



**COMUNE DI TERNI**  
DIREZIONE LAVORI PUBBLICI – MANUTENZIONI

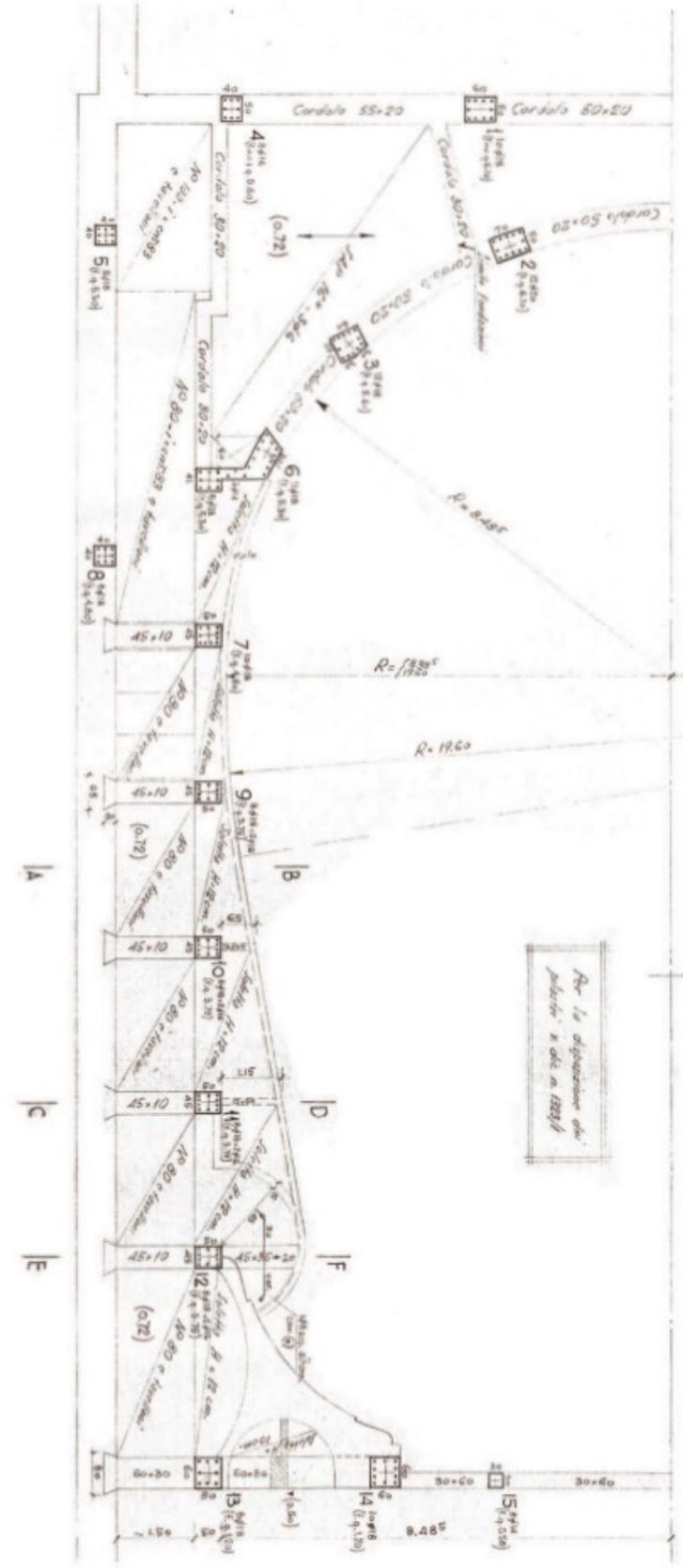
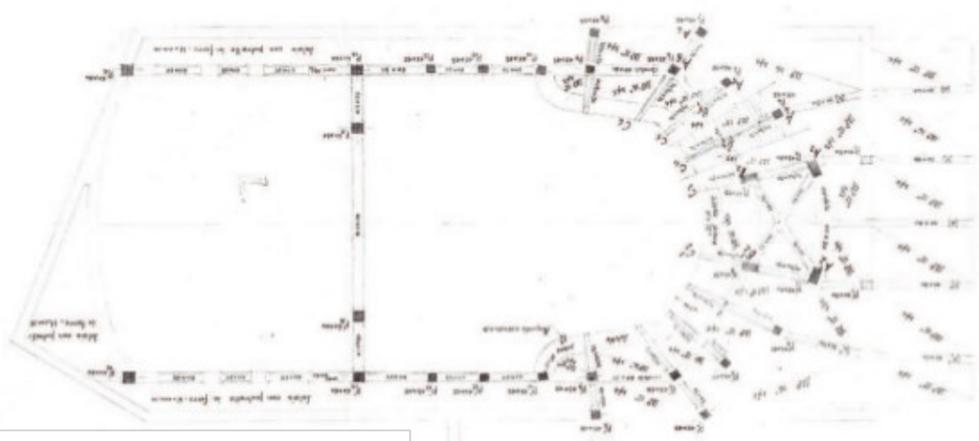
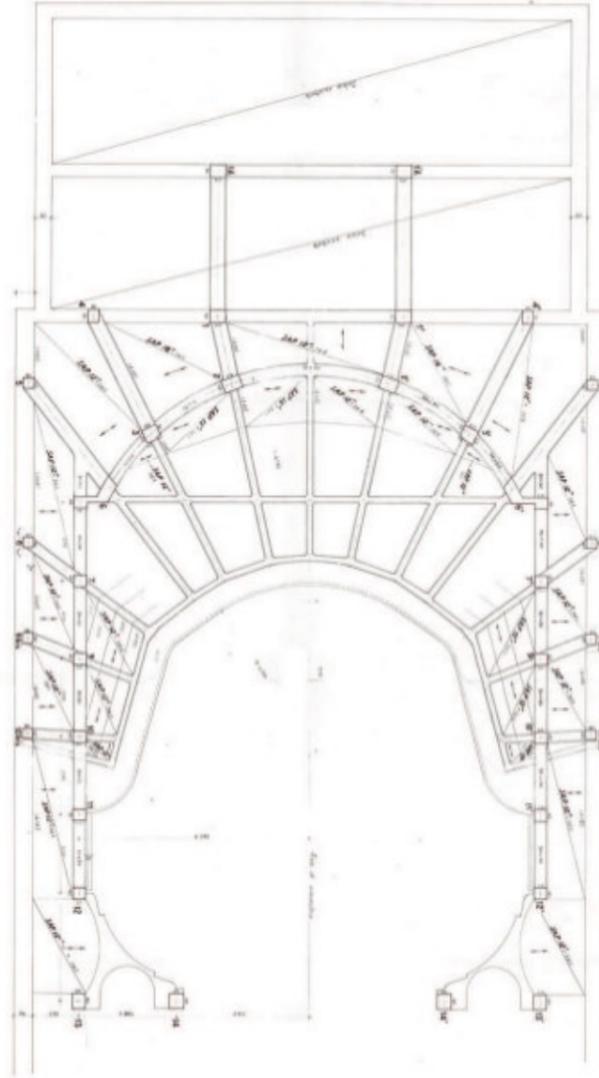
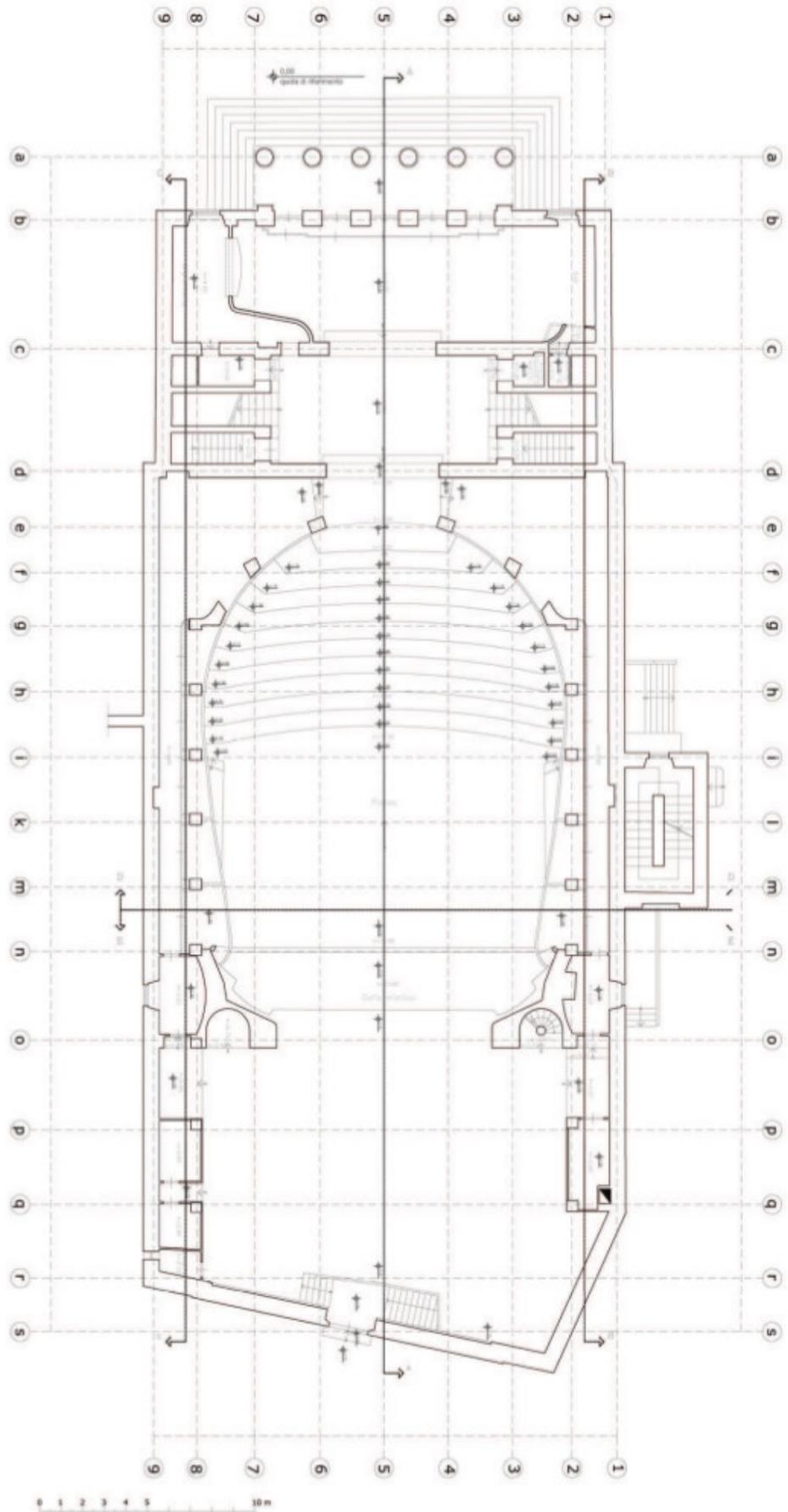
**NUOVO TEATRO COMUNALE “GIUSEPPE VERDI”**

