

BOLOGNA - TORRE DELLA GARISENDA

Rilievo, progetto e intervento di messa in sicurezza

1 – ANAGRAFICA E DESCRIZIONE SINTETICA DELLA PROPOSTA

Denominazione del bene	Torre dei Garisenda
Tipo di intervento	Rilievo, progetto e intervento di messa in sicurezza del bene e progetto di consolidamento, restauro e prime fasi di intervento

Regione	Emilia Romagna
Provincia	Bologna
Comune	Comune di Bologna (BO),
Località	piazza di Porta Ravegnana
Georeferenziazione	

Il bene è sottoposto a tutela con notifica del 31/12/1911 ai sensi della L. 364/1909, valida per gli effetti dell'art.128 c. 1 del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i. "Codice dei beni culturali e del paesaggio".

Premessa

La torre, sottoposta a monitoraggi dal Comune con l'ausilio di tecnici esterni e in collaborazione con l'Università di Bologna, necessita di una messa in sicurezza non differibile, per scongiurare sia il rischio della perdita materiale del monumento, sia altre condizioni che possano minacciare, a causa del distacco/perdita di materiale, creazione di fratture e altri danneggiamenti, l'incolumità delle persone che quotidianamente passano nel centro storico cittadino.

A seguito della relazione conclusiva del comitato tecnico scientifico del 15/11/2023, in cui si definiva come prima fase urgente la posa in opera di barriere di protezione, *"posizionate in modo da massimizzare l'area nella quale le macerie possono accumularsi in caso di crollo, in modo da contenerle anche nell'eventualità"*

che il crollo dovesse avvenire con una componente di ribaltamento; tali barriere dovranno avere un'altezza sufficiente a contenere il volume delle macerie, che ci si attende maggiore rispetto al volume della muratura della torre, a causa dei vuoti che resteranno nelle macerie”.

L'Amministrazione comunale ha quindi provveduto ad affidare in somma urgenza la messa in sicurezza dell'area, come descritto nella relazione finale ed è ora in corso.

La fase successiva, oggetto dell'intervento che si intende presentare con la presente proposta, prevede invece il progetto e la messa in sicurezza del bene.

Descrizione sintetica

Il monumentale residuo della Bologna medievale, uno dei pochissimi sopravvissuti alle demolizioni ottocentesche, che forma un iconico insieme con la Torre degli Asinelli, è di assoluta rilevanza per l'immagine della città, oltre a costituire una eccezionale testimonianza dal punto di vista storico, architettonico e tecnico.

L'intervento come descritto nelle pagine a seguire ha come oggetto la Torre Garisenda e si pone l'obiettivo di sviluppare in tempi brevi un'azione diretta alla conoscenza del bene, redigendo tutte le mappature di rilievo necessarie per progettare ed eseguire urgentemente la messa in sicurezza della torre.

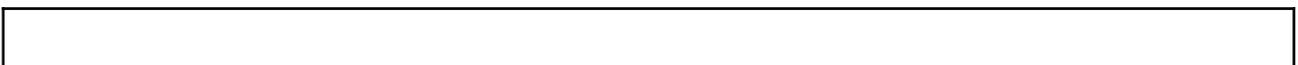
Obiettivo del finanziamento che si richiede:

- 1) produrre i rilievi descrittivi dell'opera essenziali per qualunque intervento: rilievo geometrico, materico, degrado, quadro fessurativo e dissesti, confronti con eventuali precedenti fasi di rilievo, una eventuale implementazione del sistema di monitoraggio e un approfondimento per capire le ragioni dei movimenti della torre in particolare dopo gli interventi del 2020-21
- 2) predisporre un progetto e un intervento non differibile per una messa in sicurezza della torre Garisenda

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO/CATASTALE

La Torre Garisenda si trova in un punto nodale della città, da cui si diramano le principali strade cittadine: via Rizzoli (la via Emilia di epoca romana), via Zamboni (l'antica via San Donato), via San Vitale, Strada Maggiore (il proseguimento di via Rizzoli, antica via Emilia), via San Mamolo (che conduce verso la collina).

Dati catastali: Fg. 189, particella 448.



Agenzia del Territorio - Ufficio di BOLOGNA



Data : 15/04/2003 - Ora : 8:34:19

Visura per immobile
Situazione degli atti informatizzati al 15/04/2003

Visura n. : 503245 Pag : 1 Fine

Dati della richiesta	Catasto dei Fabbricati Comune di BOLOGNA (BO) (Codice : A944) (Provincia di BOLOGNA) Foglio: 189 Particella: 448
----------------------	---

