origine ad un fascio di luce che può essere proiettato ad alta intensità ed elevata potenza.

La luce laser è molto concentrata, non si disperde nell'ambiente ed ha una lunghezza d'onda estremamente precisa, tale da essere utilizzata per misurare la distanza di un oggetto dal punto di emissione.

I rischi associati all'uso del laser sono legati a:

- caratteristiche intrinseche del fascio,
- apparecchiature che permettono di creare e mantenere questo tipo di radiazioni.

L'interazione diretta con il raggio interessa molto gli occhi e la pelle.

Le grandi varietà di lunghezza d'onda, energia e caratteristiche d'impulso dei sistemi laser rendono necessarie, ai fini della sicurezza, una classificazione. Tale classificazione si prefigge l'obiettivo di tutelare le persone a contatto con il fascio luminoso indicando i rischi che si possono correre ed è basata sul parametro definito Emission Limit passable (ovvero Limite di Emissione Accettabile) che definisce i livelli di radiazione.

La norma CEI sulla sicurezza dei dispositivi laser identifica cinque classi: 1, 2, 3A, 3B e 4, con i relativi indici di pericolo. *Norma CEI-EN 60825-1; Pubbl. 2003-02 – «Sicurezza dei dispositivi laser»*

Classe	
1	Sicuri
1m	Pericolosi se enfatizzati da lenti
2	La reazione delle palpebre protegge da questa intensità
2m	L'osservazione del raggio può essere pericolosa
3A	Potenzialmente pericolosa
3B	Pericoloso
4	Pericolose anche le riflessioni

Figura 11: Norma CEI-EN 60825-1

Un'altra caratteristica da tener conto dei raggi laser è la riflettività del laser stesso quando va a incidere una superficie. La riflessione del laser varia dalla tipologia della superficie dei materiali che incontra.

Se la superficie presenta rugosità, la direzione dei raggi riflessi è indipendente da quella del raggio incidente secondo il principio di Lambert, quindi si ha una riflettività diffusa.

Se la superficie invece è liscia, la riflessione del raggio è totale e quindi speculare.

Una reazione diversa si verifica quando si hanno superfici catarifrangenti o retroriflettenti dove il raggio laser viene respinto nella stessa identica direzione del raggio incidente.

Invece lo scanner è uno strumento che permette l'acquisizione dei dati, che avviene secondo specifici criteri di organizzazione dei dati raccolti, analoghi a quelli degli strumenti di scansione tradizionali.

Questi criteri possono essere riassunti:

- nella capacità di operare in modo automatico e sistematico,
- nella velocità d'acquisizione,
- nella possibilità di avere accesso ai dati in tempo reale.

Il laser scanner per il rilevamento utilizza la tecnica Lidar (light detection and ranging o laser imaging detection and ranging). Con questo termine si indica la tecnica di rilievo basata sull'uso di impulsi di luce laser in campo scientifico.

Il lidar è un metodo di rilevamento attivo che ha lo scopo di individuare e determinare alcune caratteristiche e la misura della distanza di un oggetto o di una superficie dall'emissione riflessa di fasci elettromagnetici.

Le caratteristiche ed i vantaggi di questa tecnica sono che consente di effettuare un metodo di rilievo con maggiore precisione, attraverso tecniche di acquisizione ed elaborazioni rapide. Si tratta di un'operazione semi-automatica, con minima dipendenza umana, richiesta solo nella configurazione dei parametri di sistema. Non dipende dal tempo e dalla luce e non necessita di fonte luminosa solare o artificiale per il rilevamento di una scena. Anzi, i raggi solari che colpiscono lo strumento possono creare forme di disturbo come, ad esempio, anche la goccia della pioggia che può compromettere l'irraggiamento del fascio elettromagnetico.

Il lidar produce una grande quantità di dati e offre informazioni spaziali precise e anche georeferenziate e consente di generare nuvole di punti.

Oltre ad i laser scanner altri strumenti che usano la tecnica lidar sono i sistemi di geolocalizzazione, cioè di navigazione e posizione di un oggetto come la stazione totale e Global Position System.

Il laser scanner è uno strumento utilizzato per l'acquisizione di superfici che definiscono un volume sotto forma di milioni di punti, in tempi rapidissimi. In altre parole, è uno strumento in grado di acquisire coordinate tridimensionali di punti regolarmente distribuiti su oggetti in modo automatico, sistematico e con grande densità.

In generale la tecnologia laser scanner si basa sempre sul principio di emissione e ricezione di un raggio, di un fascio di luce.

Si distinguono due principali famiglie di scanner: i triangulation scanner (scanner a triangolazione) e i ranging scanner, cioè gli scanner a misura diretta della distanza.

Gli scanner a triangolazione ottica fanno sì che il laser venga emesso da un punto differente rispetto al punto in cui viene rilevato. Essendo la distanza tra questi elementi nota, e, conoscendo l'ampiezza degli angoli che il laser, nel suo percorso, traccia a partire dalla retta di congiunzione dei due punti, si determinano univocamente i due lati e l'angolo mancante del triangolo e quindi l'esatta posizione del punto intercettato dalla luce. La posizione nello spazio di ogni punto rilevato viene quindi determinata grazie ad un calcolo trigonometrico.

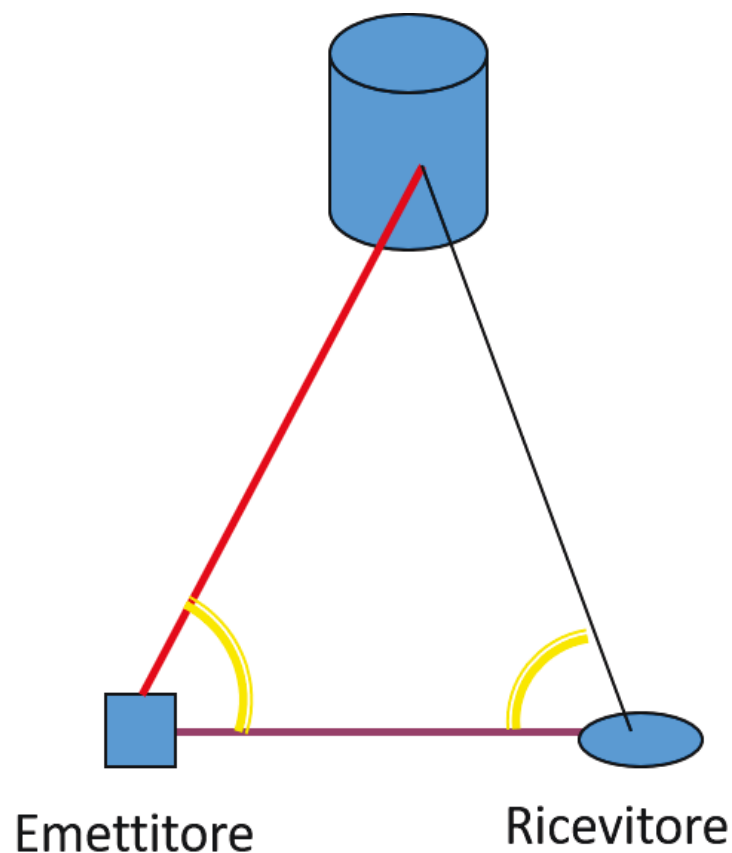


Figura 12: laser scanner a triangolazione

Rientrano sempre nella famiglia dei laser scanner a triangolazione anche gli scanner a luce strutturata. In questo caso viene emesso un pattern di luce che viene riflesso deformato dalla morfologia dell'oggetto rilevato, fornendo l'informazione della tridimensionalità. Quindi sull'oggetto viene proiettato un fascio di sezioni di luce (pattern), rendendo possibile l'acquisizione contemporanea di tutte le parti di interesse. Attraverso l'analisi della deformazione del pattern proiettato, viene ricavata la geometria tridimensionale del modello. Ora passiamo ad analizzare i laser scanner distanziometrici (ranging scanner) che si basano sulla stessa logica, ovvero, un impulso laser è inviato all'oggetto secondo passi angolari (azimutali e zenitali) predefiniti. La posizione del punto misurato è definita da coordinate polari, trasformate in coordinate cartesiane.

Esistono due famiglie di laser scanner distanziometrici: a tempo di volo e a differenza di fase. Con i laser scanner a tempo di volo, la misura della distanza viene determinata grazie alla misura del tempo intercorso fra l'emissione dell'impulso laser riflesso dall'oggetto, e il suo ritorno al sensore per determinare la distanza.

Vengono emessi dallo strumento dei raggi di luce estremamente corta che, una volta colpita la superficie dell'oggetto del rilievo, ritornano all'origine. Calcolando la direzione angolare ed il tempo di ritorno del segnale, si ottiene la giusta coordinata del punto nello spazio. È lo stesso principio che viene utilizzato dai più diffusi misuratori laser di basso costo come i distanziometri, o dagli autovelox.

Il funzionamento dei laser scanner che impiegano il sistema di misurazione a modulazione di fase prevede il calcolo della differenza della fase tra il segnale emesso e quello riflesso. La differenza di fase che si determina corrisponde alla distanza dell'oggetto. Questo metodo permette di rilevare un oggetto con una maggiore velocità in proporzione al tempo impiegato per effettuare una scansione, ma il range di questi scanner ha una distanza limitata: arriva a un massimo di 60/80 metri.

La distanza massima a cui il sensore può effettuare la misura della distanza viene indicata con il termine range e rappresenta l'indice di portata di uno strumento laser scanner.

Il valore massimo di portata raggiungibile dipende, dalle caratteristiche del segnale emesso, dalla direzione che segue il raggio laser per colpire la superficie dell'oggetto e, soprattutto, dalle caratteristiche di riflettività della superficie.

Durante le operazioni di rilievo possono presentarsi condizioni di disturbo e interferenze che possono ridurre o compromettere l'intensità del segnale di ritorno allo strumento, e questo può avvenire, per esempio, in presenza di sorgenti luminose artificiali, luce solare e altre

radiazioni luminose prodotte dal riflesso di oggetti vicini, in caso di materiali con elevato potere radio-assorbente o materiali che vengono attraversati dal segnale luminoso (es. superfici vetrate) e superfici molto inclinate. Anche le condizioni d'umidità della superficie possono causare una forte dispersione del segnale e quindi la sua conseguente riduzione di intensità.

Un'altra caratteristica da prendere in considerazione che riguarda i laser scanner è l'accuratezza, definita come grado di conformità di una quantità misurata rispetto al valore reale. Le caratteristiche fisico-meccaniche che concorrono al raggiungimento delle accuratèzze finali possono essere riassunte in:

- accuratezza angolare: attraverso la conoscenza degli angoli di rotazione nelle due direzioni (orizzontale e verticale) associata alla misura del range, si può risalire alla posizione del punto nello spazio. Ogni deviazione angolare corrisponderà ad un errore di posizionamento.
- accuratezza nella misura delle distanze: in base al range di acquisizione, l'accuratezza nei ranging scanner (scanner distanziometrici) varia in modo lineare; invece, nei triangulation scanner (scanner a triangolazione) assume un andamento parabolico.

Temperatura, condizioni atmosferiche, interferenze di radiazioni luminose o altri campi elettromagnetici, possono influenzare l'accuratezza delle misure.

Un'altra proprietà dei laser scanner è il campo visivo.

In commercio esistono tipologie di laser scanner, che dal punto di vista del campo visivo di acquisizione, possono essere raggruppati in tre categorie principali: i Camera Scanner, i Panorama Scanner e gli scanner che adottano una soluzione intermedia.

I Camera Scanner hanno un limitato campo visivo paragonabile a quanto accade in una fotocamera; l'intervallo angolare di scansione è limitato, sia sul piano orizzontale che verticale. Questo tipo di scanner è pratico per utilizzi legati al rilevamento ambientale, e quindi per scansioni di superfici situate a lunga distanza.

I Panorama Scanner hanno un campo visivo quasi sferico, limitato unicamente dalla base dello strumento (la quasi totale copertura del campo visivo fa sì che questo tipo di strumento si presti molto bene alla scansione di ambienti interni di edifici).

Un terzo tipo che chiameremo scanner ibridi è rappresentato da sistemi che hanno un campo visivo intermedio tra i primi due e possono compiere rotazioni complete solamente attorno ad uno degli assi.



Figura 13: differenze di campo visivo

Infine, un'ultima proprietà del laser scanner è la risoluzione.

La risoluzione di un laser scanner si rifà allo spazio che intercorre tra un punto misurato e quelli adiacenti e cioè dipende dalla scelta dell'operatore e della distanza di acquisizione.

La risoluzione può essere definita come la sua capacità di rilevare e rappresentare oggetti di dimensioni minime sull'oggetto analizzato e dipende dalle caratteristiche meccaniche e ottiche dello strumento.

Quindi, possiamo affermare che, con il termine risoluzione di una scansione, si esprime la densità di punti di un modello tridimensionale generato dallo strumento laser.

Un dispositivo laser scanner è costituito da diverse unità o componenti, distinte dalle funzioni diverse che esse assolvono.

- L'unità laser comprende il sistema elettro-meccanico di generazione e quindi di emissione del raggio laser.
- L'unità della misura definisce il campo visivo e la distanza massima raggiungibile dal laser per effettuare una misurazione.
- L'unità di controllo del sistema e di memorizzazione dei dati acquisiti.
- Il sistema di rotazione che permette di operare un moto rotatorio intorno all'asse verticale del dispositivo in caso di panorama scanner o scanner con campo visivo ibrido.

Il file di output, che si ottiene dopo aver eseguito una o più scansioni tramite il laser scanner, è una nuvola di punti, in inglese point cloud. Essa è costituita da un insieme di punti che definiscono un modello tridimensionale dell'oggetto, o dell'ambiente rilevato, in cui sono note le coordinate di ciascun punto, che determinano quindi la posizione di ciascun punto in un sistema di riferimento fittizio creato dal laser scanner.

La densità della nuvola dei punti, quindi il numero dei punti che essa contiene e lo spazio presente tra i punti, è proporzionale al tempo di acquisizione. Nella realizzazione della scansione, più il tempo di acquisizione è elevato, maggiore è la densità della nuvola che si ottiene.



Figura 14: esempio nuvola di punti

Oltre alle coordinate spaziali, la maggior parte degli scanner acquisiscono anche il valore della riflettanza (o intensità).

La riflettanza misura la capacità di riflettere parte del raggio laser incidente su una data superficie o materiale. Il rapporto tra intensità del flusso radiante riflesso, e intensità del flusso radiante incidente, è una grandezza adimensionale. Il suo valore è legato alle caratteristiche del materiale di cui è costituita la superficie.

La registrazione dell'intensità dell'onda di ritorno della luce laser consente infatti di rilevare i valori di riflessività dei materiali, nonché di evidenziare anche le caratteristiche materiche di un oggetto, grazie alla differente risposta cromatica, in funzione della riflettanza dei singoli punti.