**CONCORSO DI PROGETTAZIONE**  
a procedura aperta in due gradi in modalità informatica  
CUP - F42D11001320006 CIG 8240510BF7 NUTS - ITI22



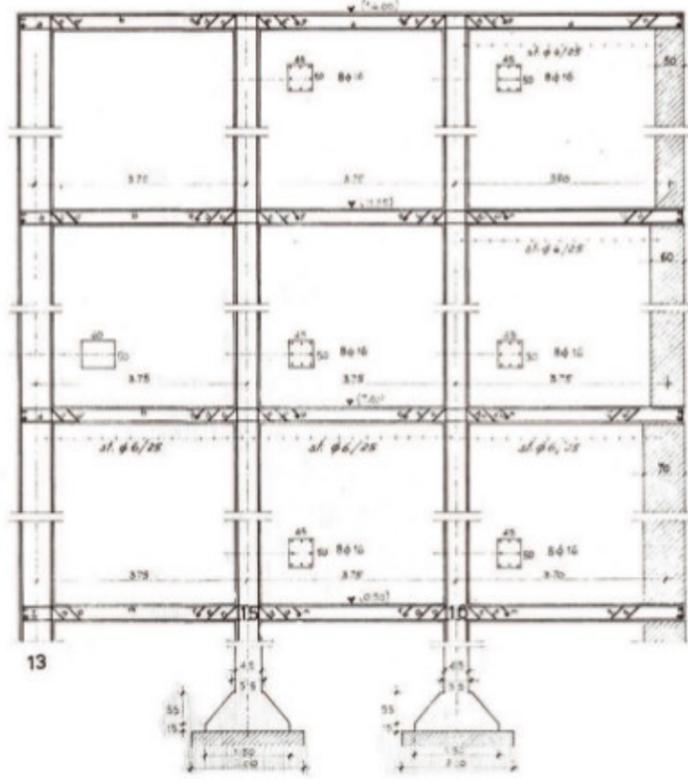
ELABORATO	<b>STATO DI CONSERVAZIONE STRUTTURALE E ANALISI DEI PARAMENTI MURARI</b>
SC_APM	

Progetto strutturale - 1947



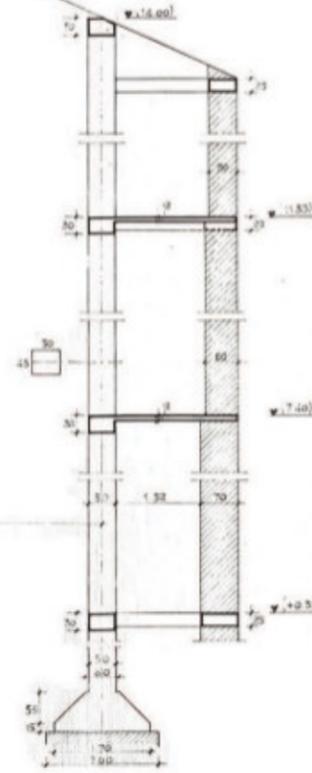
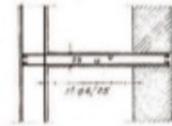
# Progetto dei telai in cemento armato

SEZ. 13-15-16 - muro



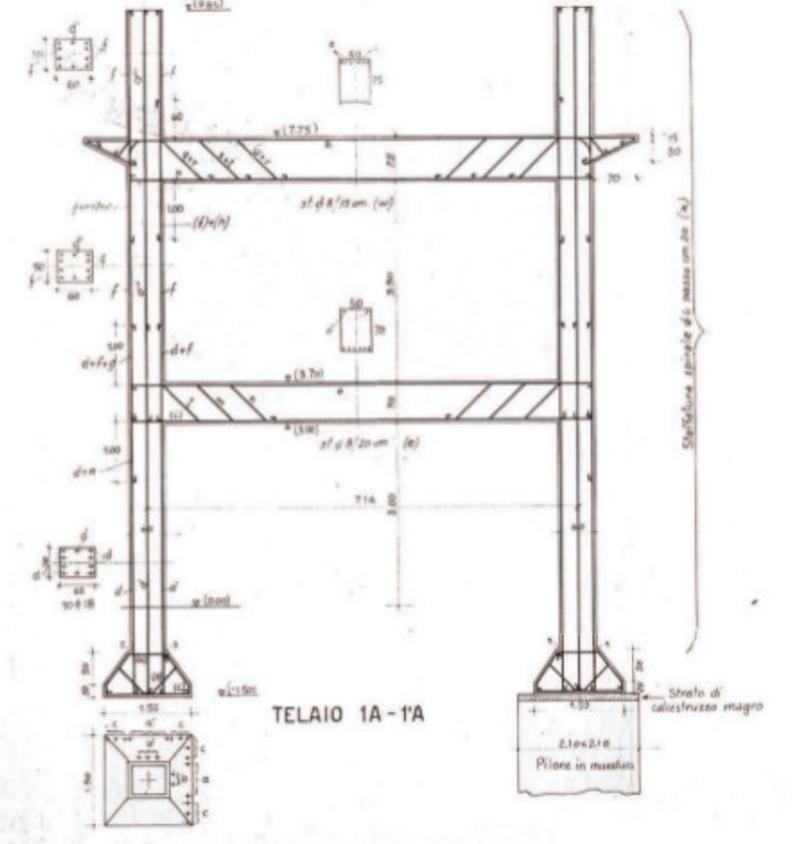
SEZ. A-B

COLLEGAMENTI  
TRASVERSALI

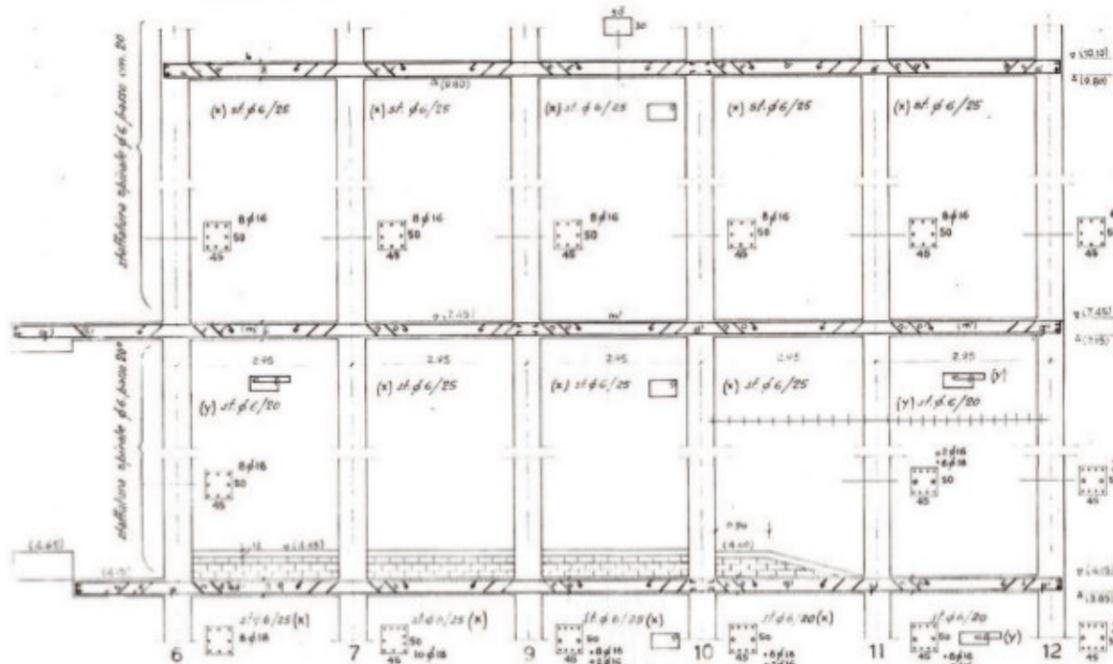


Disegno 1323 N.S.18

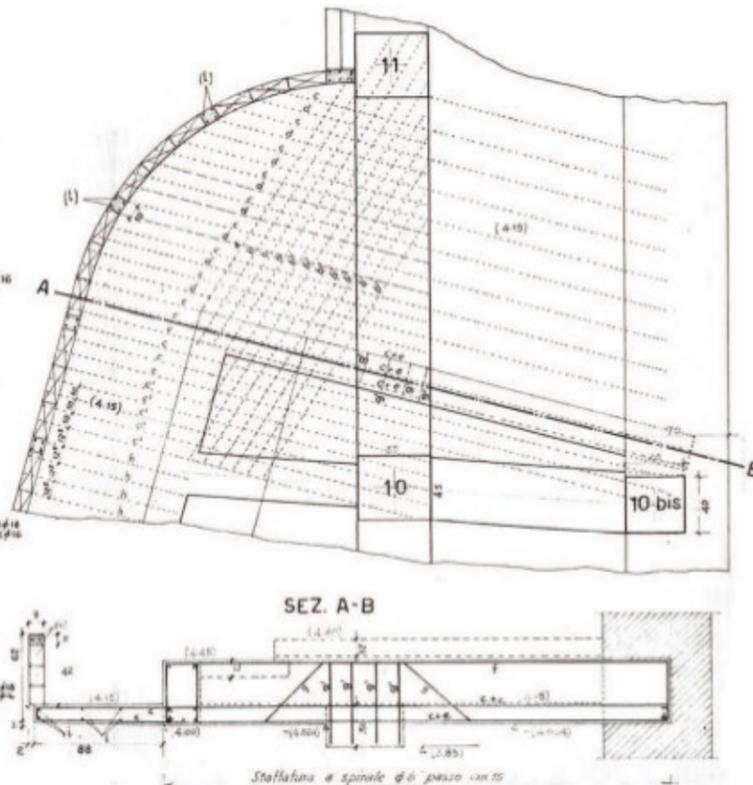
ALLEGATO E/26



DISEGNO 1323 N.S.24

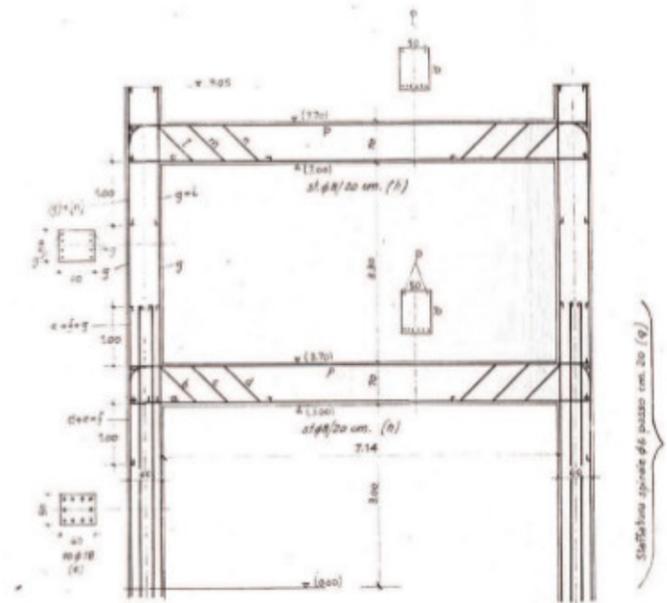


SEZ. 6-7-9-10-11-12  
Rapp. 1:50



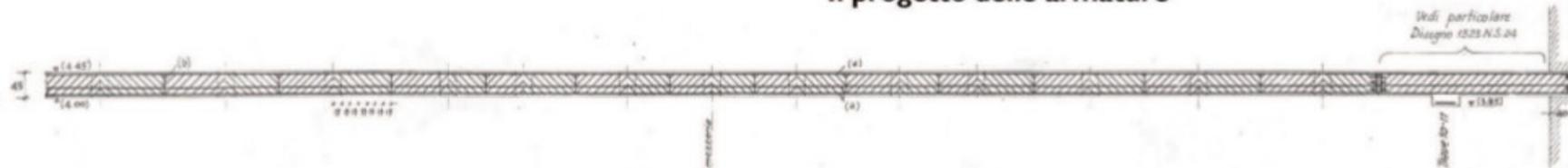
SEZ. A-B

Staffatura a spirale φ6 passo cm. 20



TELAIO 1-1'