UNITA' IMMOBILIARE

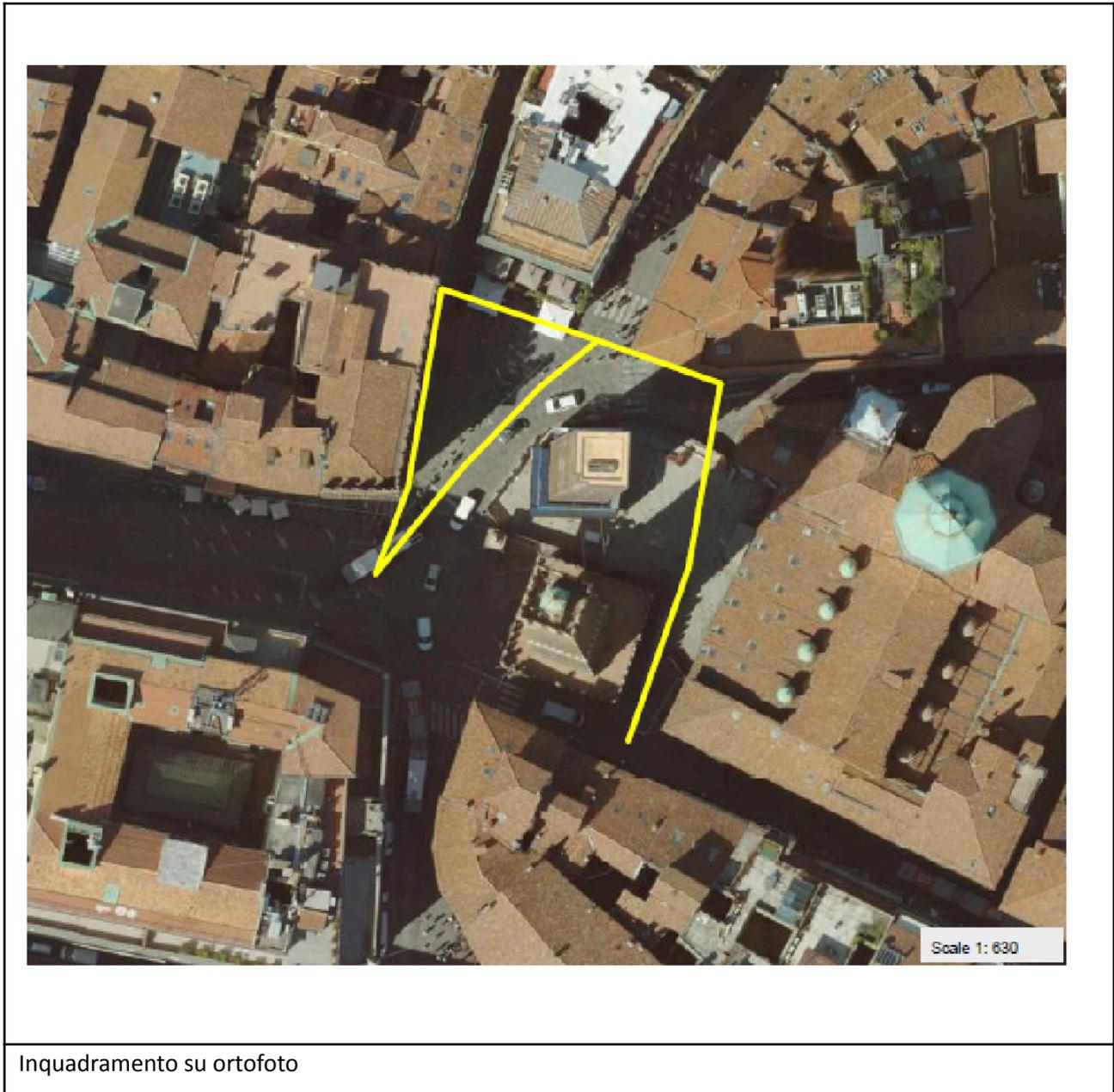
DATI IDENTIFICATIVI				DATI DI CLASSAMENTO						DATI DERIVANTI DA			
N.	Foglio	Particella	Sub.	Zona Cens.	Micro Zona	Categoria	Classe	Consistenza	Superficie catastale	Rendita			
1	189	448		1	-	E/9	-	-	-		Impianto meccanografico del 30/06/1987		
Indirizzo				PIAZZA RAVAGNANA piano: T									
Notifica				-				Partita	3208	Mod.58	-		

INTESTATO

N.	DATI ANAGRAFICI	CODICE FISCALE	DIRITTI E ONERI REALI
1	COMUNE DI BOLOGNA con sede in BOLOGNA	01232710374	Proprieta' per 1000/1000

Righe utili ai fini della liquidazione n. 15

Inquadramento catastale Fg. 189, particella 448

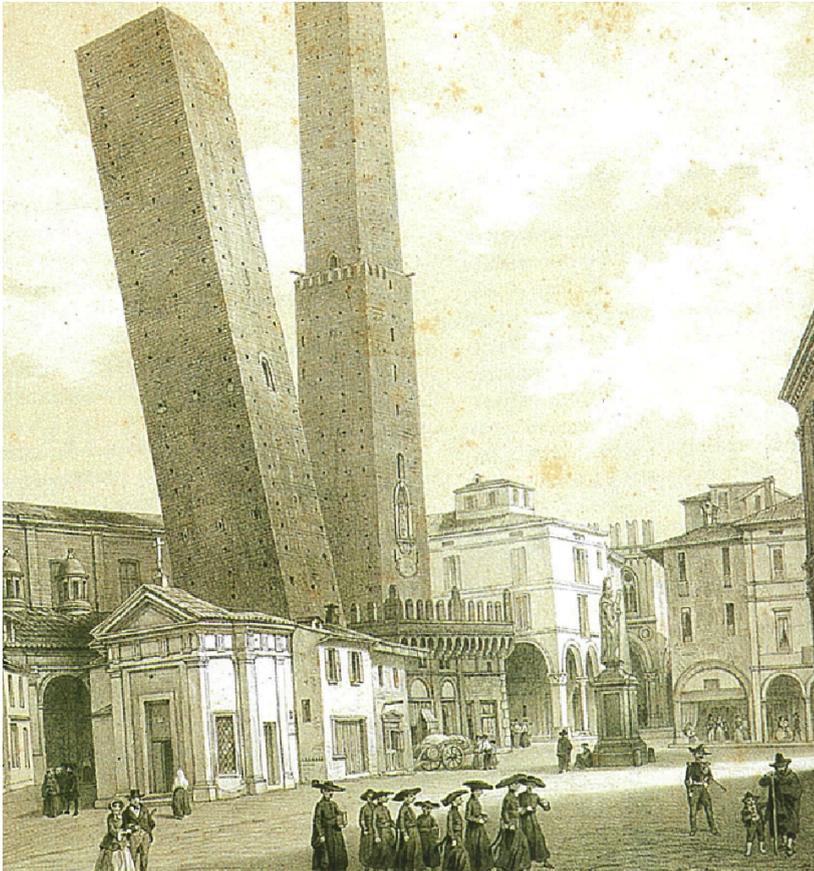


3. DESCRIZIONE STORICO-ARTISTICA

La torre Garisenda venne costruita all'inizio del XII secolo (1109) ad opera di Filippo e Oddo Freddi dei Garisendi. In origine la torre era alta 60 mt ma nel XIV secolo si decise di capitozzare la torre di 12mt, per un cedimento fondale. Nella piazza di porta Ravennana, dove è collocata la struttura, si teneva il principale mercato della città e le due torri erano circondate da botteghe, originariamente costruite con strutture in legno poi sostituite con vere e proprie botteghe in muratura, che facevano parte del paesaggio urbano della

zona. Alla fine del 1887 si contavano ben 7 botteghe intorno alla Garisenda, tra cui due battirame, che avevano scarificato la struttura muraria per realizzare le fucine indispensabili per svolgere l'attività.