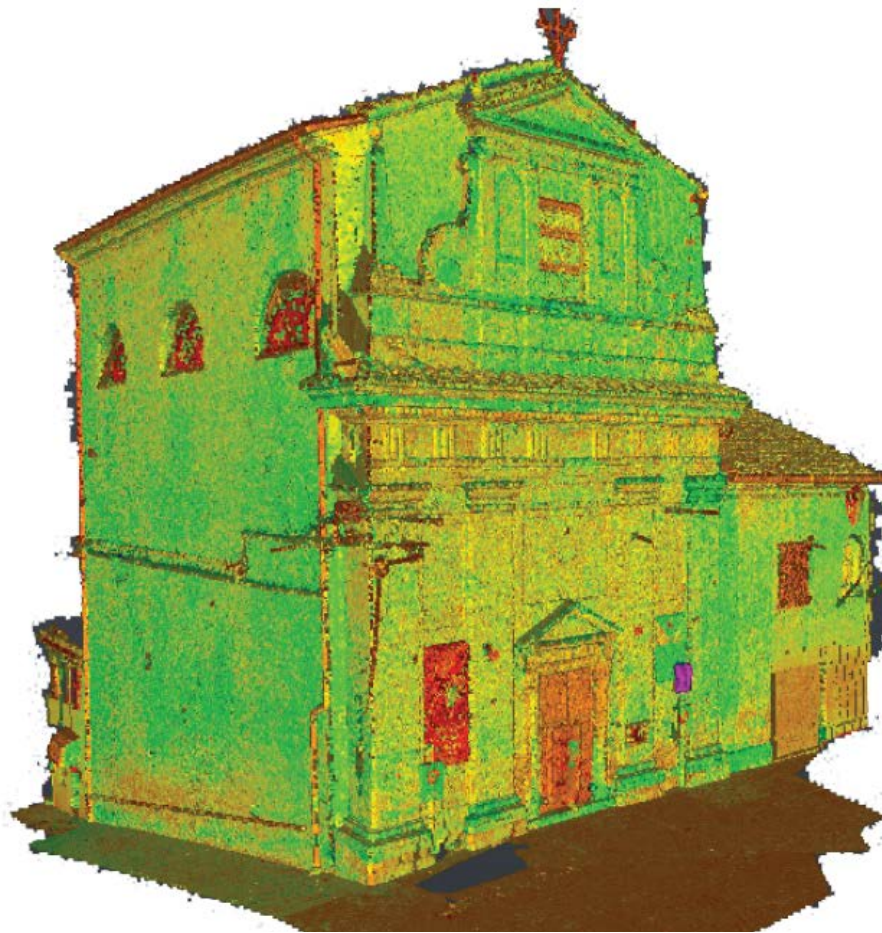


Figura 15: riflettanza nuvola di punti

2.2 Strumentazione utilizzata

Per rilevare l'edificio oggetto di studio, la chiesa di San Martino sita a Castignano (AP), è stato usato il laser scanner della Leica modello BLK 360.

Le caratteristiche dello strumento sono:

- quattro impostazioni di scansione per acquisire dati in 7, 13, 30 o 75 secondi a 680.000 punti al secondo;
- ricche immagini ad alta gamma dinamica (HDR) con 5 bracket HDR;
- piccolo e leggero, misura 155x80 mm e pesa solo 850 g con le batterie installate;
- il sistema inerziale visivo (VIS) preregistra automaticamente le scansioni sul campo;
- trasferimento dati ad alta velocità tramite USB-C e WiFi.

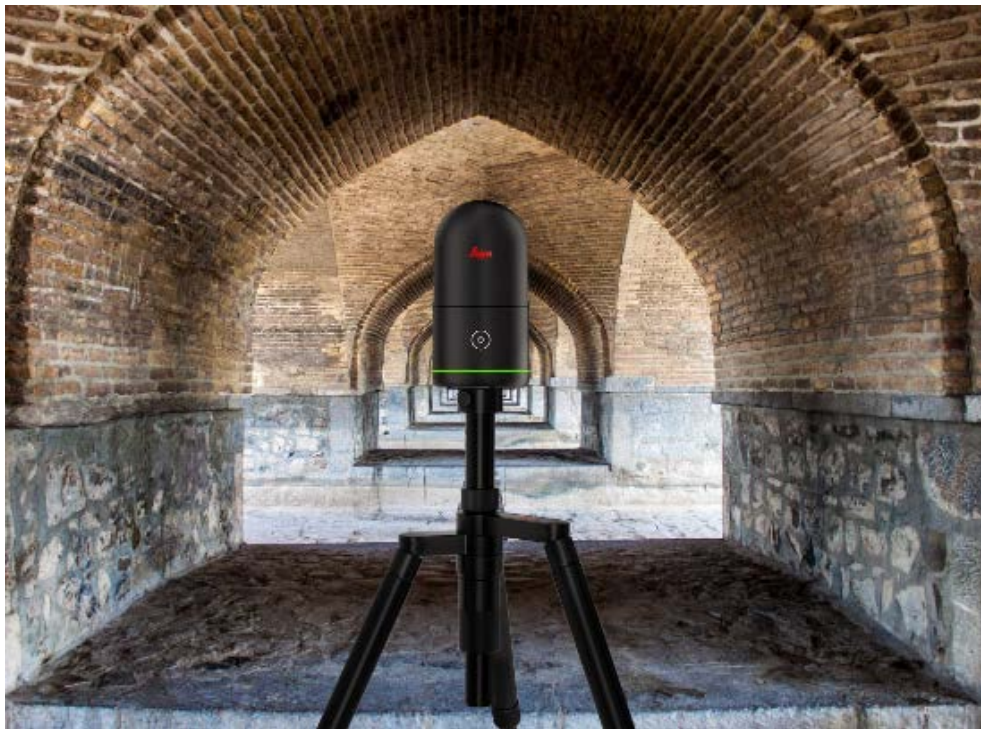


Figura 16: laser scanner BLK 360 Leica

2.3 Le fasi del rilievo

2.3.1 Fase di campagna

La prima fase, quella chiamata di campagna, è il rilievo vero e proprio, fase in cui si acquisiscono i dati. La componente base è l'hardware, ovvero lo strumento utilizzato, nel nostro caso il laser scanner. Per eseguire un rilievo prima di tutto si fa un'ispezione, un sopralluogo, una valutazione della scena o dell'oggetto da rilevare. Si prepara quindi l'attrezzatura, si controllano i parametri di configurazione del sistema scanner e si sceglie come salvare i dati raccolti. Infine, si procede con la scansione della scena. In questo caso si è proceduto effettuando prima tutte le scansioni esterne al fabbricato poi quelle interne, di seguito negli appunti vengono specificati i punti di presa.

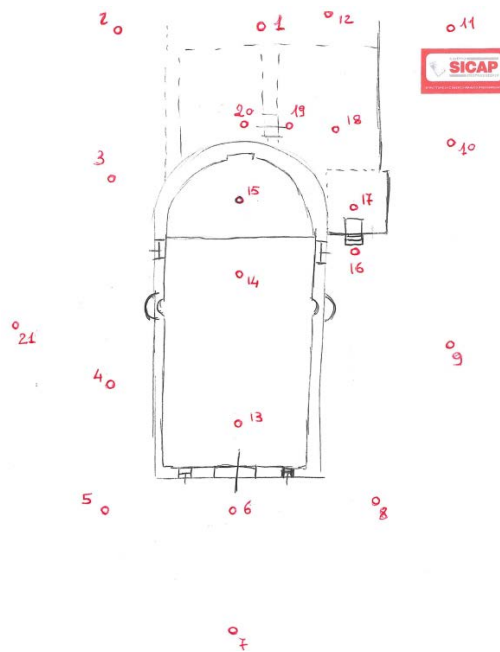


Figura 17: appunti sopralluogo

2.3.2 Fase di elaborazione

Mentre la prima fase si esegue nell'ambiente di rilievo, la successiva fase di elaborazione dei dati raccolti si effettua in laboratorio o in un altro luogo di lavoro con l'uso di un software. Si è proceduto quindi ad importare tutte le scansioni effettuate nel programma Cyclone Register BLK 360 della Leica, successivamente unite per formare un'unica nuvola di punti. Di seguito alcune immagini di chiarimento dei passaggi eseguiti, a partire dalla prima schermata (figura 18) dove troviamo i vari punti di presa uniti fra loro, ciascuno indicato con un puntino rosso. Per continuare poi con due schermate della nuvola di punti, una con i colori della scansione (figura 19) e l'altra indicante i valori della riflettanza o intensità (figura 20). Infine, alcuni dati sulla precisione del rilievo, in particolare della precisione della sovrapposizione delle varie nuvole e dell'errore medio (figura 21). La nuvola è stata poi importata in autocad (figura 22).

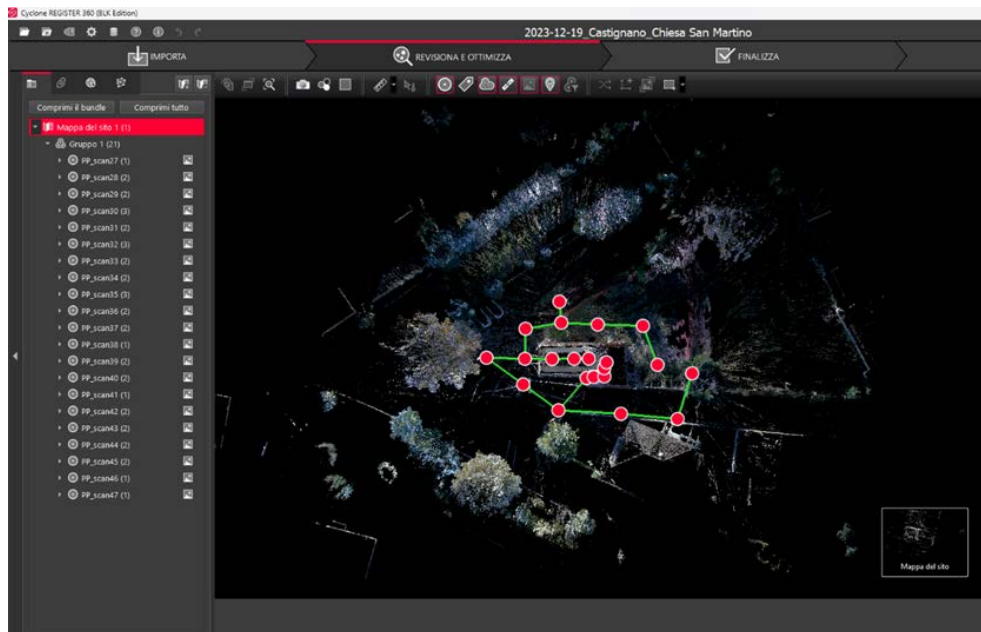


Figura 18: punti di presa

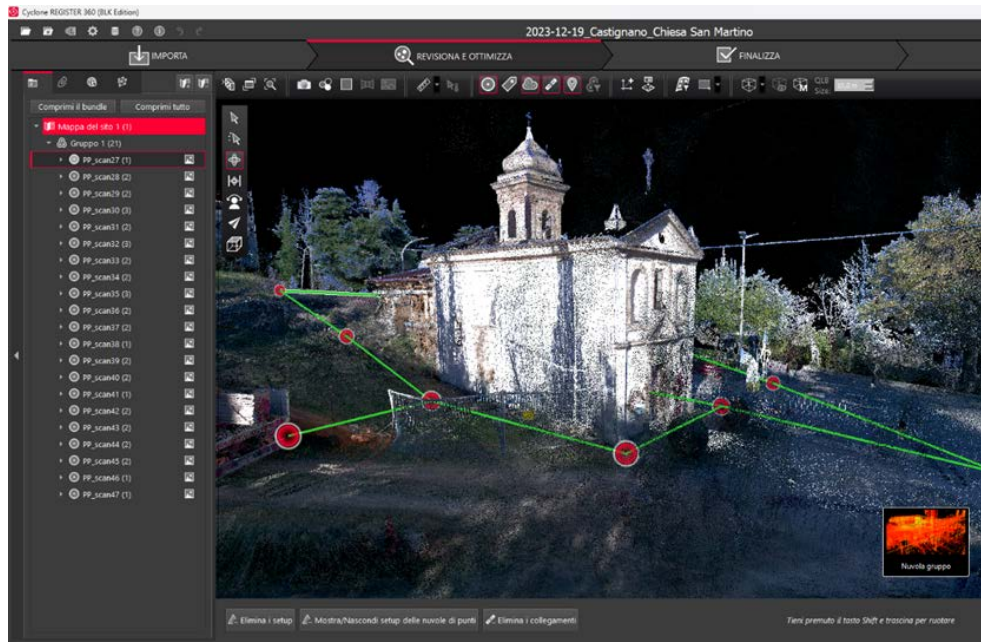


Figura 19: nuvola di punti a colori

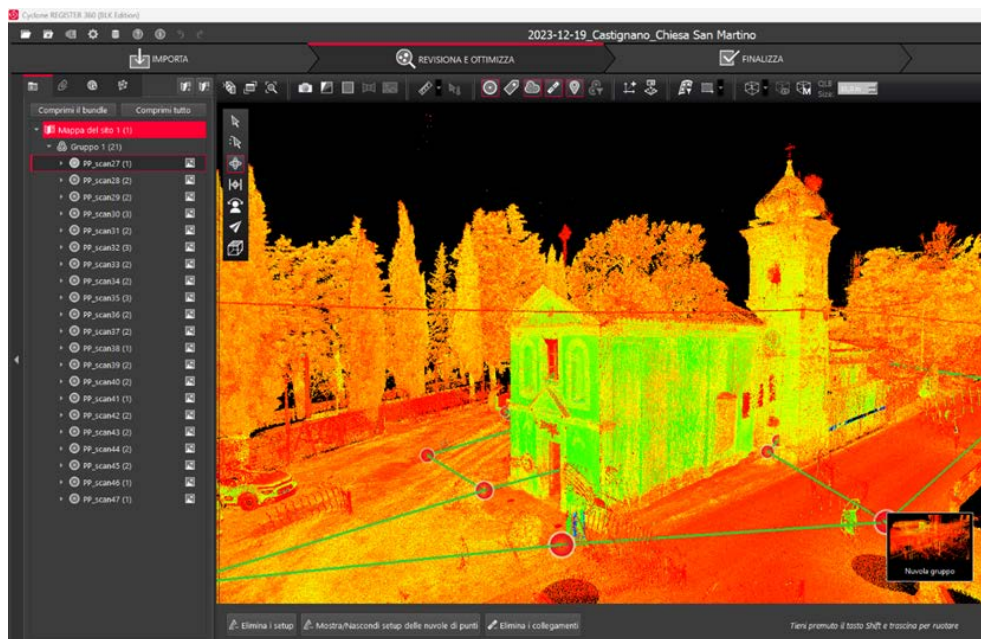


Figura 20: intensità o riflettanza

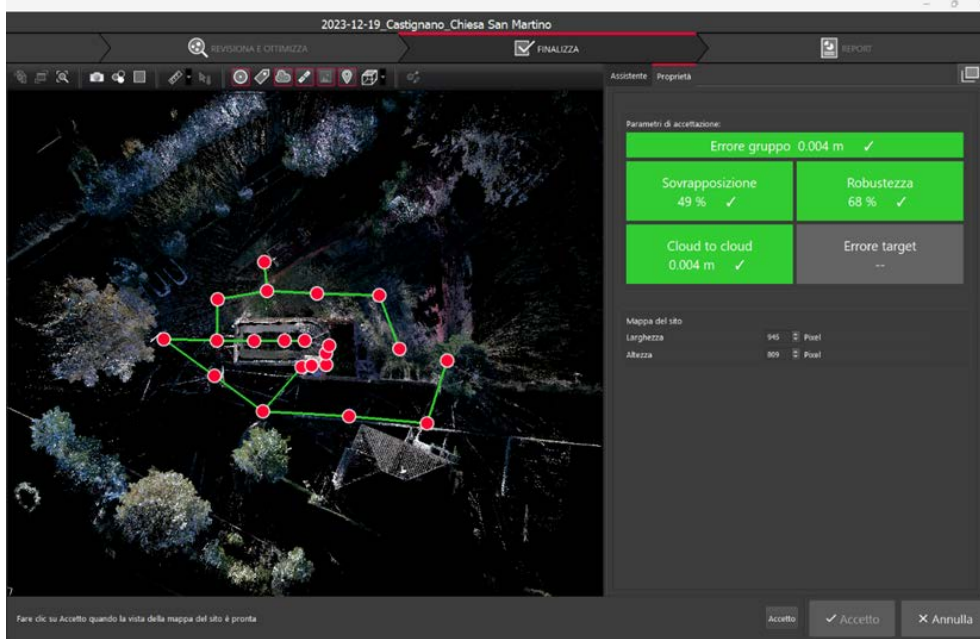


Figura 21: dati post-processing



Figura 22: nivola in autocad

2.4 Elaborati grafici

Successivamente all'esportazione della nuvola di punti dal programma Cyclone Register BLK 360 della Leica in Autocad; si è proceduto alla realizzazione degli elaborati grafici necessari, quali:

- rilievo architettonico – piante, prospetti e sezioni - stato di fatto (figura 23)
- rilievo materico strutturale – piante, prospetti e sezioni – stato di fatto (figura 24)
- piante, prospetti e sezioni – stato di danno con punti di vista fotografici (figura 25).