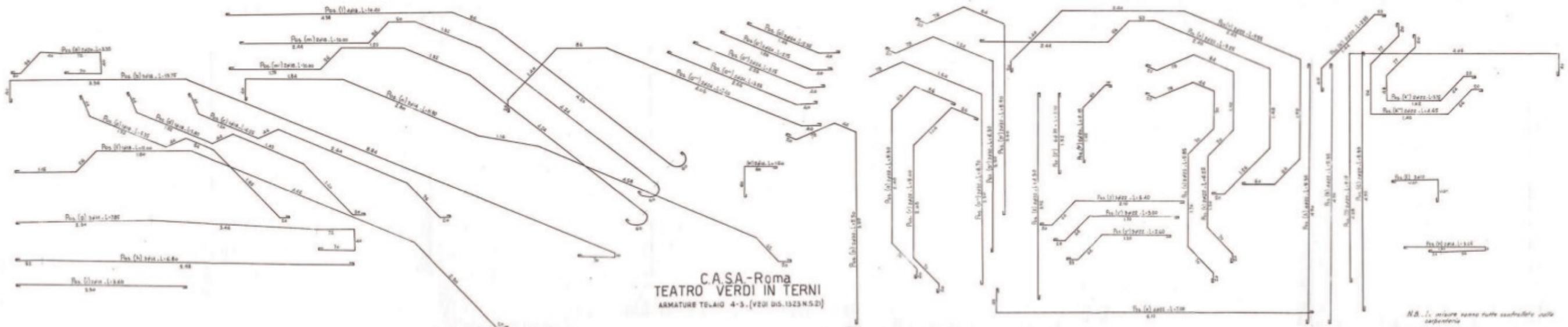
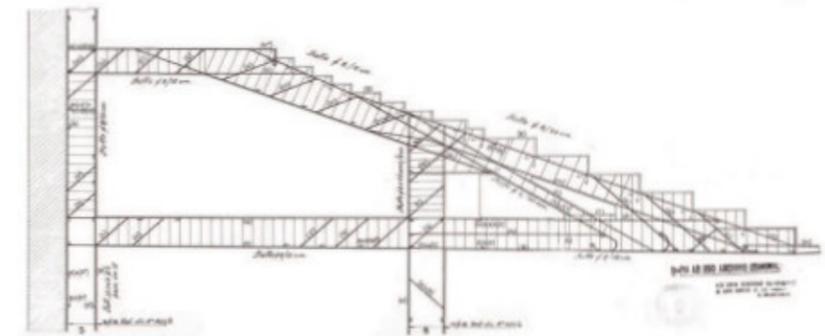
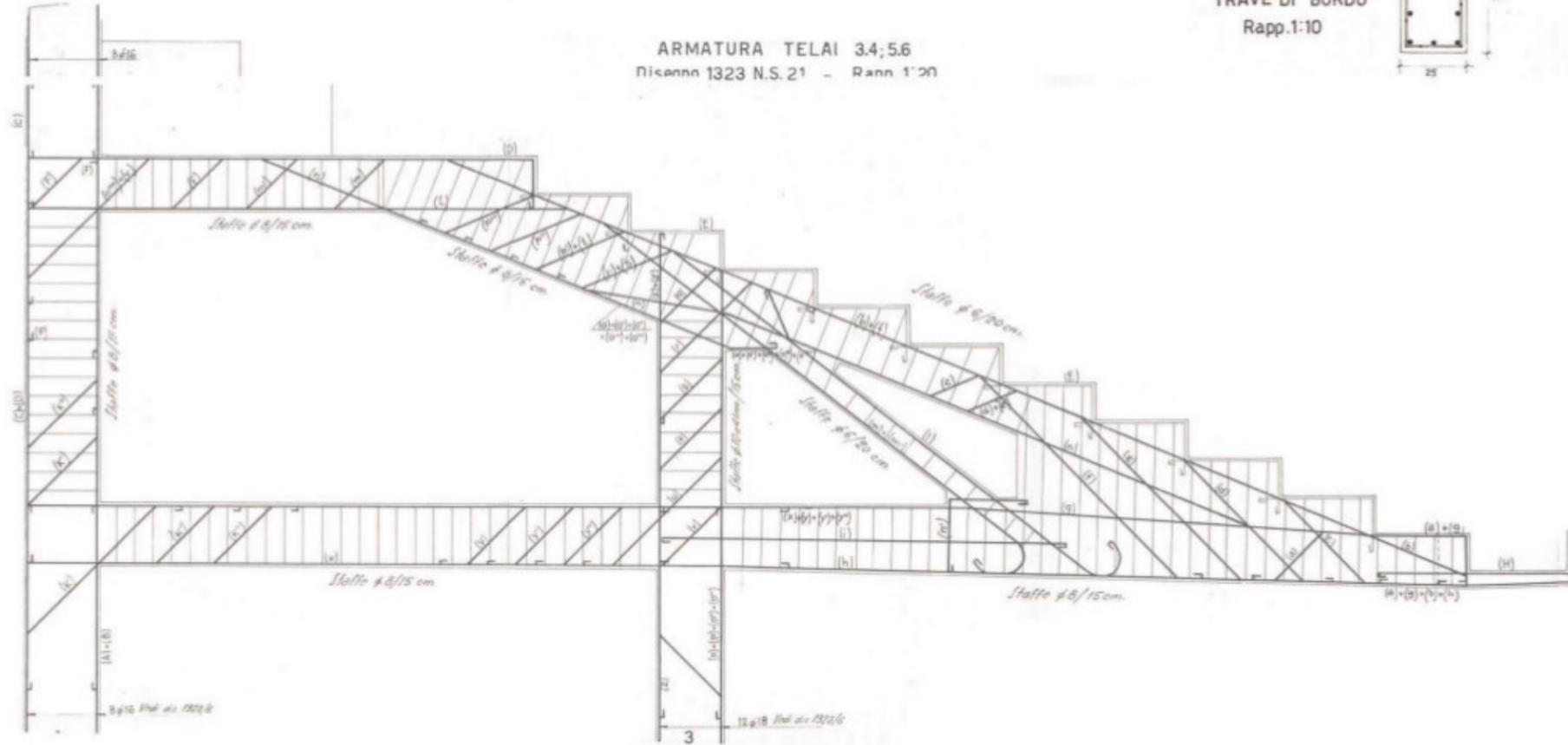
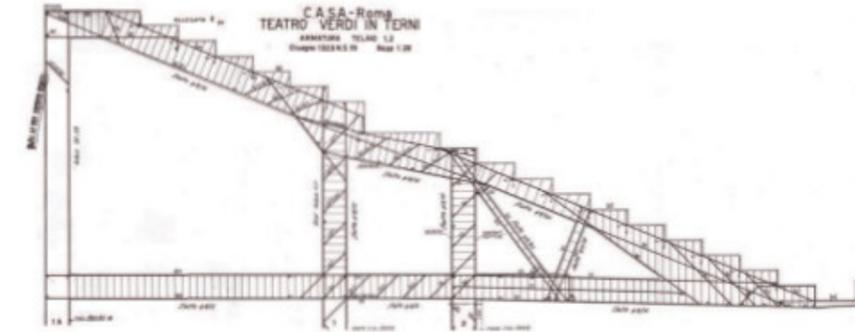
# Il progetto delle armature