Sul lato nord era addossata anche una chiesa, poi demolita nel 1871.



litografia francese di metà sec. XIX

Nel 1888, dopo diverse trattative con i commercianti, si avviano le opere di demolizione delle botteghe intorno alla torre, riportando in evidenza rilevanti incavi oltre il prevedibile, il gesso che componeva il basamento della torre era risultato "cotto" per la presenza delle fucine. Si decise quindi in quell'occasione di avviare la ricostruzione del basamento stesso con elementi in gesso simili a quelli esistenti.

La torre venne quindi rivestita da nove filari di parallelepipedi in selenite, coronati da un toro sempre in selenite.

Nel 1904 il bene venne venduto a Raimondo Franchetti che, a sua volta, donò la torre al comune di Bologna. Con l'inizio del secolo iniziano i primi studi del prof. Cavani con calcolo di compressione massima nella torre e misura del fuori piombo e si osserva il procedere del cedimento della torre.

Nel 1972 si avviano ulteriori studi e monitoraggi a cura dell'Università di Bologna. Nel 1986 si costituisce il primo comitato scientifico e si susseguono approfondimenti e indagini, e altri comitati scientifici, per implementare la conoscenza delle due torri.

Nel 1990 si decise di inglobare nel controllo della stabilità delle fondazioni (già presente sulla torre Asinelli dal 1972) anche la torre Garisenda, posizionando i capisaldi all'interno. Venne eseguito anche un rilievo dello stato fessurativo e un rilievo fotogrammetrico.

Nel 1998 si avviano i lavori di consolidamento del paramento murario con sostituzione di mattoni ammalorati, iniezioni di malta, cerchiature con intelaiatura interna, costruzione della nuova scala metallica interna e impermeabilizzazione del coperto.

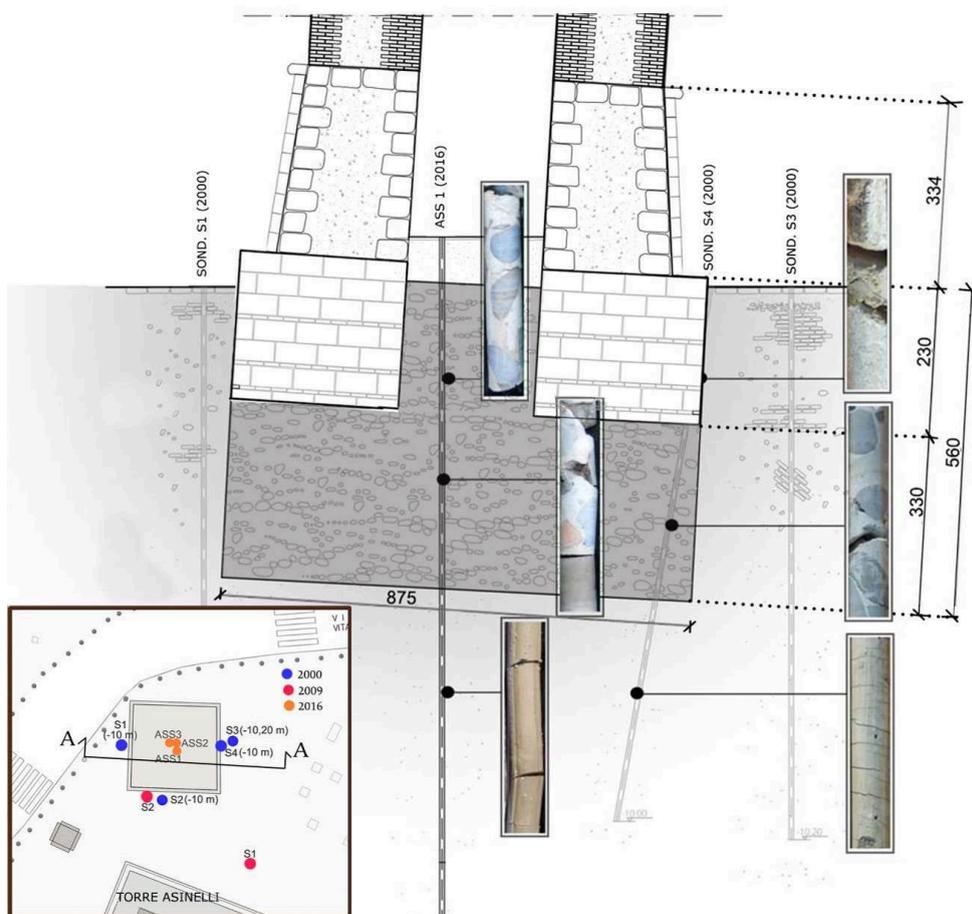
La torre medievale non è mai stata visitabile dal pubblico per difficoltà di accesso e per proteggere la numerosa sensoristica presente all'interno della struttura.

4. DESCRIZIONE ARCHITETTONICO-STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL BENE CULTURALE

Come noto, i primi metri della torre Garisenda partendo dalla fondazione sono realizzati con blocchi lapidei in selenite di spessore non superiori a 50/60 cm (che costituiscono sia il perimetro esterno che il perimetro interno), all'interno dei quali venne gettato un conglomerato costituito da ciottoli, frammenti di laterizio e calce. Mentre i blocchi interni in selenite restano visibili, nulla è noto circa lo stato reale di quelli esterni, probabilmente ampiamente rimaneggiati e degradati fin dal 1887, tanto da portare la municipalità ad occultarne la vista. Alla torre erano addossati molti fabbricati nei quali qualunque attività edilizia veniva svolta senza particolari riguardi nei confronti delle pareti del manufatto ed erano quindi probabilmente numerose le cavità create per ampliamenti o per inserimenti di travi lignee per sostenere solai esterni etc ...