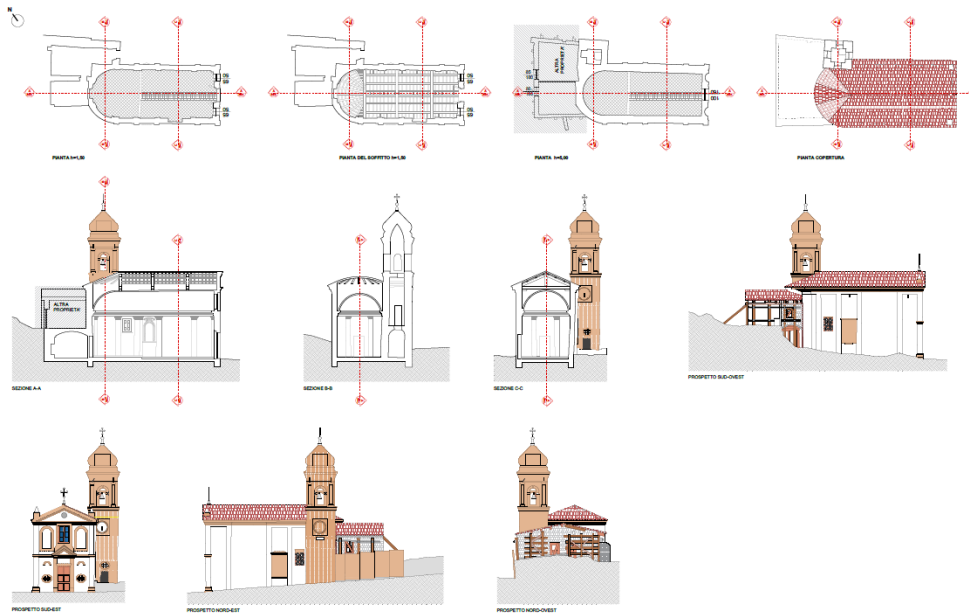


Figura 23: tavola rilievo architettonico

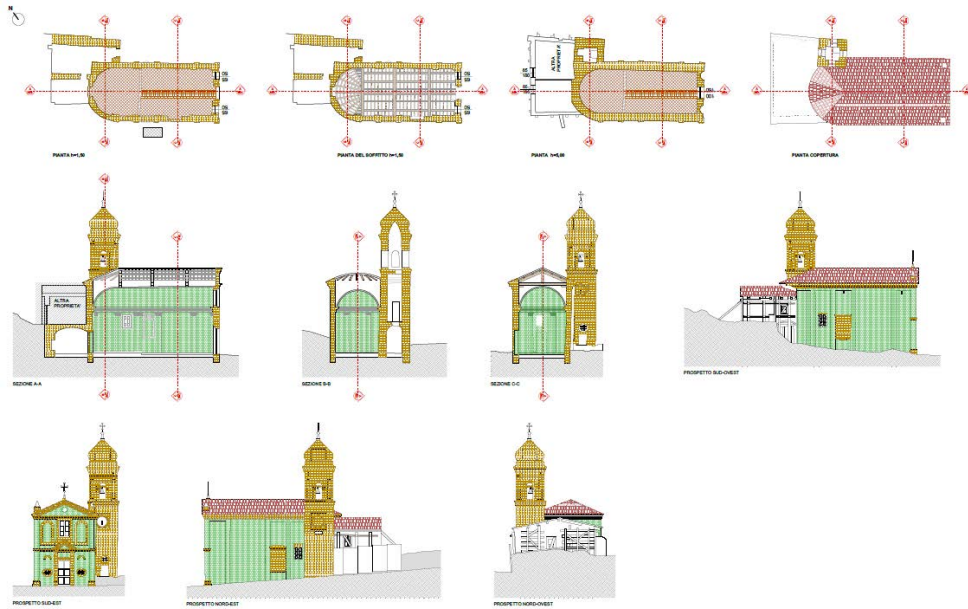


Figura 24: tavola rilievo materico-structurale

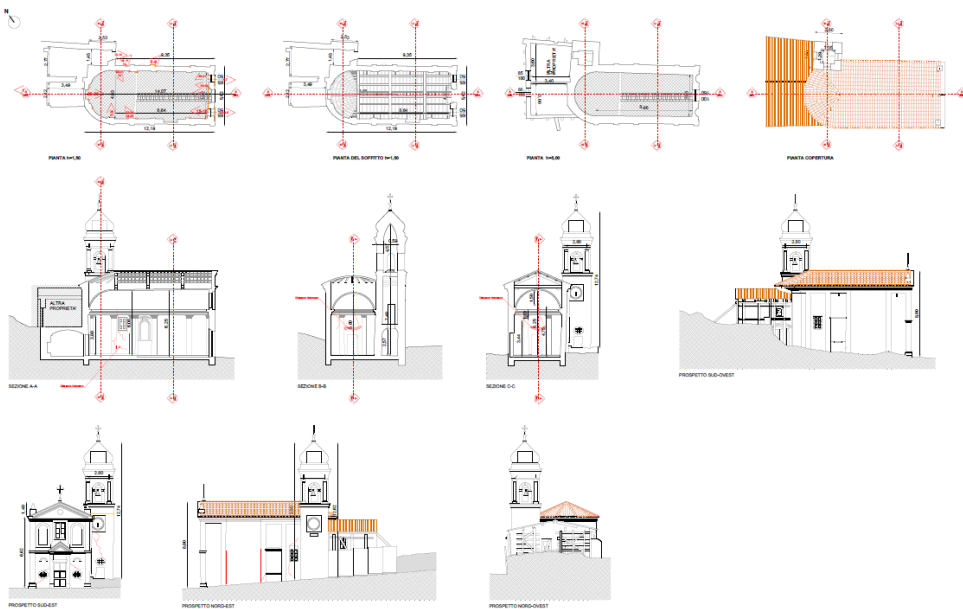


Figura 25: tavola stato di danno con punti di vista fotografici

Capitolo 3: Iter pratiche sisma e titoli abilitativi

3.1 Iter pratiche sisma private e pubbliche

La normativa di riferimento in materia di ricostruzione privata è il “Testo Unico della Ricostruzione Privata”. Entrato in vigore il 01/01/2023, costituisce una sistemazione organica delle ordinanze commissariali vigenti, via via emanate dopo gli interventi sismici del 2016 e del 2017, con le innovazioni necessarie ad assicurare maggiore completezza, chiarezza, semplicità e stabilità del quadro regolatorio nel tempo.

Le disposizioni del Testo unico si applicano agli interventi sugli immobili adibiti ad uso abitativo o ad attività produttiva. I contributi per gli interventi disciplinati dal presente Testo unico possono essere concessi, a domanda del soggetto interessato, a favore:

- dei proprietari, usufruttuari o titolari di diritti reali di godimento che si sostituiscano ai proprietari delle abitazioni gravemente danneggiate o distrutte;
- dei comuni o gli enti pubblici che acquisiscano la proprietà o il diritto reale di godimento per finalità di pubblico interesse, di natura sociale, abitativa o produttiva, anche al fine di favorire processi di neo-popolamento dei territori colpiti dal sisma;
- dei familiari che si sostituiscono ai proprietari (per familiari si intendono i parenti fino al quarto grado, il coniuge e le persone legate da rapporti giuridicamente rilevanti);
- dei proprietari degli edifici danneggiati dal sisma che ricomprendano unità immobiliari in cui veniva svolta, alla data del sisma, l'attività produttiva;
- delle imprese appartenenti a tutti i settori (industriali, dei servizi, commerciali, artigianali, turistiche, agricole, agrituristiche, zootecniche e professionali).

I soggetti legittimati devono presentare, unitamente alla domanda di contributo, la determinazione del livello operativo; devono inoltre essere allegate la perizia redatta dal professionista incaricato con la quale si assevera il livello di danneggiamento, nonché tutta la documentazione utile ai fini della determinazione del livello operativo ottenuto sulla base della combinazione degli stati di danno e dei gradi di vulnerabilità, stabiliti nelle tabelle di cui gli allegati 4 e 5 al Testo Unico. La domanda una volta caricata sulla piattaforma telematica GE.DI.SI (gestione digitale sisma) sarà inoltrata in automatico all'USR (Ufficio speciale per la ricostruzione) e al Comune di riferimento.

Nei sopraccitati allegati 4 e 5, gli edifici vengono classificati in base alla tipologia, si differenziano in: edifici a destinazione prevalentemente abitativa con struttura in muratura o struttura in cemento armato o struttura mista e edifici a destinazione produttiva con struttura prefabbricata in c.a. o acciaio o con struttura in muratura o con struttura in cemento armato in opera. Per ciascuna tipologia vengono riportate le tabelle con le caratteristiche necessarie per individuare lo stato di danno e le tabelle elencanti le possibili carenze strutturali, la cui presenza determina il grado di vulnerabilità.

Prendiamo come esempio un edificio a destinazione prevalentemente abitativa con struttura in muratura. Gli stati di danno individuano le fasce di danneggiamento entro cui si collocano gli edifici resi inagibili dal sisma, e si articolano in:

- stato di danno 1: danno inferiore o uguale al “danno lieve”
- stato di danno 2: danno superiore al “danno lieve” e inferiore o uguale al “danno grave”
- stato di danno 3: danno superiore al “danno grave” e inferiore o uguale al “danno gravissimo”
- stato di danno 4: danno superiore al “danno gravissimo”

Per danno lieve si intende il danno che non supera nessuna delle seguenti condizioni:

- lesioni passanti, concentrate o diffuse, di ampiezza fino a millimetri 5, che, in corrispondenza di almeno un piano, interessino fino al 30% della superficie totale prospettica delle strutture portanti verticali del piano medesimo;
- evidenza di schiacciamenti che interessino fino al 5% delle murature portanti conteggiate come numero di elementi interessati dallo schiacciamento rispetto al numero di elementi resistenti al singolo piano;
- presenza di crolli significativi nelle strutture portanti, nei solai o nelle scale, anche parziali; distacchi ben definiti fra strutture verticali ed orizzontamenti e all'intersezione dei maschi murari;
- pareti fuori piombo correlate ai danni subiti, la cui entità dello spostamento residuo, valutata come deformazione del singolo piano (drift), fino a $0,005 h$ (dove h è l'altezza del piano interessato dal fuori piombo);
- crollo di elementi di chiusura (tamponamenti), interposti fra colonne in muratura portanti, per un'estensione in superficie prospettica non inferiore al 20% rispetto al livello interessato;

- perdita totale di efficacia, per danneggiamento o per crollo, di almeno il 50% delle tramezzature interne, ad uno stesso livello, purché connessa con una delle condizioni di cui sopra.

Per danno grave si intende il danno che supera almeno una delle condizioni indicate come soglia di danno lieve e che è presente sull'edificio anche per una sola delle seguenti condizioni:

- lesioni passanti che, in corrispondenza di almeno un piano, ricadano in almeno una delle due seguenti condizioni: siano di ampiezza minore di 5 millimetri ed interessino più del 30% della superficie totale prospettica delle strutture portanti del piano medesimo; siano di ampiezza pari o superiore a 5 millimetri ed interessino fino al 30% della superficie totale prospettica delle strutture portanti del piano medesimo;
- evidenze di schiacciamento che interessino più del 5% e fino al 10% delle murature portanti, conteggiate come numero di elementi interessati dallo schiacciamento medesimo rispetto al numero di elementi resistenti al singolo piano;
- crolli rilevanti delle strutture verticali portanti, anche parziali, che interessino una superficie fino al 5% della superficie totale in pianta delle murature portanti al singolo piano;
- crolli rilevanti delle strutture orizzontali portanti, volte o solai, anche parziali, che interessino una superficie fino al 10% della superficie totale degli orizzontamenti al singolo piano;
- pareti fuori piombo correlate ai danni subiti, la cui entità dello spostamento residuo, valutata come deformazione del singolo piano (drift), è maggiore o uguale a $0,005 h$ e minore di $0,01 h$ (dove h è l'altezza del piano interessato dal fuoripiombo);
- cedimenti in fondazione, che ricadano in almeno una delle due seguenti condizioni alternative:
 - a. differenziali, di ampiezza fino a $0,002 L$ (dove L è la distanza tra due pilastri o setti murari);
 - b. uniformi, che riguardano l'area di sedime rispetto all'area immediatamente adiacente, fino a 10 centimetri;
- distacchi localizzati fra pareti portanti ortogonali di ampiezza fino a 10 millimetri che, in corrispondenza di almeno un piano, interessino, una percentuale fino al 15% degli "incroci" tra murature portanti ortogonali presenti al medesimo piano.

Per danno gravissimo si intende il danno che supera almeno una delle condizioni indicate come soglia di danno grave e che è presente sull'edificio anche per una sola delle seguenti condizioni:

- lesioni passanti che, in corrispondenza di almeno un piano, ricadano in almeno una delle due seguenti condizioni: siano di ampiezza maggiore o uguale a 5 millimetri e fino a 20 millimetri ed interessino più del 30% della superficie totale prospettica delle strutture portanti del piano medesimo; siano di ampiezza superiore a 20 millimetri ed interessino fino al 30% della superficie totale prospettica delle strutture portanti del piano medesimo;
- evidenze di schiacciamento che interessino più del 10% e fino al 15% delle murature portanti, conteggiate come numero di elementi interessati dallo schiacciamento medesimo rispetto al numero di elementi resistenti al singolo piano;
- crolli rilevanti delle strutture verticali portanti, anche parziali, che interessino una superficie superiore al 5% e fino al 10% della superficie totale in pianta delle murature portanti al singolo piano;
- crolli rilevanti delle strutture orizzontali portanti, volte o solai, anche parziali, che interessino una superficie superiore al 10% e fino al 25% della superficie totale degli orizzontamenti al singolo piano;
- pareti fuori piombo correlate ai danni subiti, la cui entità dello spostamento residuo, valutata come deformazione del singolo piano (drift), è maggiore a 0,01 h e fino a 0,02 h (dove h è l'altezza del piano interessato dal fuori piombo);
- cedimenti in fondazione, che ricadano in almeno una delle due seguenti condizioni alternative:
 - a. differenziali, di ampiezza superiore a 0,002 L e fino a 0,004 L (dove L è la distanza tra due pilastri o setti murari);
 - b. uniformi, che riguardano l'area di sedime rispetto all'area immediatamente adiacente, superiori a 10 centimetri e fino a 20 centimetri;
- distacchi localizzati fra pareti portanti ortogonali, che ricadano in almeno una delle due seguenti condizioni:
 - a. di ampiezza fino a 10 millimetri che, in corrispondenza di almeno un piano, interessino, in pianta, una percentuale superiore al 15% e fino al 25% degli "incroci" tra murature portanti ortogonali del medesimo piano;

- b. di ampiezza superiore a 10 millimetri che, in corrispondenza di almeno un piano, interessino, in pianta, una percentuale fino al 15% degli “incroci” tra murature portanti ortogonali del medesimo piano.