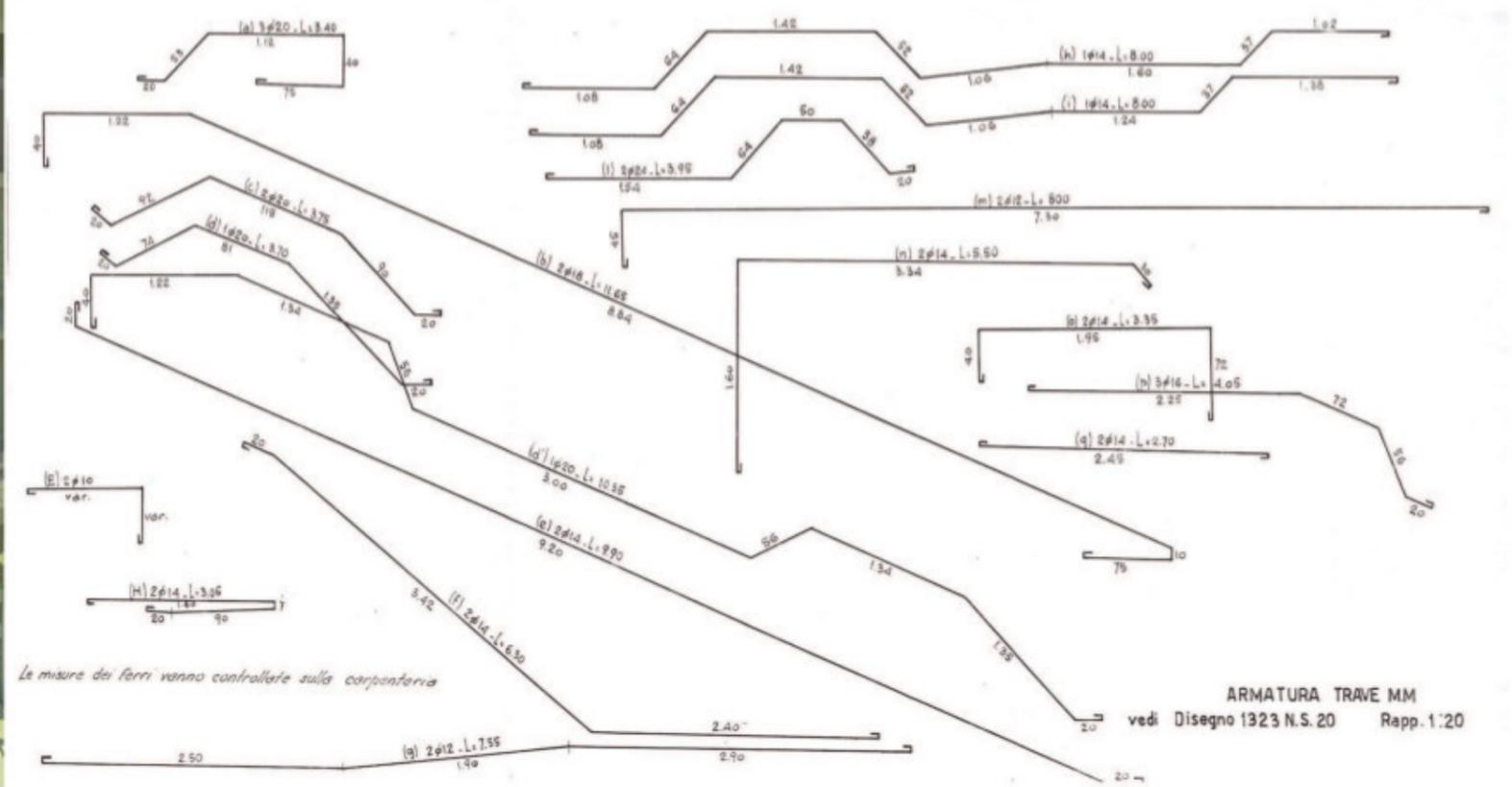
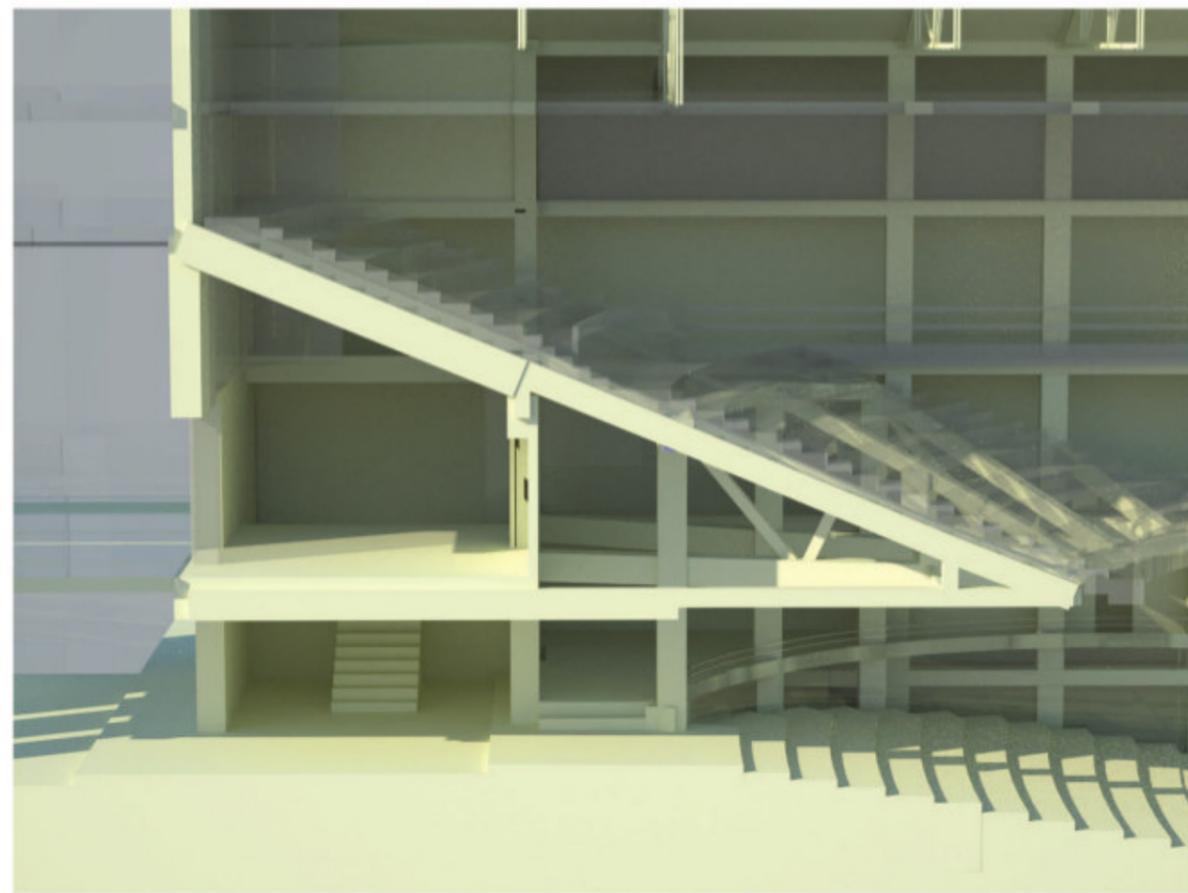
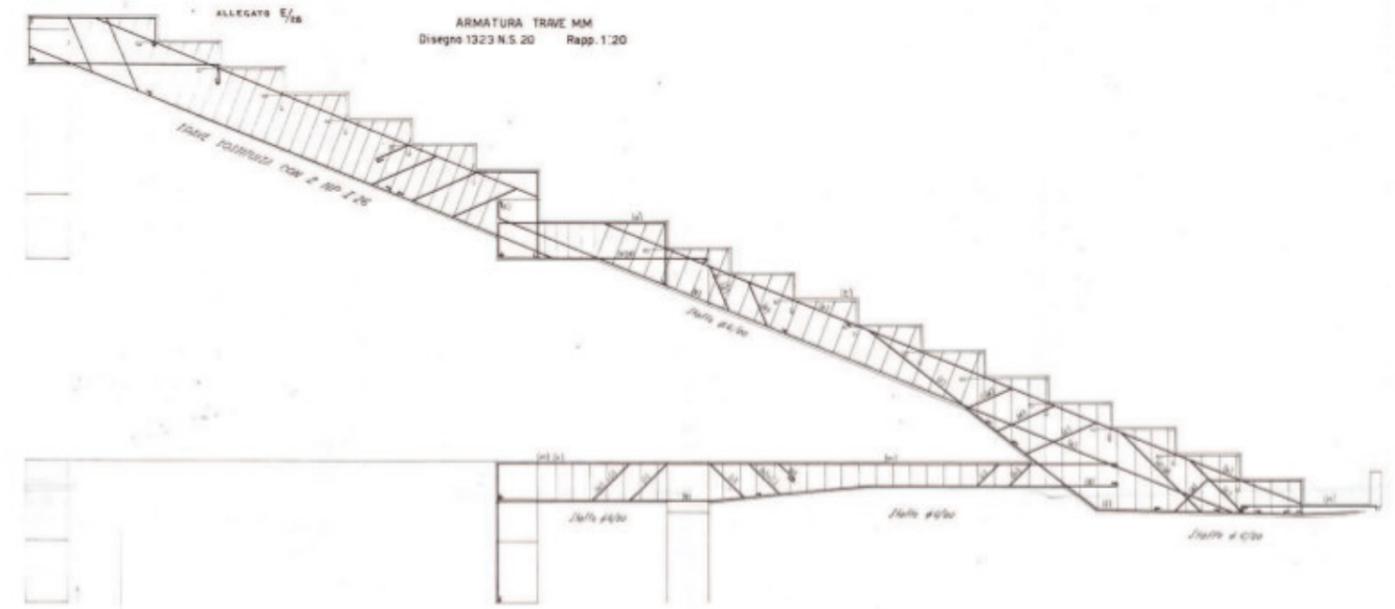
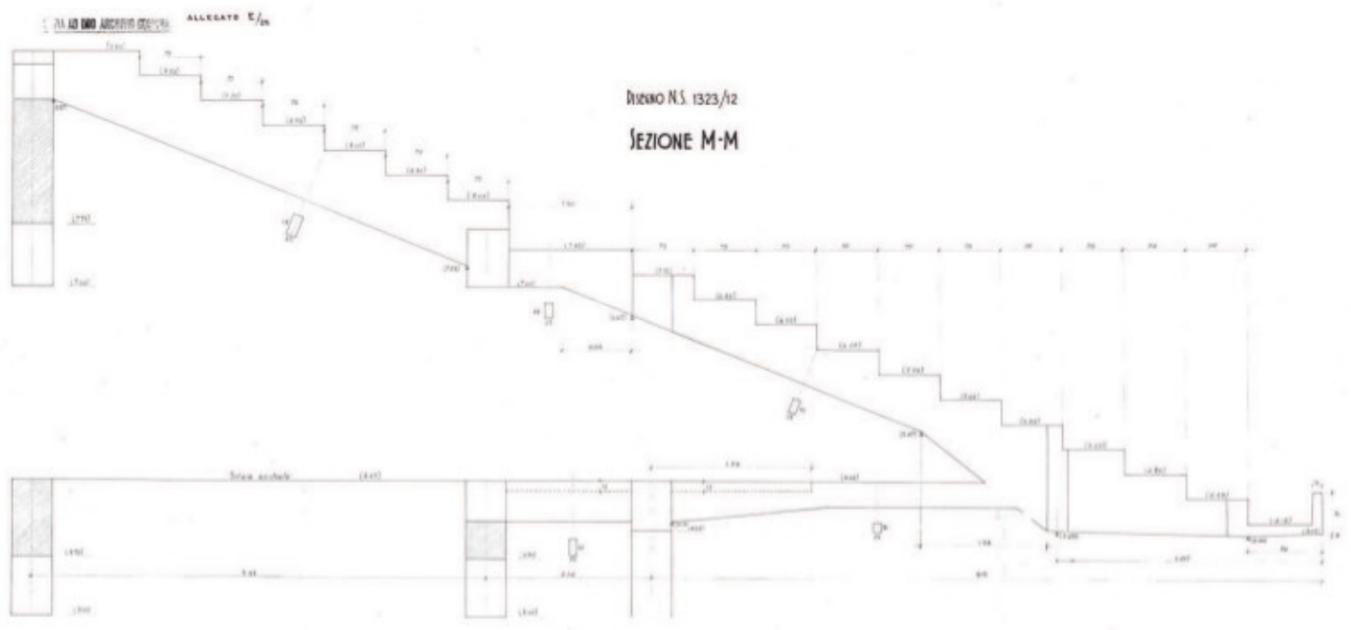
TRAVE DI BORDO GALLERIA  
 (con disposizione della spina di torsione  $\phi 6$  sulla faccia che guarda verso lo spazio della galleria)