In alcuni edifici a ridosso della torre erano collocate officine di fabbri e battirame, i cui forni e le cui fucine erano collocati all'interno del paramento in selenite.

Non si hanno notizie specifiche circa le modalità di ricostituzione delle pareti prima dell'applicazione del rivestimento in selenite.



La geometria e le caratteristiche del masso di fondazione della Torre Garisenda sono simili a quelle della Torre Asinelli. Fatto verosimile, se si pensa che le due torri sono state costruite a pochi anni di distanza, quindi con le stesse conoscenze tecniche e gli stessi materiali, quelli che potevano essere reperiti nelle vicinanze del cantiere es. ghiaia e sabbia dal Savena, selenite da Monte Donato, mattoni prodotti in piccole fornaci alle porte della città.

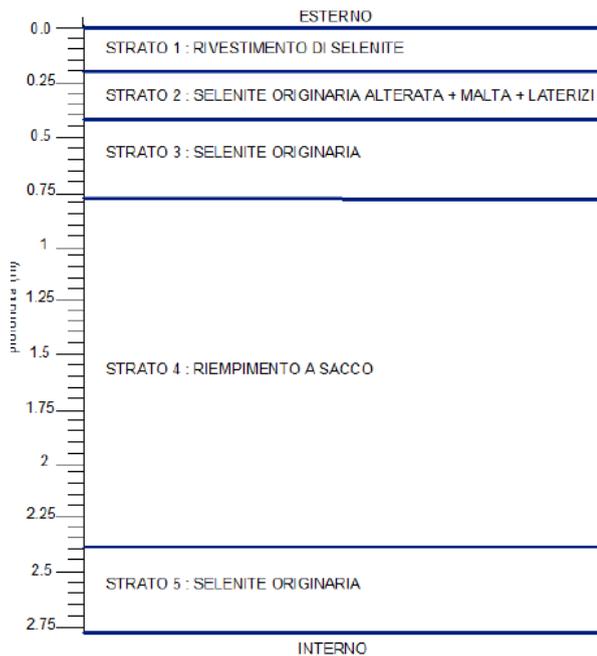
La struttura di fondazione della Torre Garisenda è stata ricostruita osservando i sondaggi eseguiti nelle campagne d'indagine del 2000 e del 2016. In aggiunta sono stati osservati i risultati di una serie di indagini GPR eseguite nel 1999, oltre che indagini Georadar, rilievi laserscanner, videoendoscopie, indagini termografiche, analisi petrografiche, e tomografie elettriche 3D e 2 D. Unendo le suddette informazioni è stata ricostruita nel dettaglio la geometria della fondazione della torre Garisenda.

Nel dettaglio è emerso quanto segue:

- le dimensioni della torre rimangono inalterate fino a circa -2 m dal piano di campagna;
- a tale profondità si apprezza un allargamento del blocco di fondazione di circa 1 metro per ogni lato;
- il piano di posa risulta a circa -5,5 metri dal piano di campagna.

L'analisi delle caratteristiche dei segnali ha evidenziato l'omogeneità litologica del sottosuolo, segnalando anche il differente livello di consolidamento dei terreni fondali in particolare nella zona interessata dal cedimento (spigolo Sud-Est).

Relativamente alla parte in elevazione essa è costituita da un basamento in selenite costituito come in precedenza descritto, dell'altezza di circa 3,50 mt. rispetto al piano di campagna, a base quadrata di dimensioni 7,45 mt. per lato.



Schema tipo in sezione orizzontale della muratura della Torre Garisenda

La sezione tipo ricostruita ha uno spessore medio di 2,75 m, compreso il bugnato esterno, ed è caratterizzata da 5 macrostrati murari. Dall'esterno verso l'interno la sequenza elaborata è:

Strato 1- il bugnato di selenite di rivestimento di circa 20cm,

Strato 2- la selenite originaria alterata e rimodellata con malta e laterizio per realizzare il livello omogeneo di collegamento al rivestimento di circa 20cm,

Strato 3- la retrostante intatta parte di selenite originaria che arriva al contatto con il sacco per circa 35cm,

Strato 4- il sacco interno in conglomerato costituito da malta, laterizio e pietra in grossi ciottoli di circa 1,60cm,

Strato 5- il paramento di selenite interno di circa 40cm.

Il paramento interno ha tracce di ammaloramento riconducibili all'esposizione della torre a due importanti incendi nel 1398 e nel 1671 e per quanto attiene lo spigolo sud est, per la realizzazione di fucine e fornaci nello spessore della muratura, in funzione fino a metà '800.