Per danno superiore al gravissimo si intende il danno che supera almeno una delle condizioni indicate come soglia di danno gravissimo e che è presente sull’edificio anche per una sola delle seguenti condizioni:

- lesioni passanti che, in corrispondenza di almeno un piano, siano di ampiezza maggiore o uguale a 20 millimetri ed interessino più del 30% della superficie totale prospettica delle strutture portanti del piano medesimo;
- evidenze di schiacciamento che interessino più del 15% delle murature portanti, conteggiate come numero di elementi interessati dallo schiacciamento medesimo rispetto al numero di elementi resistenti al singolo piano;
- crolli rilevanti delle strutture verticali portanti, anche parziali, che interessino una superficie superiore al 10% della superficie totale in pianta delle murature portanti al singolo piano;
- crolli rilevanti delle strutture orizzontali portanti, volte o solai, anche parziali, che interessino una superficie superiore al 25% della superficie totale degli orizzontamenti al singolo piano;
- pareti fuori piombo correlate ai danni subiti, la cui entità dello spostamento residuo, valutata come deformazione del singolo piano (drift), è maggiore a $0,02 h$ (dove h è l’altezza del piano interessato dal fuori piombo);
- cedimenti in fondazione, che ricadano in almeno una delle due seguenti condizioni alternative:
 - a. differenziali, di ampiezza superiore a $0,004 L$ (dove L è la distanza tra due pilastri o setti murari);
 - b. uniformi, che riguardano l’area di sedime rispetto all’area immediatamente adiacente, superiori a 20 centimetri;
- distacchi localizzati fra pareti portanti ortogonali, che ricadano in almeno una delle due seguenti condizioni:
 - a. di ampiezza fino a 10 millimetri che, in corrispondenza di almeno un piano, interessino, in pianta, una percentuale superiore al 25% degli “incroci” tra murature portanti ortogonali del medesimo piano;

- b. di ampiezza superiore a 10 millimetri che, in corrispondenza di almeno un piano, interessino, in pianta, una percentuale superiore al 15% degli “incroci” tra murature portanti ortogonali del medesimo piano.

I gradi di vulnerabilità invece sono definiti in base al numero di carenze strutturali presenti nell’edificio, le quali si dividono in carenze di tipo α e carenze di tipo β .

Viene definito “grado di vulnerabilità basso” qualora nell’edificio non sia presente alcuna carenza di tipo α e meno di 5 carenze di tipo β .

Viene definito “grado di vulnerabilità significativo” qualora nell’edificio sia presente almeno una 1 carenza di tipo α oppure almeno 5 carenze di tipo β .

Viene definito “grado di vulnerabilità alto” qualora nell’edificio siano presenti almeno 2 carenze di tipo α oppure almeno 6* carenze di tipo ($\alpha + \beta$).

Di seguito l’elenco delle carenze di tipo α :

- presenza di muri portanti a 1 testa (o comunque con spessore ≤ 15 cm) per più del 40% dello sviluppo di una parete perimetrale;
- cattiva qualità della tessitura muraria (caotica, sbazzata senza ricorsi e orizzontalità, assenza di diaconi, ...), per uno sviluppo ≥ 40 % della superficie totale resistente;
- presenza di un piano (escluso l’ultimo) con rapporto tra superficie muraria resistente in una direzione e superficie coperta inferiore al 4%;
- presenza di muratura portante in laterizio ad alta percentuale di foratura (< 55 % di vuoti) per uno sviluppo ≥ 50 % della superficie resistente ad uno stesso livello;
- assenza diffusa o irregolarità di connessioni della muratura alle angolate ed ai martelli;
- collegamenti degli orizzontamenti alle strutture verticali portanti inesistenti o inefficaci in modo diffuso;
- presenza di strutture spingenti in copertura per uno sviluppo maggiore del 30% della superficie coperta;
- presenza di muratura e/o colonne portanti insistenti in falso su solai o volte, che interessino almeno 15 % della superficie delle murature portanti allo stesso piano.

Le carenze di tipo β sono:

- presenza di muri portanti a 1 testa (o comunque con spessore ≤ 15 cm) per più del 20% e meno del 40% dello sviluppo di una parete perimetrale;

- presenza di muri portanti a doppio paramento (senza efficaci collegamenti – diatoni tra i due paramenti), ciascuno a 1 testa (o comunque con spessore ≤ 15 cm) per più del 40% dello sviluppo di una parete perimetrale;
- cattiva qualità della tessitura muraria (caotica, sbozzata senza ricorsi e orizzontalità, assenza di diatoni, ...), per uno sviluppo < 40 %, ma > 20 % della superficie totale resistente;
- colonne in muratura soggette a tensioni medie di compressione, nella combinazione SLU, superiori al 40% della resistenza a compressione media fm per oltre il 30% degli elementi resistenti;
- rapporto distanza tra pareti portanti successive/spessore muratura ≥ 14 (con esclusione del caso di pareti in laterizio semipieno) o distanza tra pareti successive > 7 metri;
- solai impostati su piani sfalsati con dislivello $> 1/3$ altezza di interpiano, all'interno dell'unità o di unità contigue;
- presenza di volte ad archi con spinta non contrastata;
- presenza di strutture spingenti in copertura per uno sviluppo maggiore del 5% e minore del 30% della superficie coperta;
- carenze manutentive gravi e diffuse su elementi strutturali;

I diversi livelli operativi scaturiscono dalla combinazione dello stato di danno e del grado di vulnerabilità, definiti dalla tabella 5 dell'allegato 5 del Testo unico.

TABELLA 5 - LIVELLI OPERATIVI

"Livelli operativi" di edifici a destinazione prevalente abitativa con struttura in muratura o in c.a. in opera					
	Stato di danno 1		Stato di danno 2	Stato di danno 3	Stato di danno 4
Vulnerabilità Bassa	L0		L1	L2	L4
Vulnerabilità Significativa	L0		L1	L3	L4
Vulnerabilità alta	L0		L2	L3	L4

Figura 26: tabella 5 allegato 5 - livelli operativi

A ciascun livello operativo è associato il costo parametrico, individuato da apposita tabella (tab. 6 allegato 5 Testo unico), e il tipo di intervento di ricostruzione, di miglioramento sismico o di rafforzamento locale associato alla riparazione dei danni.

Il livello operativo L0, determinato dal solo livello di danno lieve, contempla esclusivamente l'esecuzione di interventi di rafforzamento locale.

I livelli L1, L2, L3, comportano l'esecuzione di interventi di miglioramento sismico nei limiti di sicurezza stabiliti dal Ministero delle Infrastrutture.

Il livello operativo L4 comporta l'esecuzione di interventi di demolizione e ricostruzione o di adeguamento sismico.

TABELLA 6 – COSTI PARAMETRICI

Costi parametrici riferiti ai livelli operativi della Tabella 5					
Costo parametrico	Livello operativo L0	Livello operativo L1	Livello operativo L2	Livello operativo L3	Livello operativo L4
Fino a 130 mq.	480	1020	1320	1500	1740
Da 130 a 220 mq.	396	900	1080	1320	1500
Oltre i 220 mq.	360	780	960	1140	1320

Figura 27: tabella 6 allegato 5 – costi parametrici

Invece, per quanto riguarda la ricostruzione di opere pubbliche tutta la pratica di richiesta del contributo non è necessaria, in quanto gli interventi, finalizzati al recupero del tessuto socio-economico delle aree colpite dal sisma, vengono finanziati con i fondi della Camera dei deputati per la regione Marche. Interventi e fondi stabiliti con l'approvazione del "Programma straordinario di rigenerazione urbana" e del "Piano di ricostruzione di opere pubbliche per la regione Marche".

Il trasferimento delle risorse avviene in favore della contabilità speciale intestata al Presidente della Regione con le modalità sottoindicate:

- una somma pari al 30% dell'importo programmato dell'intervento all'atto dell'affidamento dell'attività di progettazione da parte del soggetto attuatore;
- una somma pari all'ulteriore 55% (per un totale dell'85%) all'atto dell'affidamento dei lavori da parte del soggetto attuatore;
- una somma pari al 15% previo resoconto dell'avvenuta rendicontazione di un importo ad almeno il 90% delle somme già trasferite.

La scelta dell'impresa che effettuerà i lavori avviene attraverso una gara d'appalto, regolamentata in quanto appalto pubblico dal "D.Lgs. n.36/2023 – Codice dei contratti".

3.2 Titoli abilitativi

Un titolo abilitativo, nel contesto dell'edilizia e delle costruzioni, è un'autorizzazione o un permesso rilasciato dalle autorità competenti, solitamente l'amministrazione comunale o enti locali, che consente a un individuo o a un'azienda di eseguire determinati lavori edilizi su un edificio o una proprietà. Questi titoli abilitativi sono necessari per garantire che i lavori edilizi siano conformi alle normative e alle leggi locali in materia di costruzioni, sicurezza e pianificazione urbana. Attualmente son in vigore cinque titoli abilitativi:

- edilizia libera (senza necessità di alcun titolo, secondo l'art. 6 del D.P.R. 380/2001);
- CILA (Comunicazione di Inizio Lavori Asseverata);
- SCIA (segnalazione certificata di inizio attività);
- Permesso di costruire;
- SCIA alternativa al permesso di costruire (Super-SCIA);

I titoli abilitati sono strettamente legati alla tipologia di interventi da seguire.

L'art. 3 del D.P.R. 380/2001 definisce le seguenti tipologie di interventi:

- interventi di manutenzione ordinaria: riguardano le opere di riparazione, rinnovamento e sostituzione delle finiture degli edifici e quelle necessarie ad integrare o mantenere in efficienza gli impianti tecnologici esistenti;
- interventi di manutenzione straordinaria: opere e modifiche necessarie per rinnovare e sostituire parti anche strutturali degli edifici, nonché per realizzare ed integrare i servizi igienico-sanitari e tecnologici, sempre che non alterino la volumetria complessiva degli edifici e non comportino modifiche delle destinazioni di uso. Sono inclusi anche gli interventi di frazionamento o accorpamento delle unità immobiliari con esecuzione di opere anche se comportanti la variazione delle superfici delle singole unità immobiliari nonché del carico urbanistico purché non sia modificata la volumetria complessiva degli edifici e si mantenga l'originaria destinazione d'uso;
- interventi di restauro e di risanamento conservativo: interventi edilizi rivolti a conservare l'organismo edilizio e ad assicurarne la funzionalità mediante un insieme sistematico di opere che, nel rispetto degli elementi tipologici, formali e strutturali dell'organismo stesso, ne consentano destinazioni d'uso con essi compatibili. Tali interventi comprendono il consolidamento, il ripristino e il rinnovo degli elementi costitutivi dell'edificio, l'inserimento degli elementi accessori e degli impianti

richiesti dalle esigenze dell'uso, l'eliminazione degli elementi estranei all'organismo edilizio;

- interventi di ristrutturazione edilizia: interventi rivolti a trasformare gli organismi edilizi mediante un insieme sistematico di opere che possono portare ad un organismo edilizio in tutto o in parte diverso dal precedente. Tali interventi comprendono il ripristino o la sostituzione di alcuni elementi costitutivi dell'edificio, l'eliminazione, la modifica e l'inserimento di nuovi elementi ed impianti. Sono ricompresi anche quelli consistenti nella demolizione e ricostruzione con la stessa volumetria di quello preesistente, fatte salve le sole innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica nonché quelli volti al ripristino di edifici, o parti di essi, eventualmente crollati o demoliti, attraverso la loro ricostruzione, purché sia possibile accertarne la preesistente consistenza;
- interventi di nuova costruzione: quelli di trasformazione edilizia e urbanistica del territorio non rientranti nelle categorie sopra descritte;
- interventi di ristrutturazione urbanistica: interventi rivolti a sostituire l'esistente tessuto urbanistico-edilizio con altro diverso, mediante un insieme sistematico di interventi edilizi, anche con la modificazione del disegno dei lotti, degli isolati e della rete stradale.

I titoli abilitativi necessari per la ricostruzione post-sisma sono la scia (segnalazione certificata inizio attività) o il permesso di costruire.

3.2.1 Scia

La SCIA è un titolo abilitativo necessario per interventi sulle parti strutturali degli edifici. Può essere presentata dal proprietario dell'immobile insieme alla relazione di un tecnico abilitato e può essere consegnata il giorno in cui iniziano i lavori, riducendo il periodo d'attesa. Deve essere presentata presso lo Sportello Unico per l'Edilizia del Comune ed il costo varia in base alla tipologia dell'intervento e alle attività tecniche coinvolte. Le sanzioni per la mancata presentazione della SCIA possono includere sanzioni pecuniarie e ulteriori sanzioni se i lavori sono già in corso o completati.

L'articolo 22 del D.P.R. 380/2001 stabilisce che sono realizzabili mediante SCIA:

- gli interventi di manutenzione straordinaria, qualora riguardino le parti strutturali dell'edificio o i prospetti;

- gli interventi di restauro e di risanamento conservativo, qualora riguardino le parti strutturali dell'edificio;
- gli interventi di ristrutturazione edilizia

Sono realizzabili mediante SCIA le varianti a permessi di costruire che:

- non incidono sui parametri urbanistici e sulle volumetrie;
- non modificano la destinazione d'uso e la categoria edilizia;
- non alterano la sagoma dell'edificio qualora sottoposto a vincolo ai sensi del D.Lgs. 42/2004;
- non violano le eventuali prescrizioni contenute nel permesso di costruire.

3.2.3 Permesso di costruire

Secondo l'art. 10 del D.P.R. 380/2001 costituiscono interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia del territorio e sono subordinati a permesso di costruire:

- gli interventi di nuova costruzione;
- gli interventi di ristrutturazione urbanistica;
- gli interventi di ristrutturazione edilizia che portino ad un organismo edilizio in tutto o in parte diverso dal precedente.

La domanda per il rilascio del permesso di costruire va presentata allo sportello unico corredata da:

- un'attestazione concernente il titolo di legittimazione;
- elaborati progettuali richiesti;
- dichiarazione del progettista abilitato che assevera la conformità del progetto agli strumenti urbanistici approvati ed adottati.