SEZ. TRASVERSALE  
 TRAVE DI BORDO  
 Rapp. 1:10

ARMATURA TELAI 3.4;5.6  
 Nicanni 1323 N.S. 21 - Rapp. 1:20

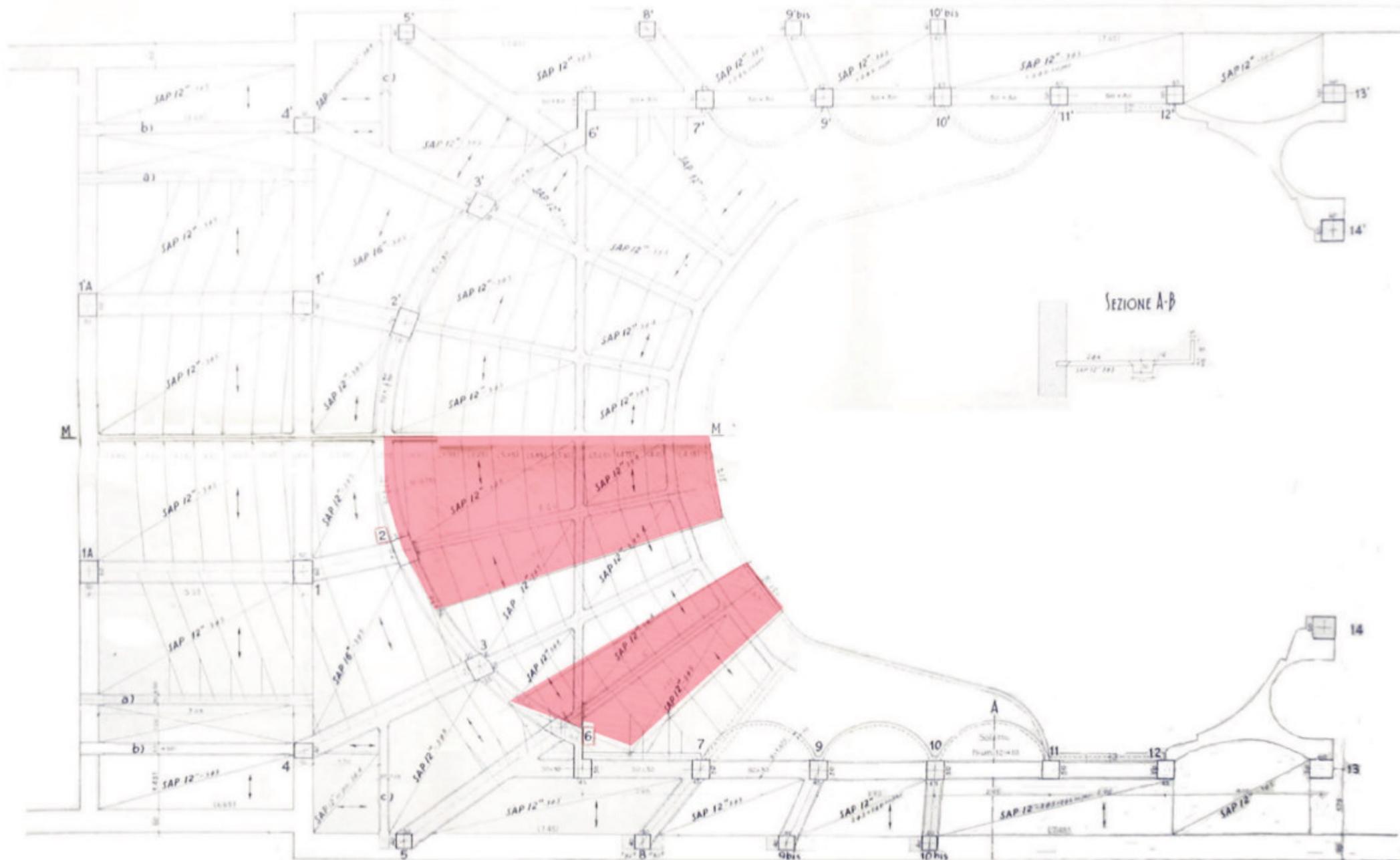


CASA-Roma  
 TEATRO VERDI IN TERNI  
 ARMATURE TELAI 4-5. (VEDI DIS. 1323 N.S. 21)



Collaudo delle strutture - 1949

CARPENTERIA DELLA GALLERIA Q = 745 - DISEGNO N. 1323/17  
RAPP. 1/50



COMUNE DI TERNI

Categoria 15 - Classe 3 - Fascicolo 17

PRATICA N. \_\_\_\_\_

OGGETTO:

*Collaudo lavori in cemento armato  
Teatro Brunelleschi "G. Verdi"*

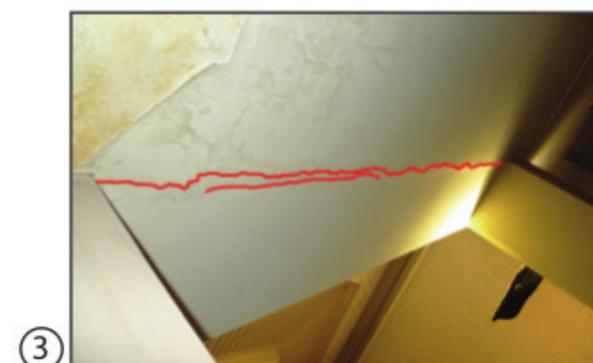
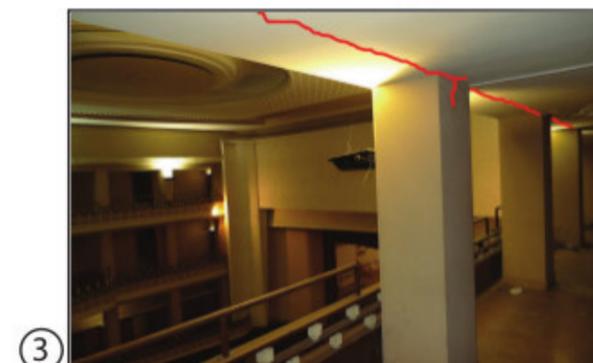
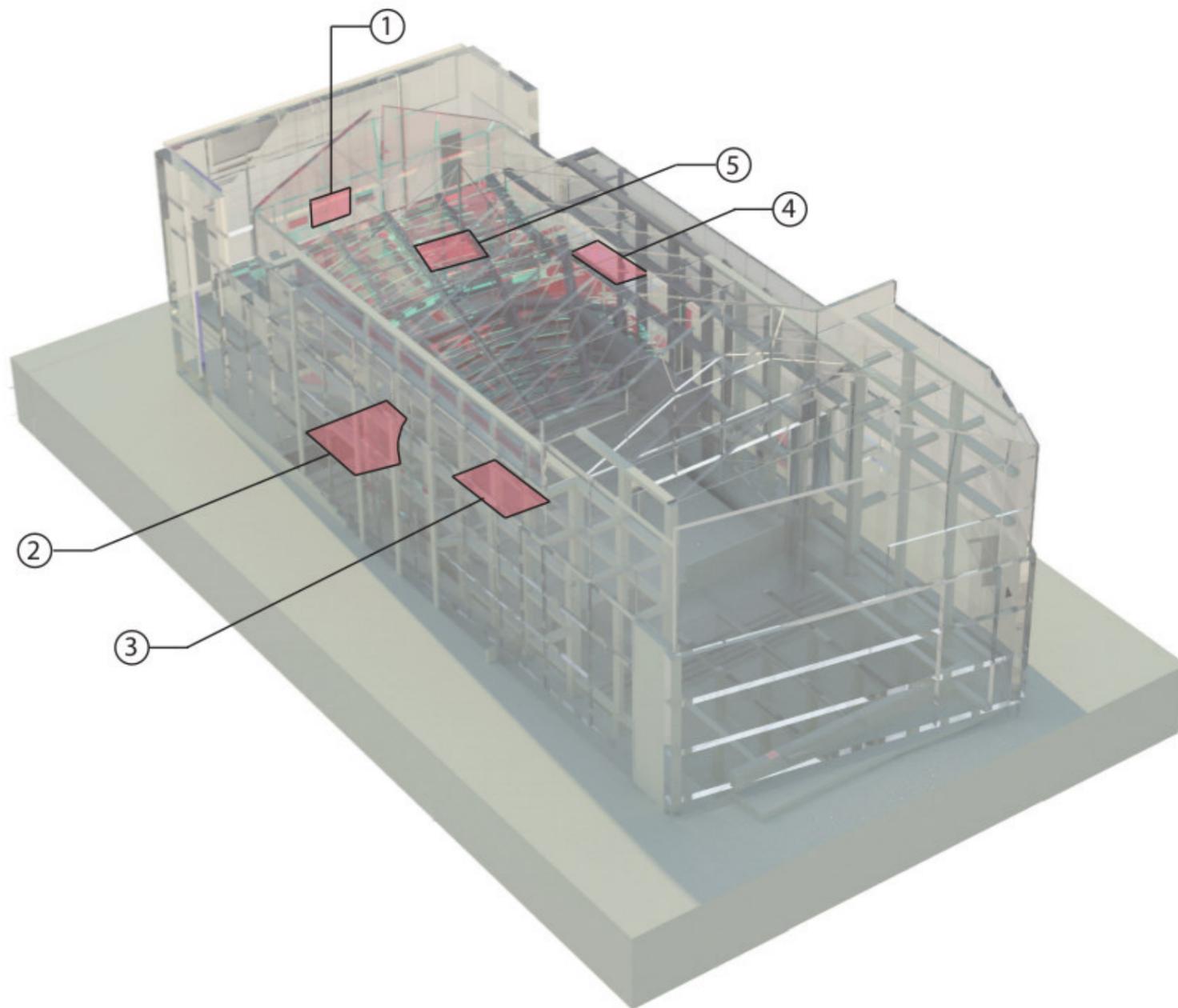
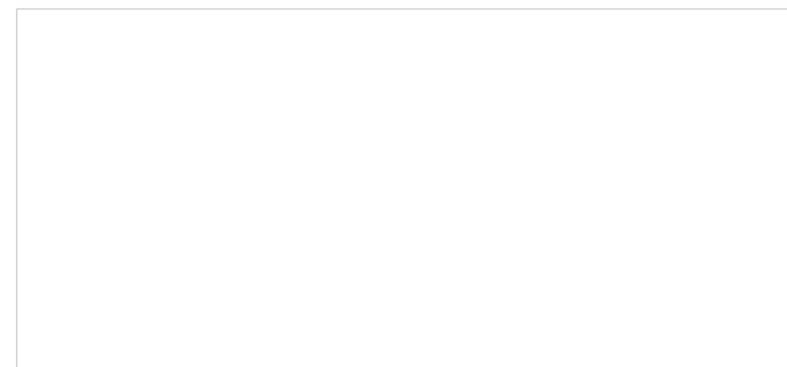
4.4.1949