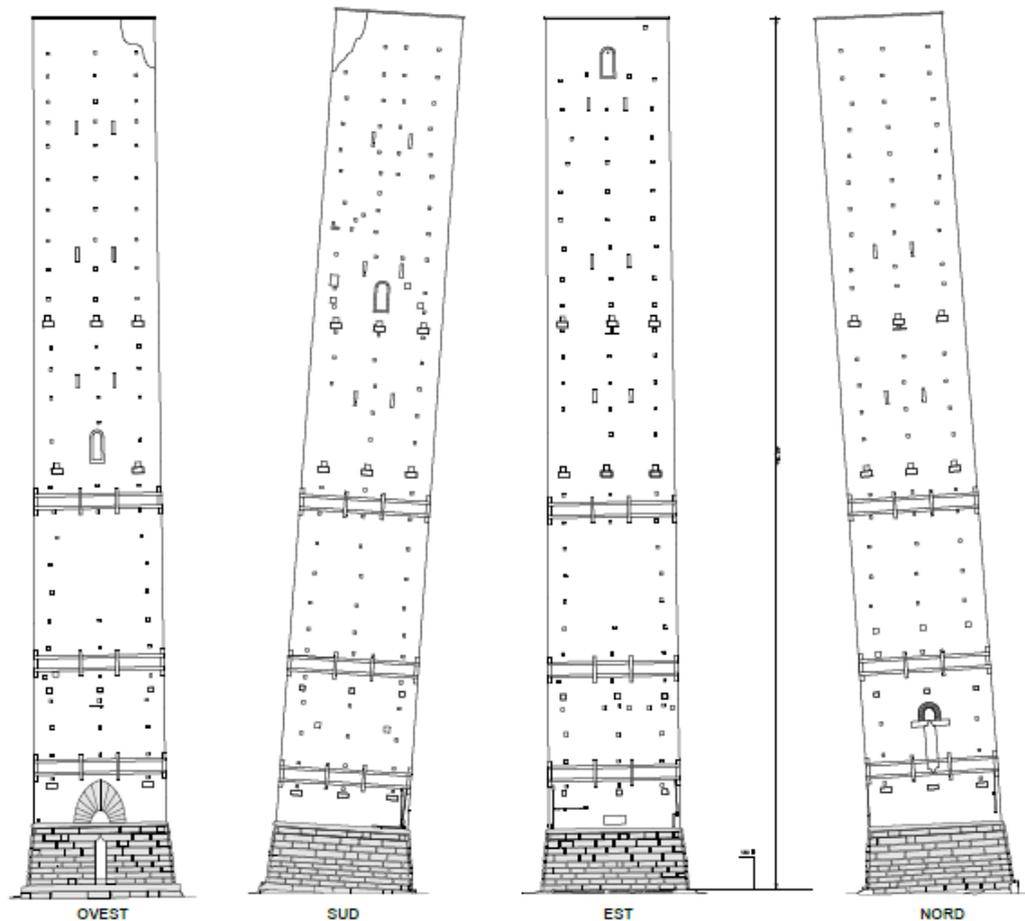
Il paramento esterno, per quanto raggiunga uno spessore di circa 50 cm. di selenite, è ottenuto da due blocchi accostati, di cui quello più esterno è bugnato, dello spessore di circa 15/20 cm., di posa più recente (1890 circa) e costituiva, in origine, un mero rivestimento della porzione interna.

Le deformazioni occorse al detto rivestimento hanno fatto ipotizzare che, nel tempo, esso sia stato interessato da carichi particolari verticali.

Al di sopra del basamento in selenite, le pareti murarie si rastremano andando verso l'alto, fino a raggiungere un lato di circa 6,50 mt. I carotaggi eseguiti alla fine degli anni '90 hanno fornito gli elementi per l'esatta interpretazione della sezione muraria:

- parte esterna in muratura ordinata, di circa 30-40 cm di spessore;
- zona di transizione, di spessore analogo, probabilmente costituita da setti murari prolungati all'interno del conglomerato di riempimento;
- riempimento a "sacco", costituito da materiali vari e di varia pezzatura, legati con malta a base di calce;
- controparete interna in muratura di spessore pari a circa 30-40 cm.

L'eterogeneità del conglomerato di riempimento appare immediatamente individuabile dall'aspetto caotico, ma sostanzialmente ripetitivo, dei profili di riflessione.



PROSPETTI

5. DESCRIZIONE DELLO STATO DI CONSERVAZIONE E DEL DEGRADO

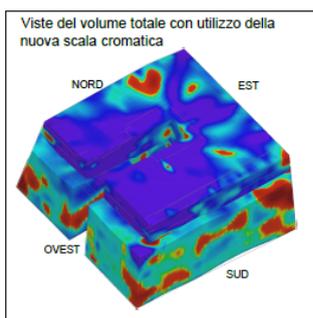
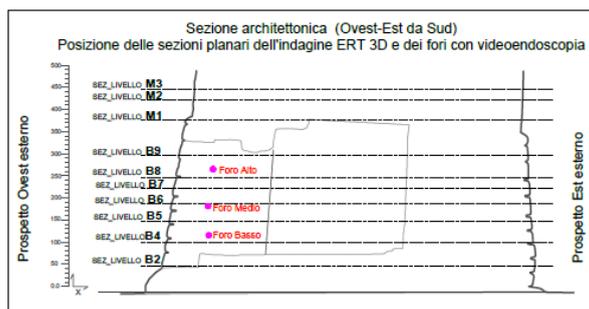
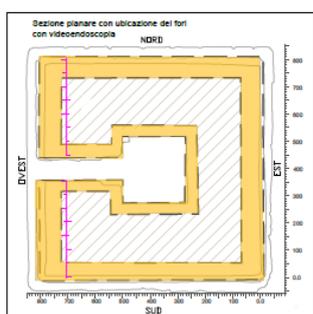
L'Università di Bologna già dagli anni '80, insieme a società private e laboratori tecnici, ha studiato il comportamento della torre e le caratteristiche dei materiali, sia attraverso l'installazione di strumentazione sofisticata, quali: estensimetri, fibre ottiche, pendolo, accelerometri, sensori per la misurazione di emissioni acustiche, o tramite indagini diagnostiche, eseguendo carotaggi a diverse quote della Torre, sia tramite indagini non invasive, come il georadar, indagini tomografiche e indagini chimiche sui materiali.

Dopo la costituzione di un primo comitato tecnico scientifico nel 1986, poiché il cedimento del basamento e quindi la pendenza della torre continuava ad aumentare, dal 1989 fino ai primi anni 2000, viene costituito un nuovo comitato rappresentato da diversi esperti, per poter definire ed eseguire indagini alle Due Torri ed in particolare alla Torre Garisenda. Nel 1997 è stata condotta una campagna di rilievo fotografico delle 4 facciate esterne di Torre Garisenda, oltre che 4 sondaggi esplorativi (carotaggi del diametro da 30 mm) ognuno a quote differenti, oltre ai carotaggi dall'interno della Torre di profondità di 2 metri; inoltre sono state condotte endoscopie che consentono di visionare le parti interne del paramento murario.