3.3 Esempio caso studio

Per gli edifici di culto, l'iter è analogo a quello per le opere pubbliche. Attraverso l'approvazione, da parte del commissario straordinario del Governo per la ricostruzione nei territori dei comuni delle regioni di Abruzzo, Lazio, Marche e Umbria, dell'ordinanza n. 132 del 30 dicembre 2022 "Approvazione nuovi interventi relativi agli edifici di culto e integrazione finanziaria dei precedenti programmi" sono stati stanziati in favore delle diocesi, che svolgono in questo caso il ruolo di soggetto attuatore, nuovi fondi per la ricostruzione degli edifici di culto interessati dall'evento sismico del 24 agosto 2016.

Tra questi, figura il contributo per l'intervento di miglioramento sismico da attuare alla chiesa di San Martino a Castignano (AP), appartenente alla diocesi di San Benedetto del Tronto – Ripatransone - Montalto. Di seguito un estrapolato delle tabelle riportanti l'elenco degli interventi in programma.

Diocesi	Chiesa di San Emidio	Diocesi di Rieti	Amatrice	Fruggio Vitellino	Fruggio Vitellino	SI	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa dell'Addolorata	Diocesi di Rieti	Amatrice	Collepigiura	Collepigiura	SI	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa di San Antonio	Diocesi di Rieti	Amatrice	Colfiorino	Colfiorino	SI	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa della Madonna del Rosario	Diocesi di Rieti	Amatrice	Coli	Coli	SI	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa di Santa Maria della Presentazione	Diocesi di Rieti	Amatrice	Roccaspina	Roccaspina	SI	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa di San Martino	Diocesi di Rieti	Castellana Grotte	Via Umberto I	San Martino	NO	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa di San Nicola di Bari	Diocesi di Rieti	Castellana Grotte	Piazza V. Emanuele	Castellana Grotte	NO	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa di Santa Maria della Pace	Diocesi di Rieti	Castellana Grotte	Via del Colle	Velletri	NO	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa della Santissima Concezione	Diocesi di Rieti	Fano Subasio	Via Pace	Rieti	NO	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa di San Leonardo	Diocesi di Rieti	Francorosso	Piazza Garibaldi	Francorosso	NO	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa di Sant'Isidoro	Diocesi di Rieti	Francorosso	Piazza Cesare	Francorosso	NO	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa di San Michele Arcangelo	Diocesi di Rieti	Francorosso	Via Amerigo Vesputti	Tuscanillo	NO	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa di San Francesco (St. Pietro a Lariano)	Diocesi di Rieti	Assonelli	Piazza San Francesco	Assonelli	SI	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa di San Nicola di Bari	Diocesi di Rieti	Lanuvio	Vallungia	Vallungia	SI	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa di Santa Maria del Poggio	Diocesi di Rieti	Castellana	Piazza del Poggio	Santa Maria	SI	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa di San Felice	Diocesi di Rieti	Castellana	Castellana	Castellana	SI	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa di Santa Maria delle Grazie	Diocesi di Rieti	Francorosso	Via Cesare	Baccanice	NO	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa della Madonna in Terraglia	Diocesi di Rieti	Amatrice	Parco	Parco	SI	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa di San Giovanni Battista	Diocesi di Sabina - Poggio Mirtoso	Cappadocia	Piazza San Giovanni Battista	NO	Lazio	SI	
Diocesi	Chiesa di San Pietro	Diocesi di Sabina - Poggio Mirtoso	Montemurlo	Via San Pietro	NO	Lazio	SI	
Diocesi	Chiesa di Santa Maria Maddalena	Diocesi di Sabina - Poggio Mirtoso	Cava dell'Umbra	Santa Maddalena	NO	Lazio	SI	
Diocesi	Chiesa di San Michele Arcangelo	Diocesi di San Benedetto del Tronto - Ripatransone - Montalto	Ripatransone	Piazza Adolfo Galati	Ripatransone	NO	Marche	AP
Diocesi	Chiesa di San Niccolò	Diocesi di San Benedetto del Tronto - Ripatransone - Montalto	Ripatransone	Corso Antonio Emanuele	Ripatransone	NO	Marche	AP
Diocesi	Concattedrale dei Santi Gregorio Magno e Nicolò	Diocesi di San Benedetto del Tronto - Ripatransone - Montalto	Ripatransone	Piazza Angelo Comelli	Ripatransone	NO	Marche	AP
Diocesi	Chiesa di San Martino	Diocesi di San Benedetto del Tronto - Ripatransone - Montalto	Catanzaro	Contrada S. Martino	Catanzaro	SI	Marche	AP
Diocesi	Chiesa di Sant'Antonio	Diocesi di San Benedetto del Tronto - Ripatransone - Montalto	Montalto delle Marche	Contrada S. Maria - Parola	Montalto	SI	Marche	AP
Diocesi	Chiesa della Santissima Annunziata	Diocesi di San Benedetto del Tronto - Ripatransone - Montalto	Montalto delle Marche	Via S. Annunziata - Pellegrino	Montalto	SI	Marche	AP
Diocesi	Chiesa di San Niccolò	Diocesi di San Benedetto del Tronto - Ripatransone - Montalto	Montalto delle Marche	Via Umberto I	Montalto	SI	Marche	AP
Diocesi	Chiesa di San Giovanni Battista	Diocesi di San Benedetto del Tronto - Ripatransone - Montalto	Montemurlo	Capotondo, Centro Storico	Montemurlo	SI	Marche	AP
Diocesi	Chiesa di Santa Maria di Castellina	Diocesi di San Benedetto del Tronto - Ripatransone - Montalto	Montemurlo	Sant'Elia Torre	Montemurlo	SI	Marche	AP
Diocesi	Chiesa di Santa Maria delle Grazie	Diocesi di San Benedetto del Tronto - Ripatransone - Montalto	Montemurlo	Pratoone Valleggiaia	Montemurlo	SI	Marche	AP
Diocesi	Chiesa di Sant'Antonio di Padua	Diocesi di San Benedetto del Tronto - Ripatransone - Montalto	Montemurlo	Via Cavallotti	Montemurlo	NO	Marche	AP
Diocesi	Chiesa di Santa Maria Nuova	Diocesi di San Benedetto del Tronto - Ripatransone - Montalto	Montemurlo	Via S. Maria Nuova	Montemurlo	NO	Marche	AP
Diocesi	Chiesa della Santissima Annunziata	Diocesi di San Benedetto del Tronto - Ripatransone - Montalto	Castellana Grotte	Piazza V. Emanuele	Castellana Grotte	SI	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa di San Nicola di Bari	Diocesi di San Benedetto del Tronto - Ripatransone - Montalto	Castellana Grotte	Castellana Grotte	Castellana Grotte	SI	Lazio	SI
Diocesi	Chiesa di Santa Maria del Suffragio	Diocesi di San Benedetto del Tronto - Ripatransone - Montalto	Cupra Marittima	Via Neo Ciccarini, 84, 83004 Cupra Marittima Ap	Cupra Marittima	NO	Marche	AP
Diocesi	Chiesa di Santa Maria di Pace	Diocesi di Senigallia	Osola Velina	Piazza Anna Letizia	Osola Velina	NO	Marche	AN
Diocesi	Chiesa di San Medardo	Diocesi di Senigallia	Aranello	Via Ramazzotti	Aranello	NO	Marche	AN
Diocesi	Chiesa di Santa Maria in Castellano	Diocesi di Senigallia	Chiossello	Via Maria, 89	Chiossello	NO	Marche	AN
Diocesi	Chiesa parrocchiale di Santa Maria	Diocesi di Sora - Caserta - Aquino - Fondicane	San Vito alle Ruote	Piazza Santa Maria	Castellana	NO	Abruzzo	AQ
Diocesi	Chiesa di Sant'Antonio Martire	Diocesi di Sulmona Intra	Fano	Via Della Pace	Fano	NO	Abruzzo	MC
Diocesi	Chiesa di San Nicola di Bari	Diocesi di Sulmona Intra	Caldone	Piazza Della Vittoria	Caldone	NO	Abruzzo	MC
Diocesi	Chiesa di Santa Maria della Pace	Diocesi di Sulmona Intra	Caperano	Piazza Del Mercato	Caperano	NO	Abruzzo	MC
Diocesi	Chiesa di Santa Maria delle Grazie	Diocesi di Sulmona Intra	Castellana Grotte	Via Castellana	Castellana Grotte	NO	Abruzzo	AQ

Figura 28: estrapolato tabella interventi in programmazione

Capitolo 4: Interventi in programma

Il presente progetto ha come obiettivo la riparazione del danno e il miglioramento sismico dell'edificio, per cui sono previsti esclusivamente interventi sulle strutture portanti.

Dato che la maggior parte delle pareti presenta elementi di pregio, gli interventi possibili sono limitati a interventi localizzati o interventi diffusi ma di limitata invasività.

Di seguito si riporta l'elenco degli interventi in programma:

- Realizzazione di cordolo di collegamento in copertura in acciaio;
- Rinforzo connessioni delle murature con catene in acciaio;
- Riparazione danni sulle facciate, tramite interventi diffusi di scuci-cuci all'esterno e iniezioni all'interno;
- Rimozione e conseguente ripristino degli intonaci con stuccatura delle lesioni;
- Interventi di regimentazione acque e controllo umidità.

Gli interventi descritti hanno lo scopo di riparare il danno e migliorare la sicurezza strutturale dell'edificio. In particolare, si incrementerà la sicurezza globale andando a realizzare una serie di interventi locali che permetteranno di conseguire un miglior comportamento d'insieme in caso di eventi sismici.

Capitolo 5: Stima dei costi

5.1 Quadro tecnico economico

Il quadro economico di un progetto è l'elaborato che riassume il costo stimato di un'opera. Viene predisposto in relazione al livello di progettazione (con progressivo approfondimento) di cui fa parte e presenta le necessarie specificazioni e variazioni in base alla specifica tipologia e categoria dell'opera o dell'intervento stesso, nonché alle specifiche modalità di affidamento dei lavori ai sensi del codice.

Il quadro economico, con riferimento al costo complessivo dell'opera o dell'intervento, è così articolato:

1. lavori a corpo, a misura;
2. costi della sicurezza non soggetti a ribasso d'asta;
3. somme a disposizione della stazione appaltante.

Le somme a disposizione della stazione appaltante possono essere utilizzate per:

- lavori in amministrazione diretta previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura;
- rilievi, accertamenti e indagini da eseguire ai diversi livelli di progettazione a cura della stazione appaltante;
- rilievi, accertamenti e indagini da eseguire ai diversi livelli di progettazione a cura del progettista;
- allacciamenti ai pubblici servizi e superamento eventuali interferenze;
- imprevisti;
- acquisizione aree o immobili, indennizzi;
- spese tecniche relative alla progettazione, alle attività preliminari, ivi compreso l'eventuale monitoraggio di parametri necessari ai fini della progettazione ove pertinente, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze dei servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità, all'incentivo di cui all'articolo 45 del codice, nella misura corrispondente alle prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente;

- spese per attività tecnico-amministrative e strumentali connesse alla progettazione, di supporto al RUP qualora si tratti di personale dipendente, di assicurazione dei progettisti qualora dipendenti dell'amministrazione;
- eventuali spese per commissioni giudicatrici;
- spese per pubblicità;
- spese per prove di laboratorio, accertamenti e verifiche tecniche obbligatorie o specificamente previste dal capitolato speciale d'appalto, nonché per l'eventuale monitoraggio successivo alla realizzazione dell'opera, ove prescritto;
- spese per collaudo tecnico-amministrativo, collaudo statico e altri eventuali collaudi specialistici;
- spese per la verifica preventiva dell'interesse archeologico;
- spese per i rimedi alternativi alla tutela giurisdizionale;
- nei casi in cui sono previste, spese per le opere artistiche;
- IVA ed eventuali altre imposte.

Di seguito le voci del quadro economico dell'edificio oggetto di studio. In riferimento, quindi, all'intervento di miglioramento sismico della Chiesa di San Martino sita a Castignano (AP) appartenente alla diocesi di San Benedetto del Tronto – Ripatransone – Montalto.

PROGETTO DEFINITIVO

QUADRO ECONOMICO

Lavori

di cui:

lavori soggetti a ribasso	
oneri per la sicurezza aggiuntiva	

Somme a disposizione

IVA sui lavori 10%	
Spese tecniche di progettazione, direzione lavori e coord. Sicurezza	
Spese tecniche geologo	
Spese tecniche collaudo statico	
Spese tecniche RUP (art. 6 Ord. 105)	
Cassa previdenziale su spese tecniche (4% ing e arch - 2% geologo)	
IVA su spese tecniche 22%	
Indagini geologiche, prove sui materiali e su opere pittoriche IVA compresa	
Interventi di protezione e/o restauro su opere pittoriche IVA compresa	
Imprevisti IVA compresa	

TOTALE PROGETTO

Il progettista

Figura 29: quadro economico caso studio

Gli imprevisti sono una delle voci che compongono il quadro economico e che vengono accantonate per eventuali futuri utilizzi in circostanze particolari. Secondo l'art. 5 comma 2 dell'allegato I.7 D.Lgs. 36/2023 le voci del quadro economico relative a imprevisti sono definite entro una soglia compresa tra il 5 e il 10 % dell'importo dei lavori a base di gara, comprensivo dei costi della sicurezza. Secondo l'art. 17 dello stesso allegato le voci del quadro economico relative a imprevisti e ad eventuali lavori in amministrazione diretta non devono superare complessivamente l'aliquota del 10% dell'importo dei lavori a base di gara, comprensivo dei costi della sicurezza non soggetti a ribasso.

Le somme accantonate come "imprevisti" possono essere utilizzate per far fronte a:

1. Maggiori oneri derivanti dalla revisione dei prezzi.

Secondo l'art. 60 comma 5 del D.Lgs. 36/2023 le stazioni appaltanti, quando si trovano di fronte a maggiori oneri derivanti dalla revisione prezzi, possono utilizzare le risorse accantonate come "imprevisti" nel quadro economico di ogni intervento nel limite del 50%, fatte salve le somme relative agli impegni contrattuali già assunti e le eventuali ulteriori

somme a disposizione della medesima stazione appaltante e stanziare ogni anno per lo stesso intervento.

Possono attingere, inoltre:

- dalle somme derivanti da ribassi d'asta oppure dalle somme disponibili relative ad altri interventi ultimati di competenza della medesima stazione appaltante e per i quali siano stati eseguiti i relativi collaudi o emessi i certificati di regolare esecuzione, nel rispetto delle procedure contabili della spesa e nei limiti della residua spesa autorizzata disponibile;
- dalle somme disponibili relative ad altri interventi ultimati di competenza della medesima stazione appaltante e per i quali siano stati eseguiti i relativi collaudi o emessi i certificati di regolare esecuzione.

2. Premio di accelerazione.

Secondo l'art. 126 del D.Lgs. 36/2023 la stazione appaltante può prevedere nel bando di gara un premio di accelerazione nel caso in cui l'ultimazione dei lavori avvenga in anticipo rispetto al termine prefissato. Il premio di accelerazione viene corrisposto per ogni giorno di anticipo registrato. Viene determinato sulla base degli stessi criteri stabiliti per il calcolo della penale ed è corrisposto a seguito dell'approvazione del certificato di collaudo, mediante utilizzo delle somme indicate nel quadro economico alla voce "imprevisti" nel limite delle risorse ivi disponibili, a patto che l'esecuzione dei lavori sia conforme agli obblighi assunti.