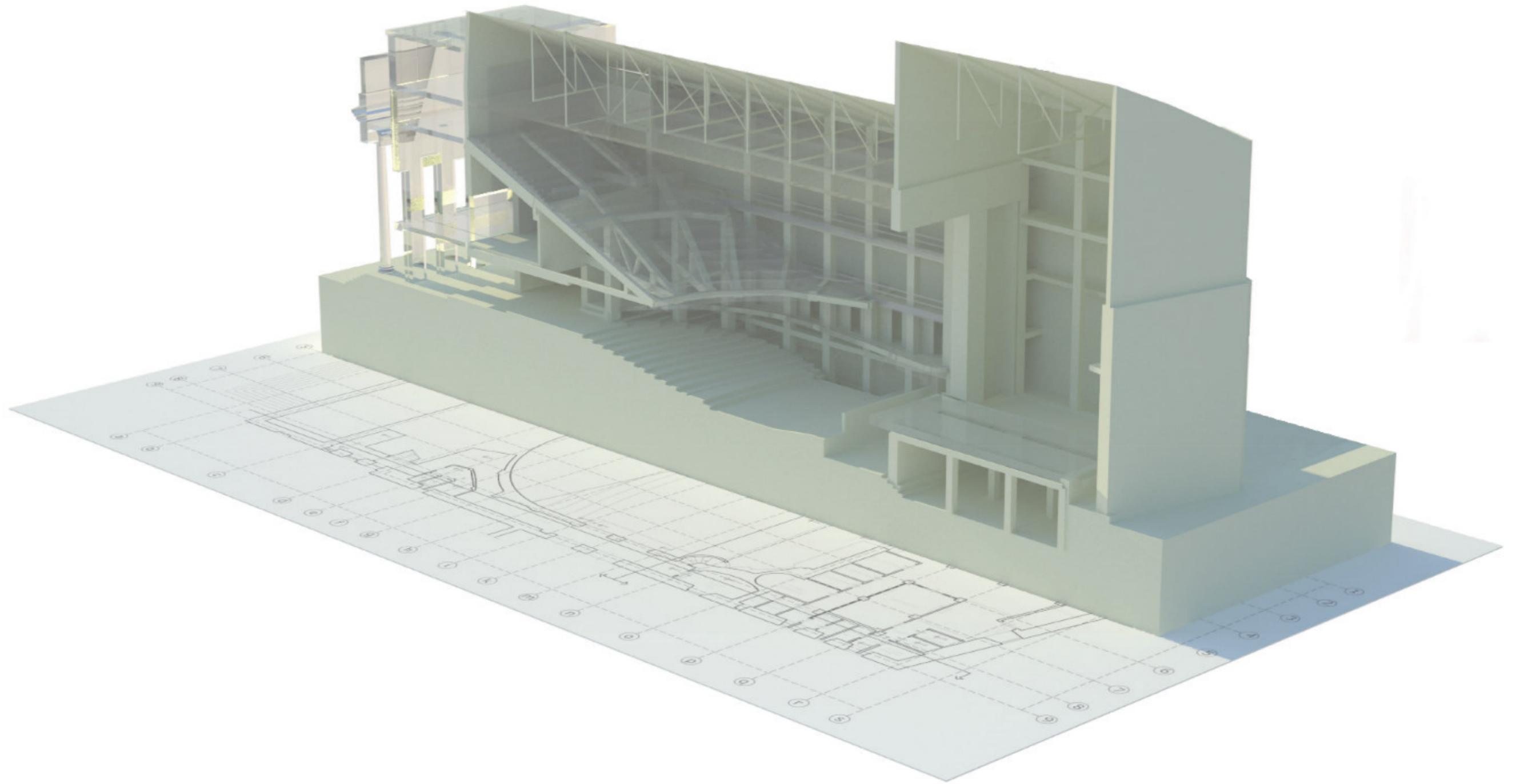
CERTIFICATO DI COLLAUDO

- Tutto ciò premesso e considerato:
- che le opere sono state eseguite secondo le previsioni di progetto, a buona regola d'arte e si trovano in buone state di conservazione;
  - che per quanto è stato possibile riscontrare, il dimensionamento di esse corrisponde alle indicazioni di progetto;
  - che le prove di carico effettuate hanno tutte dato buon esito;

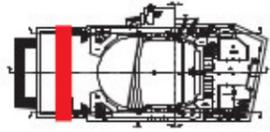
Il sottoscritto Collaudatore  
CERTIFICA

che le opere in cemento armato eseguite per la ricostruzione del teatro "Verdi" in Terni sono tecnicamente collaudabili, come in effetti col presente atto si collauda.

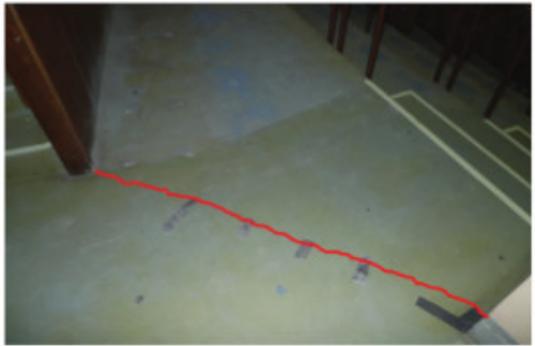
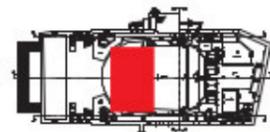




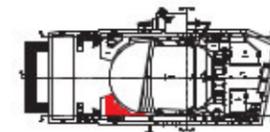
Parete di fondo -  
collegamento  
pronaio



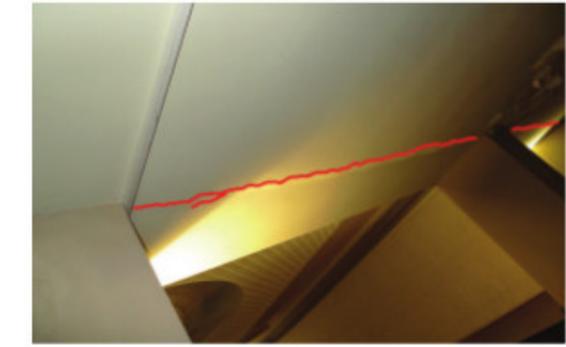
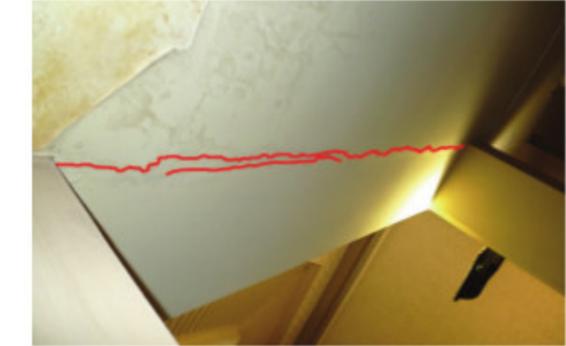
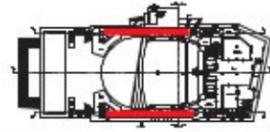
Galleria



Pavimenti



Soffitto palchetti



# FRONTI ESTERNI

## Fronti Nord - Est e Sud - Ovest

### ■ Materiali

Le tecniche impiegate per la costruzione delle murature risultano le medesime su entrambi i fronti: si tratta di una **muratura portante mista in pietra e cotto** con abbondante stesura superficiale di malta di calce o bastarda.

Il paramento presenta l'utilizzo di pietre di pezzatura eterogenea, le più piccole non lavorate mentre le più grandi - utilizzate con funzione di legatura o di irrigidimento - sbozzate e squadrate grossolanamente.

**Gli inserti in cotto** sono realizzati impiegando elementi pieni posati ad andamento orizzontale (2 corsi) nelle zone opache dei fronti e, in corrispondenza delle aperture, per riquadrare le forometrie e realizzare i voltini o le piattabande a seconda dei casi.

I cotti sono stati impiegati in larga parte anche per effettuare tamponamenti di aperture o comunque per diminuire l'ampiezza di finestrate esistenti.

Sul fronte Nord-Est, nella zona della torre scenica, è rilevabile un'importante ricucitura che attraversa la facciata da cima a fondo, realizzata impiegando i medesimi elementi in cotto, mentre su entrambe le facciate si osserva la presenza delle colature di boiaccia di cemento fuoriuscita presumibilmente durante il getto della passerella interna che corre lungo i tre lati ciechi della torre scenica.

La parte superiore del paramento, ancora in corrispondenza della torre scenica, presenta una finitura omogenea realizzata con un intonaco presumibilmente realizzato in malta di cemento che corrisponde al cambio della struttura muraria (verificabile all'interno dell'edificio) che passa da mista a pietre e mattoni a muratura in mattoni.

L'elemento aggettante in cui è contenuto il vano scale (a Nord-Est) presenta i medesimi materiali e tecniche costruttive impiegate per il resto del paramento anche se è possibile rilevare una maggior presenza della finitura a malta di calce o

bastarda che, in questo caso, copre ampie porzioni delle murature nascondendo completamente la tessitura sottostante.

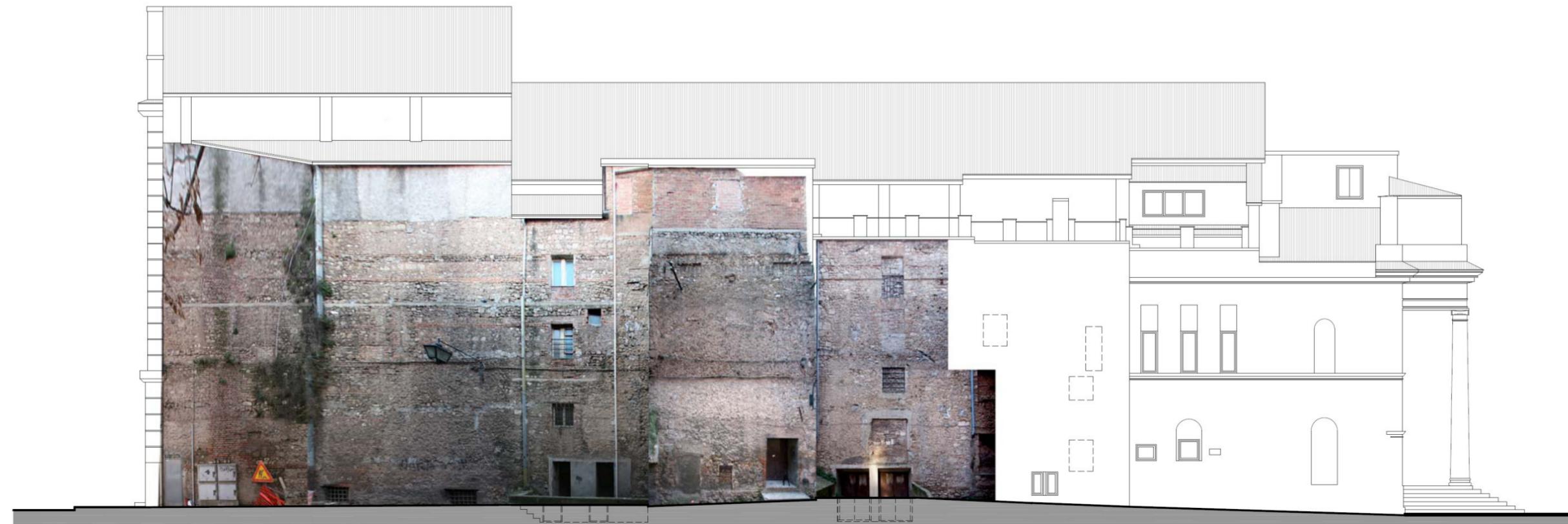
Sul vano scale è inoltre chiaramente distinguibile il sopralzo effettuato in anni più recenti impiegando **elementi in cotto forati** per le murature e elementi pieni per le angolate. Le finiture sono eterogenee, si rileva la presenza di un intonaco sul fronte sud e la totale assenza di strato di finitura sugli altri prospetti. Anche in questo caso sono riscontrabili tamponamenti delle aperture effettuati impiegando elementi forati.