Nel 2016/17 oltre al già noto fenomeno di cedimento del basamento, furono riscontrati fenomeni di schiacciamento sul lato est del basamento della torre. La stima dell'entità di tale fenomeno fu fatta sulla

base della comparazione storica dei dati relativi allo strapiombo della torre misurato dal 1902 poi nel 1997, nel 2011 e nel 2013 e sulla base dei dati restituiti dagli inclinometri presenti nel sistema di monitoraggio, interpretati dalla Università di Bologna, e dai dati restituiti dalle livellazioni di altissima precisione effettuate anch'esse dalla Università di Bologna dal 1990. Il Comitato in essere nel 2019 con una relazione descriveva la situazione di grave criticità e l'urgenza di procedere con un intervento di messa in sicurezza e successivo restauro del bene.

Dalle indagini di laboratorio è risultato inoltre che il materiale del cosiddetto "sacco", composto da malta di calce, acciottolato e spezzoni di blocchi in laterizio bolognese, presenta diversi vuoti, anche collegati tra di loro, soprattutto nei primi metri in elevazione della torre, dovuti molto probabilmente alla dissoluzione della malta di allettamento del sacco, causata dalle continue infiltrazioni di acqua piovana dall'alto, oltre che da risalita capillare e da crescente cedimento e schiacciamento. Questo comporta che le componenti del pacchetto murario presentano scarsa capacità di resistenza, (misurata su campioni provenienti da carotaggi) soprattutto nella zona del basamento, situazione rappresentata già anche nel 2019. Da questi dati di rilevazione del degrado strutturale sono stati avviati nel 2020- 2021 i primi interventi provvisori di consolidamento del basamento, come meglio descritto nel paragrafo successivo.



SINTESI DELL'UBICAZIONE DELLE ANOMALIE INDIVIDUATE

ANOMALIA	LATO	LIVELLO PIANTA	ALTEZZA PIANO INTERNO	DIMENSIONI	NOTE
1	NORD-EST	B8	150cm	2 m x 0.95 m	diatono
2	NORD-OVEST	B6	90cm	1.7 m x 1.9 m	diatono + cavità
3	NORD	B4	10cm	1.3 m x 0.9 m	diatono
4	NORD-EST	B6	90cm	0.6 m x 1.3 m	diatono
5	SUD-EST	B6	90cm	0.8 m x 1.2 m	cavità
6	OVEST	B6	90cm	2.5 m x 0.9 m	diatono
7	SUD	B6	90cm	0.6 m x 0.6 m	cavità
8	NORD	B8	150cm	0.4 m x 0.4 m	cavità
9	EST	B6	90cm	0.5 m x 0.4 m	cavità

LEGENDA INTERPRETATIVA DEI RISULTATI DELLE INDAGINI ERT a seguito delle carote eseguite in marzo 2021

Zone di possibile cavità interne al sacco s/c Limite tra il livello di selenite e il sacco S =Selenite C =Sacco/ Conglomerato
 Diatoni di selenite ■ Diatoni e cavità } posizione dei fori con indagine videoscopia

Le zone resistive (colore rosso nella scala cromatica) interne al sacco possono indicare:

- zone di conglomerato disgregato con formazione di possibili cavità
- blocchi di selenite passante identificabili in base alla geometria e alla continuità con il paramento esterno.
- Blocchi di selenite con zone di diffusa eterogeneità del sacco

Il degrado del rivestimento esterno della selenite, in cui erano evidenti fenomeni di spanciamento di alcuni blocchi sul prospetto EST, spigolo SUD-EST, ha indotto a eseguire diversi interventi provvisori al basamento e indagini non invasive e indirette per meglio identificare lo stato conservativo e di degrado dei diversi materiali dei primi metri della Torre.

Il degrado della torre è prevalentemente un degrado di carattere strutturale e materico, soprattutto a livello del basamento, dovuto in parte alle modifiche antropiche subite nel corso del tempo, in parte alla tipologia dei materiali costituenti il “sacco” oltre che agli effetti dati dal cedimento del basamento e dallo schiacciamento sul lato est, come dettagliato nel paragrafo 6.

6. DESCRIZIONE DELLE CRITICITÀ STRUTTURALI E SISMICHE E DEGLI INTERVENTI PROPOSTI

La prima rilevazione nota della pendenza della torre è stata effettuata nel 1902 e rilevò uno strapiombo di poco superiore ai tre metri, verso est, cioè verso la chiesa di San Bartolomeo.

La misurazione della pendenza nel tempo ha restituito una inclinazione via via crescente, mostrando negli ultimi anni un andamento non lineare, fino ad arrivare ad una pendenza di circa 3,50 mt.

All’ipotesi che individuava le cause della crescente inclinazione nel solo cedimento fondale, nel tempo, ha fatto seguito l’ipotesi di due cause concorrenti e distinte, consistenti nel cedimento fondale che da sempre la caratterizza, accompagnato da uno schiacciamento del basamento in selenite. La causa di questo schiacciamento è stata attribuita al degrado del pacchetto di muratura sopra descritto. Il contributo della deformazione dovuta allo schiacciamento attualmente pare essere preponderante rispetto al contributo degli abbassamenti generati dal cedimento della fondazione.

I gruppi di lavoro e i comitati che si sono succeduti nel tempo, a partire dagli anni ‘90, hanno indagato lo stato tensionale nelle sezioni più sollecitate, confrontandolo con le resistenze attribuibili al paramento murario nel suo complesso.

Per assegnare i valori di resistenza alla muratura, sono stati effettuati saggi, prelievi, carotaggi, schiacciamento di cubetti, ed è stato fatto riferimento alla letteratura tecnica pertinente, la quale tuttavia è molto limitata per quanto attiene la selenite. L’esito dello studio condotto dal comitato è che, nelle porzioni più sollecitate e compresse, il valore del carico abbia ormai superato il valore di resistenza attribuibile al pacchetto di muratura.

Questo stato può dipendere, sostanzialmente, dal degrado del materiale, sia quello costituente il “sacco” che quello costituente il suo rivestimento via via sempre più investito dal carico.