3. Circostanze imprevedibili che minano l'equilibrio del contratto.

Secondo l'art. 9 del D.Lgs. 36/2023 se sopravvengono circostanze straordinarie e imprevedibili tali da alterare significativamente l'equilibrio originario del contratto, la parte svantaggiata, che non abbia volontariamente assunto il relativo rischio, ha diritto alla rinegoziazione secondo buona fede delle condizioni contrattuali. Gli oneri per la rinegoziazione sono riconosciuti all'esecutore a valere sulle somme a disposizione indicate nel quadro economico dell'intervento, alle voci imprevisi e accantonamenti e, se necessario, anche utilizzando le economie da ribasso d'asta.

5.2 Computo metrico estimativo

Il computo metrico estimativo è il documento redatto dal progettista per stimare il costo di esecuzione dei lavori di realizzazione di un'opera edile.

È un elaborato obbligatorio del progetto definitivo ed esecutivo in materia di lavori pubblici (codice appalti, D.Lgs. 31 marzo 2023, n. 36) ma è largamente diffuso anche nei lavori privati come strumento contrattuale per la regolazione dei rapporti tra committente ed impresa esecutrice.

Il computo metrico estimativo è redatto sulla base di un progetto ed è utilizzato sia dal committente dei lavori che dalle imprese deputate all'esecuzione dei lavori.

Il committente dei lavori, sulla base degli elaborati di computo metrico, può effettuare la pianificazione economica degli investimenti necessari per la realizzazione dell'opera e la richiesta delle offerte alle imprese costruttrici chiamate ad eseguire i lavori.

L'impresa, sulla base degli elaborati di computo metrico, ha la possibilità di proporre la propria offerta per la realizzazione delle opere previste dal progetto esecutivo e determinare i fabbisogni di cantiere per la realizzazione dell'opera progettata.

Il computo metrico e il computo metrico estimativo sono due elaborati distinti:

- il computo metrico è utilizzato per la determinazione delle sole quantità delle lavorazioni presenti nel progetto;
- il computo metrico estimativo è utilizzato per la valorizzazione economica di tali quantità e la stima dell'importo totale dei lavori.

Il computo metrico è strutturato in maniera tale da consentire al progettista la trascrizione ordinata delle misurazioni di tutte le specifiche lavorazioni necessarie alla realizzazione dell'opera e riportate nel progetto. Le quantità assegnate ad ogni lavorazione possono essere giustificate anche mediante formule geometriche utilizzate per il loro calcolo.

In linea generale, un modello di computo metrico prevede apposite colonne per:

- parti uguali, ove si indica il numero di elementi uguali (fattore moltiplicativo)
- lunghezza
- larghezza
- altezza/peso

di ogni lavorazione che si sta computando.

Il computo metrico estimativo essendo il risultato di un procedimento analitico finalizzato a determinare l'importo delle singole lavorazioni e di conseguenza l'importo totale dei lavori,

consiste nel moltiplicare le quantità ottenute per ciascuna lavorazione con il corrispondente prezzo unitario risultante dall'elenco prezzi del progetto, ottenendo così l'importo parziale di ogni singola lavorazione; la somma degli importi di ogni lavorazione fornisce l'importo totale dell'opera progettata.

Per la compilazione del computo metrico estimativo, va adottato un modello con le colonne aggiuntive di prezzo unitario della lavorazione ed importo (parziale delle lavorazioni e totale dell'opera), rispetto a quello descritto per il computo metrico (non estimativo).

pag. 5

Num. Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
R I P O R T O								69 658,41
20 / 20 A01053d	Smontaggio del solo manto di copertura a tetto comprendente la cerata del materiale riutilizzabile e l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio, escluso il solo calo in basso: con coppi e canali in laterizio per cordoli copertura		132,00	1,000		132,00		
	SOMMANO mq					132,00	9,54	1 259,28
21 / 21 A01091a	Rimozione di strato impermeabile, compreso l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio nell'ambito del cantiere, escluso il trasporto alla discarica e l'eventuale rimozione del massetto sottostante da pagarsi a parte: manto bituminoso monostrato per cordoli copertura		132,00	1,000		132,00		
	SOMMANO mq					132,00	3,23	426,36
22 / 22 A01054	Demolizione di sottofondo in malta cementizia per cordoli copertura		132,00	1,000	0,060	7,92		
	SOMMANO mc					7,92	76,73	607,70
23 / 23 A01147	Trasporto a discarica autorizzata e realizzata secondo il DLgs. 13 gennaio 2003, n. 36 dei materiali di risulta provenienti da demolizioni, previa loro caratterizzazione di base ai ... i uguali caratteristiche, compresi carico, viaggio di andata e ritorno e scarico con esclusione degli oneri di discarica guaina massetto coppi rotti o non riutilizzabili	132,00 132,00			0,010 0,060 3,000	1,32 7,92 3,00		
	SOMMANO mc					12,24	72,46	886,91
24 / 24 A01156c	Compenso per il conferimento di materia di risulta proveniente da demolizioni per rifiuti inerti presso impianti di recupero ed eventualmente c/o le discariche autorizzate e comprese ... a corresponsione degli oneri: C.E.R.17.06.04 - Materiali isolanti diversi da quelli di cui alle voci 17.06.01 e 17.06.03 guaina	132,00			5,000	660,00		
	SOMMANO kg					660,00	0,74	488,40
25 / 25 A01156v	Compenso per il conferimento di materia di risulta proveniente da demolizioni per rifiuti inerti presso impianti di recupero ed eventualmente c/o le discariche autorizzate e comprese ... inerti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17.09.01 - 17.09.02 e 17.09.03 rifiuti dalla demolizione del massetto *(par.ug.=132*0,06) coppi rotti o non riutilizzabili	7,92 3,00			2,000 1,500	15,84 4,50		
	SOMMANO t					20,34	20,13	409,44
26 / 26 A05040c	Muratura eseguita con il metodo scuci-cuci, per ripresa di murature mediante sostituzione parziale del materiale, comprendente demolizione in breccia nella zona di intervento, ricco ... o le segmenti epiloghi di murature, ricostruzione della muratura in mattoni: mattoncini realizzati a mano tipo "antico" ripresa in parte sommitale muratura per cordolo di copertura		125,00	0,600	0,250	18,75		
	SOMMANO mc					18,75	1 481,04	27 769,50
27 / 27 A05003d	Perforazione fino al diametro di mm 36 e lunghezza fino a m 1,20 con martello a rotopercolazione a secco, per consolidamenti Per							
A R I P O R T A R E								101 506,00

COMMITTENTE: Diocesi di San Benedetto del Tronto - Riparatrone - Montalto Marche

Figura 30: computo metrico estimativo

Per la redazione di un computo metrico, occorre seguire un processo logico suddiviso in fasi:

1. Classificazione delle lavorazioni

L'obiettivo della classificazione delle lavorazioni è la scomposizione dell'opera progettata in parti fisiche elementari, con una propria identità logica, tecnologica o funzionale, relazionabili con il processo produttivo dell'opera (lavorazioni). La classificazione delle lavorazioni in categorie di lavoro è la più adatta alla stesura del computo metrico estimativo in quanto realizza la corrispondenza diretta tra gli elementi della classificazione (categorie) e gli elementi fisici dell'opera (parti fisiche) e pone quest'ultimi in relazione con il processo di produzione (lavorazioni). È utile per rendere l'elaborato più leggibile ed immediatamente corrispondente ai documenti grafici di progetto, ma anche per avere dei riferimenti più precisi ed immediati per il riscontro delle quantità durante la successiva contabilizzazione dell'opera.

2. Misurazione delle lavorazioni

L'obiettivo della misurazione delle lavorazioni è la determinazione delle quantità degli elementi costituenti l'opera da realizzare e riportate nel progetto.

Al fine di rendere la misurazione semplice e ricostruibile dai diversi soggetti coinvolti nell'esecuzione dell'opera ci si avvale di:

- tecniche di misurazione, misurazione in linea d'asse, fuori tutto, vuoto per pieno, ecc.
- norme di misurazione, grandezze geometriche o fisiche, modalità di misurazione, casistiche, ecc.

che vanno esplicitate nel computo metrico estimativo.

Num.Ord. TARIFFA	DESCRIZIONE DELL'ARTICOLO	unità di misura	PREZZO UNITARIO
Nr. 1 12.04.002.00 3	Lavatura, sgrassaggio e rimozione di vecchia tinteggiatura o pittura murale. Lavatura, sgrassaggio e rimozione di vecchia tinteggiatura o pittura murale su pareti e soffitti esterni ed interni, anche in stabili o locali occupati, con eventuali rappezzi nei punti danneggiati. Sono compresi: le opere provvisorie; la pulitura ad opera ultimata. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. Raschiatura completa di vecchia tinteggiatura a gesso, colla, tempera, idropittura. euro (cinque/65)	m ²	5,65
Nr. 2 12.04.003.00 1	Scartavetratura o pulitura con stracci o scopinetti di pareti verticali e plafoni. Intonacate a civile nuove. euro (uno/93)	m ²	1,93
Nr. 3 28.02.004.00 6	Piattaforma aerea a cella, compreso consumi, carburanti, lubrificanti, normale manutenzione ed assicurazioni R.C.; escluse riparazioni e relative ore di fermo a carico del noleggiatore Portata 300 kg su braccio telescopico fino ad altezza 40 m; compreso operatore euro (novantadue/52)	h	92,52
Nr. 4 A01024a	Demolizione di struttura in calcestruzzo con ausilio di martello demolitore meccanico; non armato euro (duecentoundici/27)	mc	211,27
Nr. 5 A01036	Spicconatura e scrostamento di intonaco a vivo di muro, di spessore fino a 3 cm, compreso l'onere di esecuzione anche a piccole zone e spazzolatura delle superfici euro (quindici/35)	mq	15,35
Nr. 6 A01037	Compenso alla spicconatura degli intonaci per l'esecuzione a salvaguardia degli elementi architettonici presenti euro (dieci/39)	mq	10,39
Nr. 7 A01054	Demolizione di sottofondo in malta cementizia euro (settantasei/73)	mc	76,73
Nr. 8 A01072	Svuotamento di volte realizzate in mattoni pieni o in pietrame, del tipo a botte, a crociera, a vela, etc., semplici o composte, compresi: la rimozione del cretonato di riempimento ed i relativi rinfianchi; il carico, il trasporto e lo scarico a rifiuto, fino a qualsiasi distanza, del materiale di risulta, è inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito, spessore medio del cretonato fino a 30 cm euro (quaranta/92)	mq	40,92
Nr. 9 A01082d	Smontaggio del solo manto di copertura a tetto comprendente la cernita del materiale riutilizzabile e l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio; escluso il solo calo in basso: con coppi e canali in laterizio euro (nove/54)	mq	9,54
Nr. 10 A01091a	Rimozione di strato impermeabile, compreso l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio nell'ambito del cantiere, escluso il trasporto alla discarica e l'eventuale rimozione del massetto sottostante da pagarsi a parte: manto bituminoso monostrato euro (tre/23)	mq	3,23

Figura 31: elaborato elenco prezzi

3. Stima dei prezzi unitari (prezzari e analisi prezzi).

L'elenco prezzi unitari è un elaborato di progetto che è allegato e fa parte integrante del contratto. Contiene i prezzi unitari utilizzati per la redazione del computo metrico estimativo del progetto esecutivo dedotti ad esempio dai prezzari regionali. Qualora il tariffario di riferimento non contenga tutte le voci relative alle lavorazioni previste in progetto, è necessario definire nuovi prezzi unitari. Tali nuovi prezzi si calcolano con opportune analisi. Ogni voce di elenco deve essere individuata attraverso un numero d'ordine (codice di tariffa), una unità di misura propria del tipo di elemento costruttivo definito, una descrizione delle sue caratteristiche realizzative, tecniche e prestazionali e naturalmente da un prezzo unitario. Nella stesura dell'elenco prezzi unitari dello specifico progetto, solitamente, si segue lo stesso ordine del prezzario utilizzato come riferimento. Proprio per questo motivo, la maggior parte delle volte, il codice identificativo della voce viene ripreso dal prezzario di riferimento da cui si è tratta l'intera voce.

LISTINO: 'LisCratereCentroItalia_2022_rev.2.xpwe'