In alcuni punti del prospetto sono chiaramente visibili stuccature ad andamento prevalentemente orizzontale effettuate con malta cementizia la cui presenza, al momento, risulta di difficile comprensione; successive indagini potrebbero probabilmente aiutare ad interpretarne la necessità.

Gli elementi funzionali riscontrabili includono gronde e pluviali realizzati in diverse forme impiegando **lamiera zincata** e, in casi isolati, elementi in pvc; serramenti realizzati in legno con specchiature in vetro per lo più satinato o comunque trattato per diminuirne la trasparenza cui si antepongono talvolta grate antintrusione o di protezione realizzate in ferro. Le porte, come i serramenti delle finestre, sono realizzati in **legno**.

Sono inoltre rilevabili, sul corpo che contiene il vano scale di sicurezza, numerosi capichiave in ferro collocati nei pressi delle angolate per fornire contrasto alle catene metalliche posate per irrigidire la struttura che risulta, anche alla semplice osservazione, profondamente lesionata.

Degni di menzione, ma non visibili in fotografia, **i ferri di chiamata** collocati nella parte alta del prospetto Sud-Ovest, lasciati in vista in previsione di una ipotetica ripresa della struttura durante l'esecuzione dell'ultimo importante intervento sul teatro.



FRONTE NORD - EST

# FRONTI ESTERNI

## Fronti Sud - Est e Sud - Ovest



### ■ Patologie e cause

La patologia più diffusa su tutto il paramento murario riguarda sicuramente l'accumulo di **particolato atmosferico** e di **sporizia generalizzata** che ha fatto presa sulla rugosità della superficie di finitura, sia essa l'intonaco o la pietra lasciata a vista. Sono inoltre visibili problematiche legate al ristagno dell'**umidità atmosferica** sui paramenti che ha favorito il proliferare di vegetazione inferiore (muschi e licheni prevalentemente) che alla fine del ciclo di vita risultano in concrezioni scure tenacemente ancorate al supporto.

Si assiste contemporaneamente a fenomeni di **dilavamento dei giunti** di allettamento nelle zone realizzate impiegando i mattoni; meno evidente, anche per la forte eterogeneità della tessitura, il dilavamento dei giunti nelle porzioni realizzate in pietra.

Sugli intonaci realizzati per riquadrare le uscite di sicurezza si notano fenomeni macroscopici di **rottture localizzate** nelle zone dell'architrave e alla base dei piedritti; le cause sono sicuramente da ricercare e nella prolungata esposizione alle intemperie e nell'assenza di manutenzione.

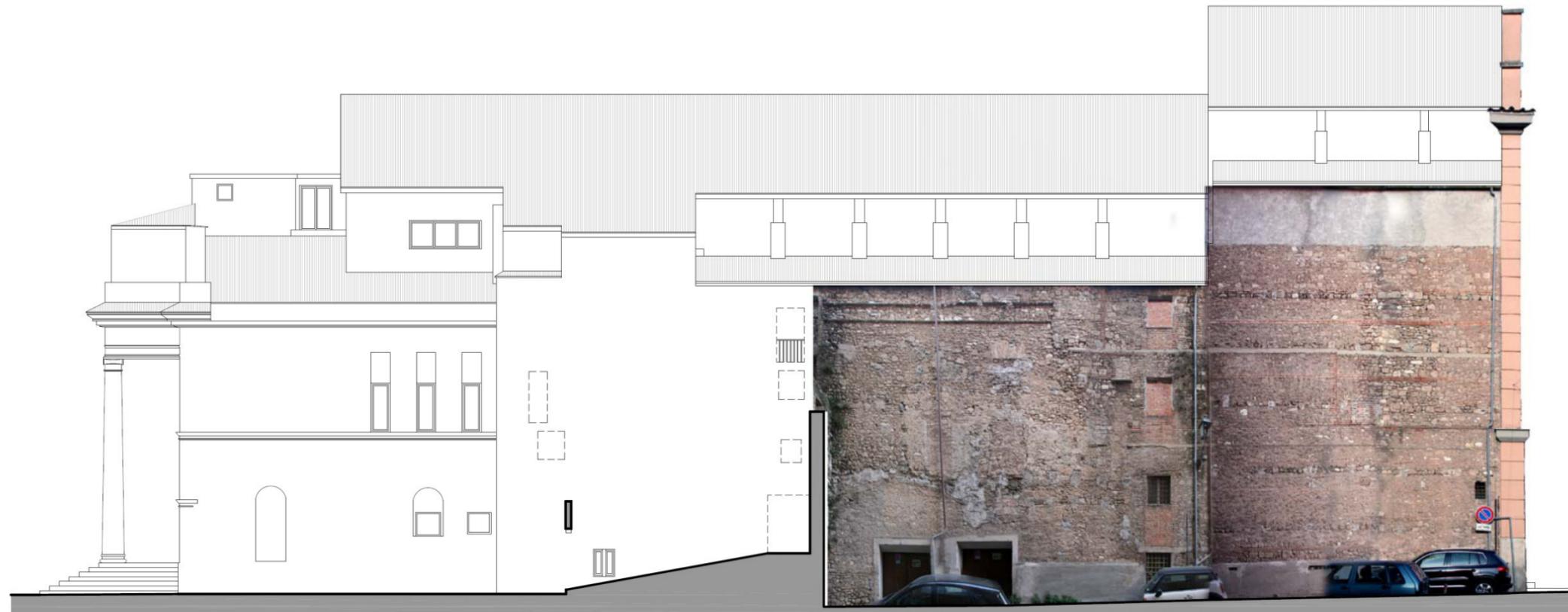
Anche l'umidità da risalita gioca un ruolo importante nella definizione del quadro patologico, risultando evidente in zone localizzate immediatamente in prossimità dell'attacco a terra delle strutture dove la mancanza dei giunti di allettamento si fa più consistente.

La zona più interessata da fenomeni legati alla presenza di umidità è quella localizzata nella zona della torre scenica, in prossimità del cambio di giacitura delle pareti: qui un probabile malfunzionamento del sistema di raccolta e smaltimento

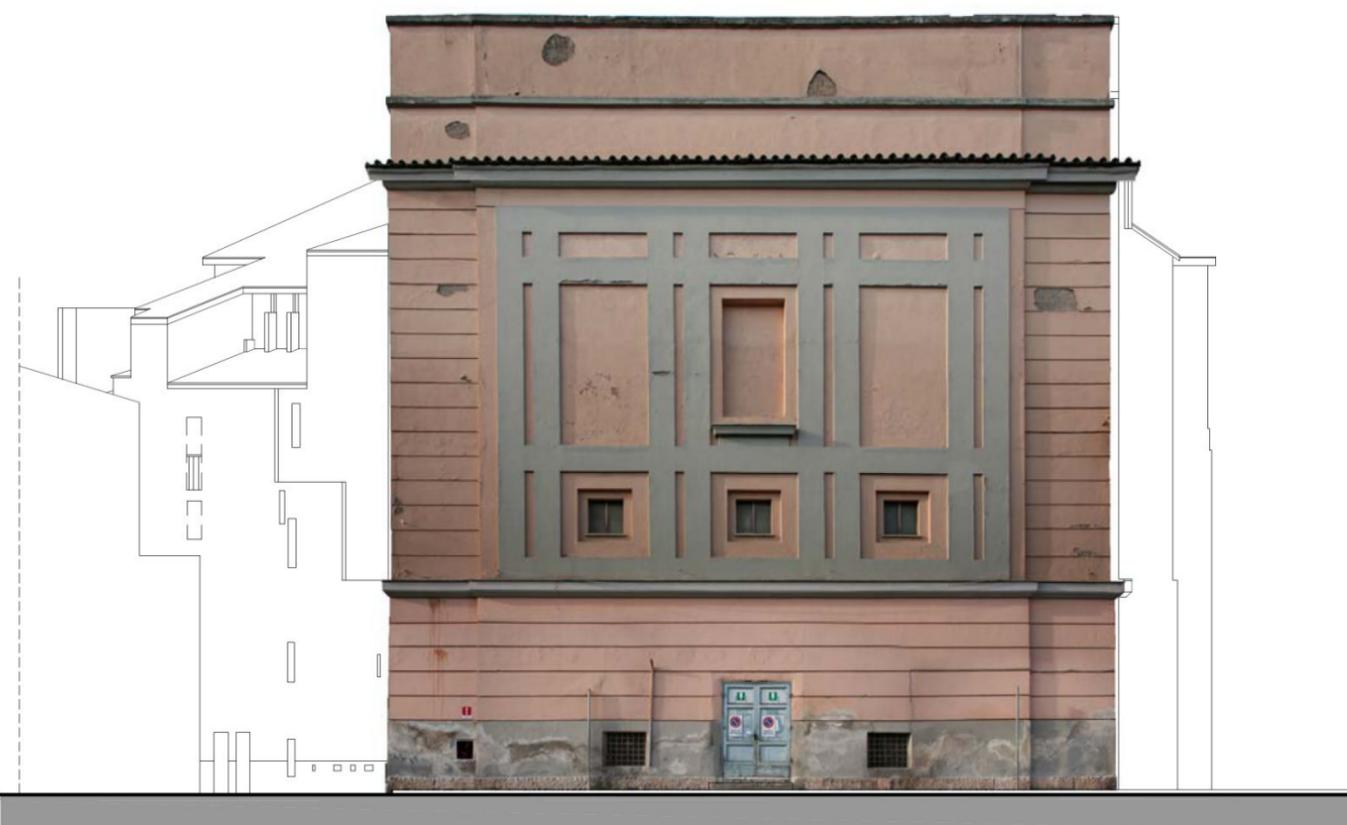
delle acque meteoriche, unito alla morfologia della facciata e alla presenza di vegetazione ad alto fusto appena a ridosso del fronte, complice anche la non favorevole esposizione, ha prodotto le condizioni ideali per il proliferare di abbondante flora tenacemente radicata nel paramento murario.