Le malte che costituiscono il “sacco” si sono parzialmente polverizzate e con l’intervento dell’acqua e della gravità, sono migrate, lasciando lacune all’interno del conglomerato. La consistenza e l’incidenza di queste lacune non sono esattamente mappate: sono state effettuate tomografie, indagini termografiche che forniscono, comunque, un dato prevalentemente qualitativo, che però supporta la diagnosi delle cause dell’ammaloramento. Anche la selenite, oltre ad aver subito la aggressione del fuoco, si degrada a causa dell’umidità presente nel “sacco” e a causa dei fenomeni di cedimento e di schiacciamento in essere che aumentano nel tempo.

Nel 2019 il Comitato con una relazione rappresentava la gravità della situazione e la necessità di effettuare interventi urgenti di messa in sicurezza. Negli anni 2020 e 2021 perciò, in accordo con il comitato tecnico scientifico, sono stati effettuati alcuni primi interventi di messa in sicurezza, consistenti in:

a) un confinamento passivo permanente mediante la messa in opera di nastri di materiale composito a resistenza monodirezionale nei giunti orizzontali fra i conci di selenite



1. Connettori



2. Inserimento nastri in tessuto

Nastri in tessuto di materiale composito a base di fibra in acciaio galvanizzato tipo Hardwire

Impregnazione con miscela a base di malta compatibile con il supporto storico



3. Prospetto Sud

b) un ulteriore confinamento con catene in acciaio inox vincolate agli spigoli della torre



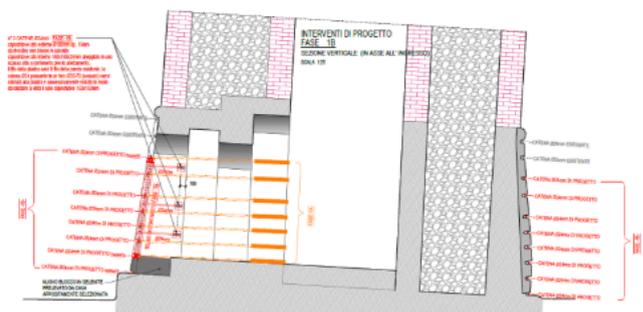
1. Dettagli



2. Coppie di catene e piastre nello spigolo

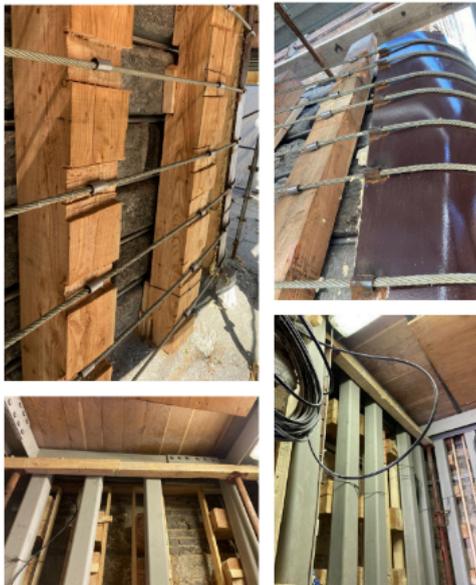
Catene $\Phi 24\text{mm}$ poste in trazione in corrispondenza degli spigoli previa sagomatura delle lastre di rivestimento (analogia a int. 1999-2000).

Realizzazione di idoneo telaio per ancoraggio delle catene in corrispondenza del varco d'accesso.

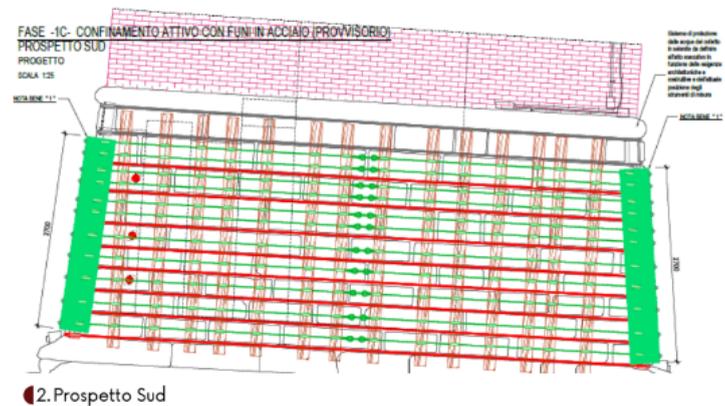


3. Sezione verso Nord

c) un ulteriore confinamento attivo provvisorio con travi funicolari in trazione e distanziatori lignei.



1. Dettagli



Tutti i cavi di tesatura sono costantemente monitorati mediante posa di strain gauge sui trefoli in acciaio.

Si stavano valutando poi interventi per la messa in sicurezza della torre quali ad es. iniezioni con lo studio per l'attivazione di un primo cantiere di prova, che poi non si è realizzato visto quanto rappresentavano gli strutturisti del Comitato Tecnico, poiché alterare gli equilibri poteva essere pericoloso.

A seguito della partecipazione alle riunioni del Comitato Tecnico di iniziativa comunale dedicato al tema (in particolare del 24/07/2023, 26/09/2023 e segg.) e nelle quali la scrivente Soprintendenza è stata chiamata a partecipare dal febbraio 2023 per le proprie competenze sul bene, si ravvisa l'urgenza di acquisire fondi utili per provvedere fattivamente alla tutela e conservazione del bene.

Infatti a settembre 2023 il Comitato ha potuto constatare come, oltre ai fenomeni di cedimento e schiacciamento del basamento, già noti, fosse comparso anche un fenomeno di rotazione della torre, mai riscontrato in precedenza.

E' necessario quindi porre rimedio all'attuale situazione nella quale il monumento registra movimenti che non si sono arrestati in modo significativo neppure dopo l'esecuzione del contenimento della base fra 2020-2021, anzi pare emerso anche un altro tipo di movimento che si dovrà indagare nelle cause per capire come eventualmente trattarlo, perciò complessivamente dovrà studiarsi una prima soluzione progettuale finalizzata alla messa in sicurezza del bene e ispirata ai principi della reversibilità e dell'autenticità della materia che preveda la possibilità di ridurre le sollecitazioni al basamento, e che al contempo possa essere utile e/o permetta di eseguire in sicurezza, gli eventuali lavori di consolidamento tanto alla base quanto all'alzato del monumento.