vista: lista Prezzi

Tariffa	DESCRIZIONE dell' ARTICOLO	unità di misura	Prezzo [1]
	<nessuna> Voce riservata!!!		
	PARTE A - OPERE EDILI		
	PARTE B - OPERE DI RESTAURO DEI BENI ARTISTICI		
	PARTE C - OPERE DI URBANIZZAZIONE		
C	PARTE C - OPERE DI URBANIZZAZIONE		0,00
C01	LAVORI STRADALI		0,00
C01001	Sfaldamento e depolverizzazione di corpo stradale, piazz... re compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito	mq	0,29
C01002	Demolizione con mezzo meccanico di pavimentazione in c... e compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito	mq	2,96
C01004	Disfacimento di intera massciata consolidata eseguita c... o finito. Misurazione in opera, prima della scomposizione.	mc	5,90
C01005	Scarificazione superficiale di massciata stradale t... e compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito.	mc	3,41
C01006	Demolizione di ossatura di pietrame calcareo o di altra ... e compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito.	mc	5,10
C01007	Demolizione di fondazione stradale in materiale stabilizz... compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito.	mc	5,10
C01008	Svellimento di cordoli di qualunque larghezza. Sono comp... e compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito.	m	2,69
C01009.a	Demolizione o rimozione di pavimentazione di selciato o ... re per dare il lavoro finito: senza recupero del materiale	mq	3,41
C01009.b	Demolizione o rimozione di pavimentazione di selciato o ... riale da corpi estranei di qualsiasi natura e consistenza.	mq	15,40
C01010.a	Rimozione di pavimentazione in cubetti di porfido. Sono ... lavoro finito: per cubetti posti su sabbia senza recupero	mq	3,41
C01010.b	Rimozione di pavimentazione in cubetti di porfido. Sono ... riale da corpi estranei di qualsiasi natura e consistenza	mq	11,10
C01010.c	Rimozione di pavimentazione in cubetti di porfido. Sono ... il lavoro finito: per cubetti posti su malta senza recupero	mq	5,10
C01010.d	Rimozione di pavimentazione in cubetti di porfido. Sono ... riale da corpi estranei di qualsiasi natura e consistenza	mq	17,40
C01011	Formazione di rilevato con materiali appartenenti ai grup... ro finito. Verrà computato il volume del rilevato finito.	mc	22,93
C01012	Formazione di rilevato con materiali appartenenti a ... ro finito. Verrà computato il volume del rilevato finito.	mc	10,80
C01013	Formazione di rilevato con materiali inerti di recupero, ... o finito. Verrà computato il volume del rilevato finito.	mc	12,70
C01014	Formazione di rilevato con materiali di risulta di ... volume degli scavi i cui materiali sono stati impiegati.	mc	4,39
C01015.a	Fondazione stradale in pozzolana stabilizzata di tipo ene... ce idrata nella proporzione di kg 50 per m³ di pozzolana.	mc	32,10
C01015.b	Fondazione stradale in pozzolana stabilizzata di tipo ene... ce idrata nella proporzione di kg 100 per m³ di pozzolana.	mc	37,60
C01016	Stabilizzazione a calce di argille, argille limose e limi ... sciusi: la asportazione dello strato di terreno vegetale.	mc	24,60
C01017	Fondazione stradale in misto granulare stabilizzato con ... er dare il lavoro finito. Misurata a materiale costipato.	mc	52,00
C01018	Fondazione stradale con materiali inerti di recupero, pro... er dare il lavoro finito. Misurata a materiale costipato.	mc	36,20
C01019	Stabilizzazione a calce e cemento di strade sterrate rur... nale. È compreso quanto occorre per dare il lavoro finito.	mq	10,40
C01020	Sottofondazione stradale con materiali inerti, proveni... È compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito.	mc	25,60
C01021	Strato di fondazione in misto cementato, di qualsiasi s... orre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.	mc	36,50
C01022	Compattazione meccanica del piano di posa della fondaz... bosca. È compreso quanto occorre per dare il lavoro finito.	mq	1,98
C01023	Configurazione di scarpate, in rilevato o in trincea. So... re compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito	mq	2,67
C01024	Fondazione stradale in misto granulometrico frantumato me... È compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito	mc	35,55
C01025	Fondazione stradale con materiali naturali provenienti d... e compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito.	mc	24,10
C01026	Sabbia di cava o di fiume da mm 1 - 2 (90% del volume)... È compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito.	mc	34,00
C01027	Grangia vulcanica durissima da 5-15 mm (90% d... È compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito	mc	37,60
C01028	Grangia e/o pietrisco calcarei di idonea granulomet... È compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito.	mc	30,10
C01029	Grangia e/o pietrisco da deposito alluvionale, puliti ... È compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito.	mc	30,10
C01030	Formazione di banchine stradali con misto di cava. Son... e compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito.	mq	3,80
C01031	Drenaggio eseguito con ghiaia di fiume o pietrisco di ca... e compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito.	mc	31,01
C01032	Preparazione del piano di posa con materiali inerti pr... ltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita	mc	24,22
C01033.a	Conglomerato cementizio in opera per opere non armate di ... 0 di cemento e comunque con Rck non inferiore a kg/cm² 150	mc	103,00
C01033.b	Conglomerato cementizio in opera per opere non armate di ... 0 di cemento e comunque con Rck non inferiore a kg/cm² 200	mc	110,00
C01033.c	Conglomerato cementizio in opera per opere non armate di ... 0 di cemento e comunque con Rck non inferiore a kg/cm² 250	mc	116,00
C01034.a	Fornitura e realizzazione di casseforme e delle rela... eri a diretto contatto del getto; per opere di fondazione.	mq	23,90
C01034.b	Fornitura e realizzazione di casseforme e delle rela... solette di impalcato, pareti anche sottili e simili.	mq	28,90
C01035.a	Armatura sia metallica che in legname costruita anche a... tro occorre per dare l'opera finita: per luci fino a m. 5.	mq	15,60
C01035.b	Armatura sia metallica che in legname costruita anche a... rre per dare l'opera finita: per luci da m 5,01 a m 10.	mq	22,70
C01035.c	Armatura sia metallica che in legname costruita anche a... rre per dare l'opera finita: per luci da m 10,01 a m 15.	mq	28,80
C01035.d	Armatura sia metallica che in legname costruita anche a... rre per dare l'opera finita: per luci da m 15,01 a 20.	mq	34,40
C01035.e	Armatura sia metallica che in legname costruita anche a... rre per dare l'opera finita: per luci da m 20,01 a m 30.	mq	45,10
C01035.f	Armatura sia metallica che in legname costruita anche a... rre per dare l'opera finita: per luci da m 30,01 a m 40.	mq	50,00

Dati Generali | Elenco Prezzi | Stampa

(14789 voci)

Figura 32: prezziario cratere centro Italia - edizione 2022

Il prezzo unitario viene desunto da prezziari o listini dei prezzi informativi.

I prezziari forniscono prezzi medi con riferimento a condizioni esecutive ordinarie (dimensione del cantiere, accessibilità, organizzazione, ecc.). Per il progetto del caso studio, la Chiesa di San Martino, in quanto pratica sisma è stato usato il prezziario unico del cratere centro Italia - edizione 2022; per le voci mancanti è stato usato il prezziario regionale – 2024.

Capitolo 6: Sicurezza

6.1 Normativa: D.lgs. 81/2008

La norma principale di riferimento in Italia in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro è il D.Lgs. 9 aprile 2008, nr. 81. La sua entrata in vigore ha abrogato la normativa precedente, la 626/94, e le altre normative specifiche differenziate per settore di riferimento. Di fatto il D.Lgs. 81/2008 ha accorpato e integrato le precedenti normative in un unico testo per la sicurezza sul lavoro.

La sicurezza sul lavoro funziona attraverso l'implementazione di una serie di misure preventive e correttive, tra cui:

1. **Valutazione dei Rischi:** ogni azienda deve effettuare una valutazione dei rischi per identificare i potenziali pericoli presenti nell'ambiente di lavoro e determinare le misure necessarie per eliminarli o ridurli. Questo processo è documentato nel Documento di Valutazione dei Rischi (DVR).
2. **Formazione e Informazione:** i lavoratori devono essere adeguatamente formati sui rischi specifici del loro lavoro e sulle misure di prevenzione da adottare. La formazione deve essere continua e aggiornata regolarmente.
3. **Sorveglianza Sanitaria:** il medico competente effettua visite mediche periodiche per monitorare lo stato di salute dei lavoratori e accertare la loro idoneità a svolgere determinate mansioni, soprattutto quelle a rischio elevato.
4. **Uso di Dispositivi di Protezione Individuale (DPI):** in molte situazioni, l'uso di DPI come caschi, guanti, occhiali protettivi e mascherine è essenziale per proteggere i lavoratori da specifici pericoli.
5. **Procedure di Emergenza:** devono essere predisposte e comunicate chiaramente le procedure da seguire in caso di emergenze come incendi, evacuazioni o incidenti gravi.
6. **Controllo e Manutenzione:** le attrezzature e gli impianti devono essere regolarmente controllati e mantenuti per garantire che funzionino correttamente e non rappresentino un pericolo per i lavoratori.

In particolare, il titolo IV "Cantieri temporanei e mobili" del testo unico contiene disposizioni specifiche relative alle misure per la tutela della salute e per la sicurezza dei

lavoratori nei cantieri temporanei o mobili, quali definiti all'articolo 89 comma 1 "cantiere temporaneo o mobile, di seguito denominato cantiere: qualunque luogo in cui si effettuano lavori edili o di ingegneria civile il cui elenco è riportato nell'allegato X". Citando l'allegato, quali: "i lavori di costruzione, manutenzione, riparazione, demolizione, conservazione, risanamento, ristrutturazione o equipaggiamento, la trasformazione, il rinnovamento o lo smantellamento di opere fisse, permanenti o temporanee, in muratura, in cemento armato, in metallo, in legno o in altri materiali, comprese le parti strutturali delle linee elettriche e le parti strutturali degli impianti elettrici, le opere stradali, ferroviarie, idrauliche, marittime, idroelettriche e, solo per la parte che comporta lavori edili o di ingegneria civile, le opere di bonifica, di sistemazione forestale e di sterro. Sono, inoltre, lavori di costruzione edile o di ingegneria civile gli scavi, ed il montaggio e lo smontaggio di elementi prefabbricati utilizzati per la realizzazione di lavori edili o di ingegneria civile."

In sostanza, il titolo IV accentra gran parte delle responsabilità, nell'ambito dei cantieri edili, alla committenza, sia pubblica sia privata, ai datori di lavoro e lavoratori autonomi e alle nuove figure professionali dei Coordinatori per la sicurezza per la progettazione e l'esecuzione dei lavori. Il cantiere edile è assimilato ad un processo produttivo di tipo industriale che secondo metodologie programmate, arriva (per opera delle figure dei Coordinatori, progettisti, direttori dei lavori, imprese, lavoratori autonomi, etc.) alla qualità del prodotto edilizio finito. Si impone l'obbligo (per il Committente o Responsabile dei lavori) della verifica dell'idoneità tecnico-professionale dell'impresa e la redazione del Piano Operativo di Sicurezza (obbligo dei datori dei lavori) per tutti i lavori edili. Se non si rientra nei casi previsti per la nomina (a cura del committente o responsabile dei lavori), la direzione dei lavori rappresenterà l'unica figura tecnico professionale (che opera per conto della committenza) che dovrà garantire gli adempimenti scaturiti dal nuovo quadro legislativo.

Di seguito verranno analizzate più nel dettaglio tutte le figure professionali coinvolte ed i relativi documenti obbligatori in cantiere.

6.1.1 Le figure della sicurezza

Nei cantieri edili devono essere presenti specifiche figure professionali con ruoli ben definiti per organizzare, gestire e sorvegliare in tema di sicurezza cantieri. Queste sono:

Il committente e/o responsabile dei lavori

Il committente è colui che commissiona un lavoro e può trattarsi del proprietario dell'immobile o di chiunque abbia un diritto reale sull'immobile. Nel caso di appalto di opera pubblica, il committente è il soggetto titolare del potere decisionale e di spesa relativo alla gestione dell'appalto. Il committente, a sua volta, può decidere se nominare o meno un responsabile dei lavori, affidando a quest'ultimo i suoi compiti.

L'art. 90 del D.Lgs. 81/08 stabilisce gli obblighi del committente e/o responsabile dei lavori legati alla sicurezza cantieri. In caso di affidamento ad una sola impresa o ad un lavoratore autonomo, questi sono:

- verificare l'idoneità tecnico-professionale delle imprese affidatarie, delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi; nei cantieri in cui l'entità presunta è inferiore a 200 uomini-giorno, questo requisito viene soddisfatto attraverso la presentazione, da parte delle imprese e dei lavoratori autonomi, del certificato di iscrizione alla Camera di commercio e del documento unico di regolarità contributiva (DURC);
- chiedere alle imprese esecutrici la dichiarazione dell'organico medio annuo, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'INPS, all'INAIL e alle casse edili, e chiedere il contratto collettivo applicato;
- trasmettere all'amministrazione concedente e prima dell'inizio dei lavori: una copia della notifica preliminare, il documento unico di regolarità contributiva (DURC), la dichiarazione attestante l'avvenuta verifica dell'idoneità tecnico professionale e la dichiarazione dell'organico medio annuo.

Coordinatore della sicurezza, CSP e CSE

Il coordinatore della sicurezza, nei cantieri temporanei o mobili, è la figura incaricata dal committente o dal responsabile dei lavori per garantire il coordinamento tra le varie imprese impegnate nei lavori. In particolare, egli svolge le seguenti funzioni:

- nella fase di progettazione il coordinatore della sicurezza in fase di progettazione (CSP) redige il piano di coordinamento per la sicurezza per prevenire eventuali rischi che potrebbero danneggiare la salute dei lavoratori;

- nella fase di esecuzione il coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione (CSE) monitora l'andamento del progetto assicurandosi che i lavoratori adottino le regole previste nel piano di coordinamento.

Datore di lavoro, dirigenti e preposti

Il datore di lavoro è il responsabile dell'impresa a cui vengono commissionati i lavori ed è colui che ha l'obbligo di garantire l'integrità fisica, la salute, la formazione e l'informazione dei lavoratori. A lui spetta il compito di nominare il RSPP, il medico competente e gli addetti alle emergenze. Il datore di lavoro, direttamente o attraverso il dirigente e il preposto, verifica le condizioni di sicurezza dei lavori affidati e l'applicazione delle disposizioni e delle prescrizioni del piano di sicurezza e coordinamento.

Responsabile del servizio di prevenzione e protezione

L' RSPP è la figura designata dal datore di lavoro, il quale ha il compito di mettere in atto tutte le procedure necessarie per proteggere i lavoratori e per prevedere le condizioni pericolose per la loro sicurezza e la loro salute. L'RSPP si confronta con il datore di lavoro, l'RLS e il medico competente per stabilire nel miglior modo possibile le metodologie e le norme da seguire per ridurre il rischio di incidenti.

Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza

Il rappresentante dei lavoratori per la sicurezza è la persona eletta o designata per rappresentare i lavoratori per quanto riguarda gli aspetti della salute e della sicurezza durante il lavoro. È colui che dà voce alle esigenze dei lavoratori e si relaziona con il datore di lavoro per tutte le problematiche che possono emergere. Egli è esente da responsabilità sanzionabili, in quanto si occupa solo di proporre soluzioni a eventuali pericoli e non della loro attuazione.

Medico competente

Il medico competente è colui che collabora con il datore di lavoro nella valutazione dei rischi ed ha il compito di disporre il protocollo di sorveglianza sanitaria, ovvero una serie di attività volte all'analisi dell'ambiente di lavoro per individuare eventuali rischi e per verificare l'idoneità di ogni lavoratore.

Addetti alle emergenze

Gli addetti alle emergenze sono lavoratori che vengono incaricati di occuparsi di mettere in atto tutte le misure di sicurezza necessarie per gestire le situazioni di emergenza. Nello specifico essi si dividono in addetti antincendio ed evacuazione e al primo soccorso. Il compito di designarli spetta al datore di lavoro e colui che viene scelto non può rifiutare la

carica se non per motivi giustificati. Anche gli addetti alle emergenze sono esenti da responsabilità sanzionabili.

Lavoratore

Il lavoratore è colui che materialmente svolge il lavoro alle dipendenze dell'impresa. Ha il compito di osservare le disposizioni e le istruzioni per preservare sia la sua integrità che quella degli altri e di sottoporsi ai controlli sanitari. Deve utilizzare in modo adeguato i DPI e, in caso di eventuali malfunzionamenti, deve segnalarlo al datore di lavoro. Il lavoratore autonomo, invece, è colui che non è alle dipendenze di nessuno e non ha, a sua volta, dipendenti propri; ha l'obbligo di premunirsi dei dispositivi di protezione e di utilizzare macchinari e attrezzature secondo le disposizioni normative e quelle del PSC.

6.1.2 Documenti obbligatori in cantiere

Ai sensi del D.Lgs. 81/08 la documentazione minima da tenere in cantiere per le imprese che operano nel settore è la seguente:

- Notifica preliminare (inviata alla A.S.L. e alla D.P.L. dal committente o dal responsabile dei lavori e consegnata all'impresa esecutrice che la deve affiggere in cantiere)
- Piano di Sicurezza e di Coordinamento
- Fascicolo con le caratteristiche dell'Opera
- Piano Operativo di Sicurezza di ciascuna delle imprese operanti in cantiere ed eventuali relativi aggiornamenti
- Titolo abilitativo alla esecuzione dei lavori
- Copia del certificato di iscrizione alla Camera di Commercio Industria e Artigianato per ciascuna delle imprese operanti in cantiere
- Documento unico di regolarità contributiva (DURC)
- Certificato di iscrizione alla Cassa Edile per ciascuna delle imprese operanti in cantiere
- Registro delle visite mediche periodiche e di idoneità alla mansione
- Atto di nomina delle principali figure professionali, attestato formazione RIs ed attestato di formazione ed informazione di 16 ore ai lavoratori
- Schede di sicurezza delle sostanze chimiche
- Verbali di consegna dei dpi ai lavoratori

- Comunicazione di avvenuta consegna del PSC e presa visione da parte dell'impresa
- Piano di gestione delle emergenze
- Documentazione attestante concessioni uso, noleggi di attrezzature
- Copia del permesso di costruire emesso dall'ufficio tecnico del comune competente
- Contratto di appalto (contratto con ciascuna impresa esecutrice e subappaltatrice)
- Autorizzazione per eventuale occupazione di suolo pubblico
- Libretto d'uso e manutenzione delle macchine e attrezzature presenti sul cantiere e dichiarazione di conformità (CE) delle macchine.
- Piano di montaggio, trasformazione, uso e smontaggio (PIMUS) per i ponteggi metallici fissi
- Copia di autorizzazione ministeriale all'uso dei ponteggi e copia della relazione tecnica del fabbricante per i ponteggi metallici fissi;
- Progetto e disegno esecutivo del ponteggio
- Dichiarazione di conformità dell'impianto elettrico e dei quadri elettrici da parte dell'installatore.
- Dichiarazione di conformità dell'impianto di messa a terra, effettuata dalla ditta abilitata, prima della messa in esercizio.
- Dichiarazione di conformità dell'impianto di protezione dalle scariche atmosferiche, effettuata dalla ditta abilitata.
- Denuncia impianto di messa a terra e impianto di protezione contro le scariche atmosferiche (ai sensi del D.P.R. 462/2001)
- Comunicazione agli organi di vigilanza della dichiarazione di conformità dell'impianto di protezione dalle scariche atmosferiche.