Le operazioni di messa in sicurezza urgente devono essere concluse auspicabilmente entro il secondo trimestre 2025.

7 – ATTIVITA' E INTERVENTI

Gli interventi proposti con la richiesta di questo finanziamento riguardano l'implementazione dello stato conoscitivo del manufatto e la messa in sicurezza della torre. Sulla base dei dati presenti si procederà alla progettazione e realizzazione della messa in sicurezza.

RILIEVO E CONOSCENZA

Si prevede una campagna di rilievi necessaria alla progettazione sia alle attività di messa in sicurezza immediate sia a quelle successive di restauro e tutto dovrà essere rappresentato anche in tavole tematiche e relazioni critico-esplicative. Rilievi tra cui:

1. un rilievo laser-scanner per la definizione della geometria e del quadro fessurativo con raffronto del quadro fessurativo fotografato nel 1997, un rilievo fotogrammetrico dei prospetti con la definizione del degrado materico e dei dissesti, rilievo stratigrafico delle murature e riprese murarie;
2. la produzione di un rilievo stratigrafico in grado di riordinare la pleora di operazioni svolte nel corso dei secoli e anche recentemente sulla torre e un quadro di sintesi delle indagini diagnostiche già eseguite, quali l'indagine termografica, le indagini a georadar del basamento e della struttura in elevato;
3. parallelamente alle indagini sul campo, si compiranno tutti gli approfondimenti storici e archivistici utili a supportare la redazione dei documenti relativi allo stato di fatto, incrementando la conoscenza del monumento e, quindi, la capacità di intervenire nel modo più opportuno correlando le fasi di intervento storiche ad eventuali riscontri sulla tessitura muraria e alle riprese di malta.
4. perfezionamento del monitoraggio dei dati a lungo termine per la comprensione dei movimenti della torre prevedendo anche eventuale integrazione e/o sostituzione di strumenti a favore di altri più performanti.
5. approfondimento delle caratteristiche dei materiali da individuarsi e mapparsi.
6. costruzione di un modello numerico del sistema integrato fondazione-struttura in elevazione

Si dovrà inoltre nella fase di implementazione di conoscenza cercare di comprendere le ragioni di quanto rappresentato dalla relazione del Comitato di novembre 2023, in particolare per quanto attiene all'attivazione di un movimento di rotazione del manufatto che pare prima non noto e in particolare verificarne le cause, eventuale correlazione con interventi fatti in precedenza o altre ragioni ed eventuali interventi necessari, oltre ai già noti problemi di cedimento e schiacciamento del basamento, già in precedenza rappresentati.

PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA DELLA TORRE

Per quanto riguarda la messa in sicurezza della torre si intende procedere tramite la progettazione di interventi provvisori mirati a ridurre i rischi di peggioramento dello stato di conservazione del bene e le sollecitazioni al piede della parete sotto pendenza e si dovrà valutare in fase di progettazione se, e nel caso come, incrementare la resistenza della muratura, trattandosi di una messa in sicurezza.

La riduzione dello stato tensionale alla base della Torre si dovrà perseguire con la progettazione e realizzazione di una struttura esterna alla torre.

Tale struttura dovrà essere nella progettazione guidata dai principi del restauro, perciò in particolare il più possibile reversibile, realizzata con l'uso di materiali in grado di minimizzare le interferenze con il bene e preferibilmente esterna alla torre e dovrà cercare di permettere o impedire il meno possibile ulteriori attività di studio, rilievo e monitoraggio.

8 - FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO

Verrà nominato un gruppo di esperti di chiara fama, fra cui "esperti ICAR 19" trattandosi di bene culturale. Il RUP sarà nominato all'interno dell'Amministrazione Comunale.

Tutte le attività e le scelte dovranno essere effettuate in stretto rapporto con la competente Soprintendenza territoriale. Progettista e DL, trattandosi di bene culturale, dovranno essere individuati nel rispetto dell'art. 52 del R.D. 2537/1925.

La fattibilità e la sostenibilità dell'intervento saranno così garantite dal punto di vista procedurale-amministrativo:

1. attivazione delle convenzioni con Università di Bologna per la restituzione del rilievo laser scanner, mappatura del degrado e dei materiali, rilievo fessurativo, progettazione di modello matematico a supporto degli interventi e del piano manutentivo, attività conoscitive come sopra rappresentato;
2. incarichi per la progettazione della messa in sicurezza del bene
3. redazione del progetto e ottenimento delle autorizzazioni necessarie
4. gara per affidamento e avvio dei lavori della messa in sicurezza

9 - STIMA ECONOMICA DELL'INTERVENTO

quadro economico	
rilievi e indagini	500.000,00 €
spese tecniche	900.000,00 €
lavori di messa in sicurezza	2.400.000,00 €
oneri per la sicurezza	500.000,00 €
IVA 10%	290.000,00 €
comunicazione	100.000,00 €
imprevisti	252.000,00 €

art. 45 D.lgs36/2023	58.000,00 €
totale	5.000.000,00 €

CRONOPROGRAMMA

	2024				2025				2026	
	1^ trimes- tre	2^ trime- stre	3^ trime- stre	4^ trime- stre	1^ trime- stre	2^ trimes- tre	3^ trime- stre	4^ trime- stre	1^ trime- stre	2^ trimes- tre
FASE 1										
attività di studio e rilievo										
Prima restituzione indagini di rilievo										
Individuazione interventi urgenti messa in sicurezza										
Individuazione progettista, DO e CSE interventi urgenti di messa in sicurezza										
progettazione messa in sicurezza										
Approvazione gara d'appalto										
lavori										
collaudi										

10 . REPORT FOTOGRAFICO (non allegato in questa fase di bozza)