6.2 Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC)

Il piano di sicurezza e coordinamento è un documento progettuale che ha lo scopo di fornire le prescrizioni ritenute necessarie a garantire la salute e la sicurezza dei lavoratori durante l'esecuzione dei lavori.

Viene redatto dal Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione; in alcuni casi particolari è redatto dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione. Nel caso di lavori privati non soggetti a permesso di costruire e comunque di importo inferiore a 100.000 euro, le funzioni del coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione (CSP) sono svolte dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione (CSE).

Il PSC è obbligatorio quando nel cantiere sono presenti più imprese, sia nel caso di lavori pubblici che privati.

Ci sono alcune situazioni, invece, in cui non c'è obbligo di PSC, quali:

- in caso di emergenza;
- quando bisogna mettere in atto misure di salvataggio;
- quando si deve necessariamente garantire un servizio alla popolazione (ad esempio fornitura di acqua e gas)
- quando c'è una sola impresa operante.

Il Piano di sicurezza e coordinamento va redatto uniformandosi a quanto stabilito dall'art. 100 del D.Lgs. 81/08 e dal relativo allegato XV, che ne definiscono i contenuti minimi e deve essere specifico per ogni singolo cantiere temporaneo o mobile e di concreta affidabilità. I contenuti minimi sono:

- l'identificazione e la descrizione dell'opera, esplicitata con:
 - l'indirizzo del cantiere;
 - la descrizione del contesto in cui è collocata l'area di cantiere;
 - una descrizione sintetica dell'opera, con particolare riferimento alle scelte progettuali: architettoniche, strutturali e tecnologiche;
- l'individuazione dei soggetti con compiti di sicurezza, indicando i nominativi:
 - del responsabile dei lavori
 - del coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione
 - del coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, se nominato
 - dei datori di lavoro delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi

- una relazione concernente l'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi in riferimento all'area ed all'organizzazione dello specifico cantiere, alle lavorazioni interferenti ed ai rischi aggiuntivi rispetto a quelli specifici propri dell'attività delle singole imprese esecutrici o dei lavoratori autonomi;
- le scelte progettuali ed organizzative, le procedure, le misure preventive e protettive, in riferimento all'area e all'organizzazione del cantiere ed alle lavorazioni;
- le prescrizioni operative, le misure preventive e protettive ed i dispositivi di protezione individuale, in riferimento alle interferenze tra le lavorazioni;
- le misure di coordinamento relative all'uso comune da parte di più imprese e lavoratori autonomi, come scelta di pianificazione lavori finalizzata alla sicurezza, di apprestamenti, attrezzature, infrastrutture, mezzi e servizi di protezione collettiva;
- le modalità organizzative della cooperazione e del coordinamento, nonché della reciproca informazione, fra i datori di lavoro e tra questi ed i lavoratori autonomi;
- l'organizzazione prevista per il servizio di pronto soccorso, antincendio ed evacuazione dei lavoratori, nel caso in cui il servizio di gestione delle emergenze è di tipo comune, nonché nel caso di cui all'articolo 104, comma 4, D.Lgs. 81/08; il Piano di Sicurezza e Coordinamento contiene anche i riferimenti telefonici delle strutture previste sul territorio al servizio del pronto soccorso e della prevenzione incendi;
- la durata prevista delle lavorazioni, delle fasi di lavoro e, quando la complessità dell'opera lo richieda, delle sottofasi di lavoro, che costituiscono il cronoprogramma dei lavori, nonché l'entità presunta del cantiere espressa in uomini-giorno;
- la stima dei costi della sicurezza.

In riferimento all'area di cantiere, il piano contiene l'analisi degli elementi essenziali, in relazione: alle caratteristiche dell'area di cantiere, con particolare attenzione alla presenza nell'area di linee aeree e condutture sotterranee; all'eventuale presenza di fattori esterni che comportano rischi per il cantiere e agli eventuali rischi che le lavorazioni di cantiere possono comportare per l'area circostante.

In riferimento all'organizzazione del cantiere il PSC contiene, in relazione alla tipologia del cantiere, l'analisi dei seguenti elementi:

- le modalità da seguire per la recinzione del cantiere, gli accessi e le segnalazioni;
- i servizi igienico-assistenziali;
- la viabilità principale di cantiere;

- gli impianti di alimentazione e reti principali di elettricità, acqua, gas ed energia di qualsiasi tipo;
- gli impianti di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche;
- le eventuali modalità di accesso dei mezzi di fornitura dei materiali;
- la dislocazione degli impianti di cantiere;
- la dislocazione delle zone di carico e scarico;
- le zone di deposito attrezzature e di stoccaggio materiali e dei rifiuti;
- le eventuali zone di deposito dei materiali con pericolo d'incendio o di esplosione.

In riferimento alle lavorazioni, il Coordinatore per la Progettazione suddivide le singole lavorazioni in fasi di lavoro e, quando la complessità dell'opera lo richiede, in sottofasi di lavoro, ed effettua l'analisi dei rischi aggiuntivi, rispetto a quelli specifici propri dell'attività delle imprese esecutrici o dei lavoratori autonomi.

Nel PSC il coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione effettua anche l'analisi delle interferenze tra le lavorazioni, anche quando sono dovute alle lavorazioni di una stessa impresa esecutrice e alla presenza di lavoratori autonomi, e predispone il cronoprogramma dei lavori; ossia un diagramma con le attività costruttive suddivise in livelli che consentano di individuare le singole lavorazioni o parti di esse in termini di costi e di tempi. In riferimento alle interferenze tra le lavorazioni, il piano contiene le prescrizioni operative per lo sfasamento spaziale o temporale delle lavorazioni interferenti e le modalità di verifica del rispetto di tali prescrizioni; nel caso in cui permangono rischi di interferenza, indica le misure preventive e protettive ed i dispositivi di protezione individuale, atti a ridurre al minimo tali rischi. Durante i periodi di maggior rischio dovuto ad interferenze di lavoro, il coordinatore per l'esecuzione verifica periodicamente, previa consultazione della direzione dei lavori, delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi interessati, la compatibilità della relativa parte del piano di sicurezza e coordinamento con l'andamento dei lavori, aggiornando il piano ed in particolare il cronoprogramma dei lavori, se necessario.

6.3 Piano Operativo di Sicurezza (POS)

Il Piano Operativo di Sicurezza è un documento redatto con l'obiettivo di descrivere le misure preventive e protettive da mettere in atto all'interno dei cantieri a tutela della salute dei lavoratori. Tale documento è stato istituito dal DPR 222/03, poi inglobato dall'allegato XV del D.lgs 81/08, che ne ha stabilito per la prima volta i contenuti minimi.

La normativa stabilisce che il POS è sempre obbligatorio nelle imprese che operano, anche in subappalto, all'interno dei cantieri, compresi quelli temporanei o mobili. Deve essere redatto per ogni cantiere, e chi deve farlo è il Datore di lavoro dell'impresa esecutrice tenendo conto:

- della valutazione dei rischi per i lavoratori dell'impresa;
- delle misure di prevenzione e protezione da adottare;
- dell'organizzazione della sicurezza dell'impresa.

Quando sono presenti più imprese serve approntare più di un piano operativo di sicurezza, uno per ciascuna impresa, e tutti devono essere coerenti con il PSC trasmesso dall'impresa affidataria.

Per quanto riguarda la consegna del POS, sono previsti due casi specifici:

1. per le imprese esecutrici affidatarie: il datore di lavoro effettua la consegna almeno 15 giorni prima dell'ingresso in cantiere al CSE, che avrà il compito di verificarne l'idoneità e quindi accettarlo o rifiutarlo.
2. per le imprese subappaltatrici: il datore di lavoro effettua la consegna almeno 30 giorni prima dell'ingresso in cantiere al datore di lavoro dell'impresa esecutrice affidataria, quest'ultimo poi lo consegnerà al CSE come specificato sopra.

Il POS non è obbligatorio per i lavoratori autonomi, in quanto categoria che esercita la propria attività in modo autonomo senza subordinazione alcuna, non è obbligatorio redigere il POS; poiché la normativa stabilisce l'obbligo, di redigere il piano, per i datori di lavoro delle imprese affidatarie e delle imprese esecutrici in riferimento al singolo cantiere a tutela dei lavoratori dipendenti. Restano tuttavia obbligati a rispettare l'art. 26 del Testo Unico che norma i lavori in appalto e devono quindi fornire informazioni sui rischi specifici della loro attività che possono creare interferenza alle altre imprese coinvolte.

Inoltre, diversamente dalle imprese private, il POS non è obbligatorio per le imprese pubbliche o in caso di appalto pubblico in presenza di un'unica impresa.

I contenuti minimi del POS di cui il datore di lavoro dovrà tenere conto nella redazione sono stabiliti all'allegato XV del D.Lgs 81/08 e sono i seguenti:

- dati identificativi dell'impresa esecutrice (sede, recapiti, nominativi delle figure della sicurezza, tipo di attività lavorativa, numero e qualifica dei lavoratori);
- mansioni specifiche, inerenti alla sicurezza, svolte in cantiere;
- descrizione dell'attività di cantiere, delle modalità organizzative e dei turni di lavoro;
- elenco dei ponteggi, dei ponti su ruote a torre e di altre opere provvisorie di notevole importanza, delle macchine e degli impianti utilizzati;
- elenco delle sostanze e preparati pericolosi utilizzati con relative schede di sicurezza;
- valutazione del rumore;
- individuazione delle misure di prevenzione e protezione integrative al PSC;
- procedure complementari e di dettaglio, richieste dal PSC quando previsto;
- elenco dei DPI forniti ai lavoratori;
- documentazione relativa a informazione e formazione dei lavoratori;

Il Decreto Interministeriale del 9 settembre 2014 introduce la possibilità di avvalersi di un modello standardizzato per adempiere all'obbligo di redazione del piano operativo della sicurezza, nello specifico, al suo allegato I afferma che la redazione del POS può essere improntata su criteri di semplicità, brevità e comprensibilità, ma deve comunque assolvere in pieno la sua funzione principale.

Il POS con modello semplificato dovrà perciò contenere:

- l'indicazione delle figure e dei ruoli principali per la sicurezza;
- l'indicazione di misure di prevenzione e protezione;
- le procedure per l'attuazione di tali misure;
- l'indicazione dei dpi.

La possibilità di avvalersi di tale modello non dipende dalla tipologia di azienda o dal tipo di cantiere, ma è facoltà del datore di lavoro.

Conclusioni

Il consolidamento post-sismico della Chiesa di San Martino a Castignano rappresenta un esempio di come si può rispondere alle sfide imposte dagli eventi sismici, preservando allo stesso tempo il patrimonio storico e culturale del nostro paese. L'analisi dell'edificio, supportata dal rilievo tramite tecnologia laser scanner, ha permesso di ottenere un quadro dettagliato delle condizioni strutturali e delle problematiche emerse a seguito del sisma del 2016. Le tecniche di intervento suggerite, orientate alla riparazione del danno e al miglioramento sismico dell'edificio, offrono soluzioni che coniugano la necessità di sicurezza strutturale con la tutela del valore storico dell'edificio.

Il percorso analitico proposto ha inoltre evidenziato la centralità della normativa, illustrando tutto l'iter per interventi di questo genere con l'intento di rendere il processo burocratico più chiaro e trasparente. Confrontando il diverso iter per una pratica pubblica ed una privata e ponendo, in particolare, l'attenzione sulla differenza sostanziale tra le due, l'erogazione del contributo; in quella privata viene assegnato a seguito di presentazione della richiesta di contributo con contemporanea presentazione della determinazione del livello operativo, attestante lo stato di danno dell'edificio, mentre in quella pubblica viene già predisposto da normativa, come anche nel caso specifico degli edifici di culto.

La tesi si sviluppa poi nell'analisi degli interventi in programma, e dei conseguenti aspetti legati ai costi e alla sicurezza.

Concludendo, lo scopo perseguito da questo lavoro è stato quello di offrire un contributo per una più profonda comprensione delle sfide affrontate nel recupero di beni culturali danneggiati da eventi sismici.

Bibliografia

- ❖ Prof.ssa Tomassini Anna Maria “San Martino, una chiesa nella contrada, una contrada nella chiesa”;
- ❖ Prof.ssa Malinverni, Ing. Di Stefano Francesco, workshop “laser scanner” dispense;
- ❖ Ing. Bozzi Carlo Alberto, “rilievo laser scanner” dispense;
- ❖ Redazione tecnica Acca software, biblus.acca.it;

Riferimenti normativi

- ❖ Testo Unico della Ricostruzione Privata
- ❖ D.Lgs. 31/03/2023 n. 36, Codice dei contratti pubblici in attuazione dell'articolo 1 della legge 21/06/2022 n.78 recante delega al Governo in materia di contratti pubblici;
- ❖ D.P.R. 06/06/2001 n.380, Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- ❖ D.Lgs. 09/04/2008 n. 81, Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro;
- ❖ D.Lgs. 09/04/2008 n. 81 Titolo IV, Cantieri temporanei e mobili.

Ringraziamenti

Giunto alla conclusione, vorrei dedicare qualche riga a tutti coloro che mi sono stati vicini in questo percorso di crescita personale e professionale.

Un caloroso ringraziamento al mio relatore, il Prof. Michele Serpilli, ed al mio correlatore, il Prof. Pierdicca Roberto, per la vostra disponibilità e tempestività ad ogni mia richiesta.

Un ringraziamento a tutti i colleghi dello studio tecnico con cui sto condividendo la mia prima esperienza lavorativa e che mi stanno aiutando ad ampliare le mie conoscenze con pazienza e solarità.

Ringrazio i miei amici con cui ho condiviso gran parte delle esperienze che mi hanno portato fino a questo punto della mia vita.

In particolare ci tengo a ringraziare Nicola e Tommaso, le persone con cui ho condiviso questo percorso.

Un ringraziamento a tutta la mia famiglia e una dedica speciale a nonno Domenico, per sempre una fonte di ispirazione.

Infine, il ringraziamento più importante.

Grazie Mamma, grazie Elisa, grazie Alessia.

Ciascuno a modo suo, rappresenta per me un esempio di forza, coraggio e determinazione.

Ogni giorno, pensando a quello che avete fatto, a quello state facendo e a quello che sicuramente farete, mi motivate e mi ricordate che volere è potere.