Anche sui legni e sui ferri i problemi di marcescenze, rotture e ossidazione generalizzata (per i metalli) sono tutti riconducibili alla presenza di umidità di condensa e all'assenza prolungata di manutenzione.

Oltre a queste patologie relative in misura maggiore all'aspetto superficiale della materia, si richiamano le problematiche legate alla configurazione statica del manufatto che, come denunciano i capichiave individuabili su questo fronte, sono già state affrontate in passato ma che necessitano di una verifica per valutarne la progressione o l'effettiva soluzione. Stesse considerazioni possono valere anche per la zona interessata dalla grande ricicatura effettuata in mattoni che si estende sulla torre scenica per tutta la sua altezza lasciando intuire, insieme alla formazione di patina biologica, la presenza di una zona più fredda all'interno della muratura: la presenza quindi di una canna che potrebbe far diminuire la sezione resistente del paramento.



FRONTE NORD - OVEST



FRONTE SUD - EST

### ■ Materiali

A differenza dei due prospetti longitudinali dell'edificio, quello posteriore presenta una partitura architettonica, finiture e - in parte - materiali completamente differenti. Il fronte risulta interamente **intonacato e dipinto** impiegando colori nelle tonalità del rosa e del grigio; è una facciata quasi completamente cieca, le uniche aperture sono l'uscita di sicurezza a filo strada, cui si affiancano due finestre, e altre tre finestre di modeste dimensioni che si aprono sul fondo della torre scenica.

La facciata, osservata lateralmente, ha l'aspetto di una quinta poiché è alta quanto il colmo delle coperture della torre scenica che essendo a falde inclinate lasciano completamente libera la parte superiore del prospetto che si comporta in questa zona come una facciata a vela. Anche questo fronte è realizzato, come il resto delle pareti che compongono la torre, impiegando una muratura mista in mattoni e pietre fino a circa metà della finestra centrale tamponata per poi proseguire con una muratura di spessore inferiore realizzata interamente in laterizio. Il cambio di materiale, seppur nascosto dall'intonaco superficiale, è rilevabile anche dall'esterno ed è sottolineato da un movimento orizzontale della finitura che in alcuni punti è già sfociato nella formazione di una fessurazione dell'intonaco.

Risalendo la facciata, appena sopra le modanature a motivi geometrici realizzate in intonaco, si incontra una cornice di modesto oggetto su cui è collocata una fascia di copertura realizzata con **elementi embrice-coppo in cotto** che copiano l'andamento del cornicione fino sui risvolti posteriori della facciata.

Da una prima sommaria analisi visiva l'intonaco dovrebbe essere realizzato impiegando malta di cemento, mentre le pitture utilizzate per la colorazione degli intonaci, a giudicare dai fenomeni di degrado cui sono soggette, dovrebbero essere di tipo sintetico.

I serramenti - la porta dell'uscita di sicurezza e i telai delle finestre - sono realizzati in **legno** e successivamente smaltati di grigio, le finestre presentano specchiature in vetro; sono presenti anche delle grate in **metallo** collocate a protezione delle due aperture a livello strada.

### ■ Patologie e cause

Da una prima analisi visiva la struttura non presenta problematiche rilevanti anche se le patologie presenti, per lo più assimilabili a **distacchi di porzioni d'intonaco** di dimensioni considerevoli, possono lasciar supporre che anche altre aree dello strato di finitura abbiano perso aderenza dal supporto murario e siano quindi prossime al distacco. Questa evenienza è però di difficile individuazione a distanza e richiede invece un'analisi da effettuare a stretto contatto della muratura tramite battitura.

Va sottolineato che le geometrie del fronte presentano numerosi aggetti che, seppur di piccole dimensioni, fungono da piani di **ristagno per le acque meteoriche** favorendo quindi l'innescio di tutte le patologie strettamente connesse a questo tipo di fenomeni. In particolare sono riscontrabili sullo strato di pittura casi di esfoliazione e polverizzazione che interessano con tutta probabilità anche l'intonaco di supporto.

Analizzando la parte inferiore della facciata sono rilevabili, sopra lo **zoccolo realizzato in pietra** locale, estese riprese di intonaco realizzate con malta di cemento presumibilmente messe in opera per ripristinare i danni provocati dall'umidità di risalita; tutti i rappezzi presentano comunque evidenti affioramenti di sali dovuti in larga misura proprio alla natura del legante impiegato.

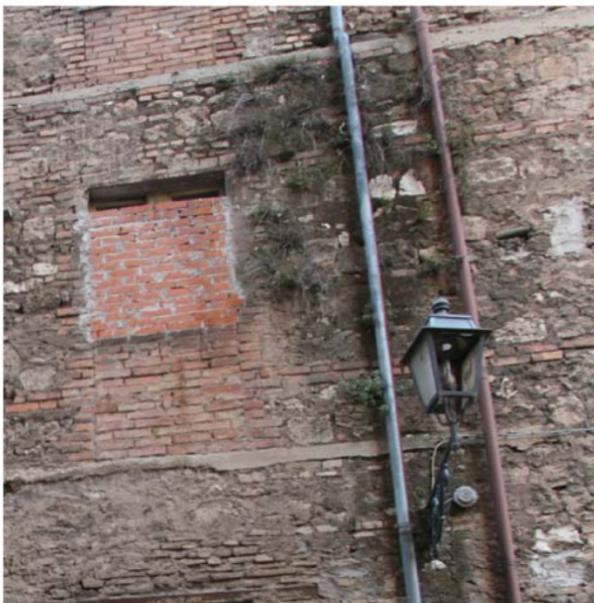
Gli elementi in legno - la porta e i serramenti - presentano evidenti segni di assenza di manutenzione: sono riscontrabili marcescenze localizzate, rotture e perdita dello strato di vernice protettivo.

Similmente, anche gli elementi in ferro necessiterebbero di interventi di manutenzione per eliminare le problematiche legate alla corrosione e all'ossidazione delle vernici protettive.

Nelle fasce alte dei fronti sono rilevabili depositi superficiali su muratura in pietra e cotto e superfici intonacate.



A causa del ristagno delle acque meteoriche si evidenzia la presenza di vegetazione infestante, muschi e licheni. Sul fronte su largo S.Agape si constata la presenza di distacchi superficiali.



Rilevante presenza di umidità da risalita che porta al distacco delle fasce intonacate con formazione di efflorescenze saline ed evidente ristagno delle acque meteoriche; numerose piante superiori alla base dell'edificio.



# INTONACO

## ANAGRAFICA

**ELEMENTO:** Rivestimento

**MATERIALE:** Intonaco a base cementizia

**GIACITURA:** Fronte e rivestimento interno torre scenica.

## QUADRO PATOLOGICO

**PATOLOGIA:** presenza diffusa di depositi polverulenti, patina scura, depositi carboniosi tracce di umidità nelle porzioni basse di muratura, distacchi localizzati.

**CAUSA:** condensazione superficiale; mancata manutenzione; umidità ascendente.

# COPERTURE

## ANAGRAFICA

**ELEMENTO:** manto di copertura in coppo e embrice.

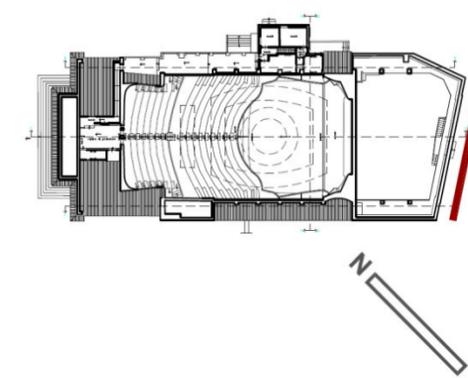
**MATERIALE:** manufatto artificiale in argilla cotta posato a secco

**GIACITURA:** manto di copertura torre scenica e platea.

## QUADRO PATOLOGICO

**PATOLOGIA:** depositi puntuali di materiale organico, terriccio, materiale vario, muschi e licheni, infiltrazione di acque meteoriche; ristagno delle acque.

**CAUSA:** ristagno delle acque meteoriche; mancata manutenzione.



limite di gora umidità di risalita

## COPERTURE

### ANAGRAFICA

**ELEMENTO:** manto di copertura in marsigliesi; orditura in legno.  
**MATERIALE:** manufatto artificiale in argilla cotta posato a secco  
**GIACITURA:** manto di copertura torre scenica e platea.

### QUADRO PATOLOGICO

**PATOLOGIA:** depositi puntuali di materiale organico, terriccio, materiale vario, muschi e licheni, infiltrazione di acque meteoriche; ristagno delle acque.  
**CAUSA:** ristagno delle acque meteoriche; scivolamento dei manufatti per mancanza di sistema di fermatura; mancata manutenzione.

## COTTO

### ANAGRAFICA

**ELEMENTO:** apparecchio murario  
**MATERIALE:** Mattoni forati  
**GIACITURA:** Sopralzo della torre scenica, sopralzo corpo scale esterno.

### QUADRO PATOLOGICO

**PATOLOGIA:** presenza diffusa di depositi polverulenti, patina scura, depositi carboniosi tracce di umidità nelle porzioni basse di muratura.  
**CAUSA:** condensazione superficiale; mancata manutenzione.

## PIETRA E COTTO

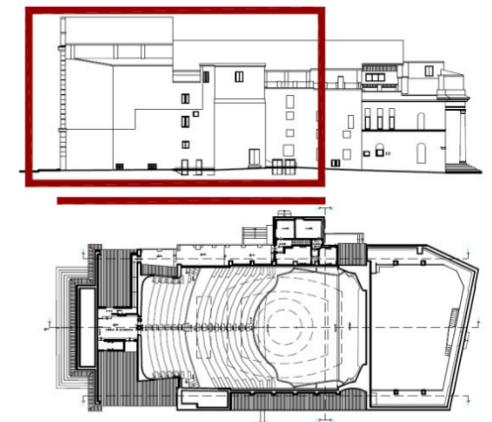
### ANAGRAFICA

**ELEMENTO:** apparecchio murario portante  
**MATERIALE:** pietra locale lavorata a seconda del tipo di utilizzo; manufatto artificiale in argilla cotta con giunti di allettamento in malta di calce e malta cementizia.  
**GIACITURA:** paramento modulato con pietre di pezzatura eterogenee; gli inserti in cotto sono realizzati impiegando elementi pieni posati ad andamento orizzontale (2 corsi) nelle zone opache dei fronti e, in corrispondenza delle aperture, per riquadrare le forometrie e realizzare i voltini o le piattabande a seconda dei casi. I cotti sono stati impiegati in larga parte anche per effettuare tamponamenti di aperture (\* cfr. in tavola).

### QUADRO PATOLOGICO

**PATOLOGIA:** presenza diffusa di depositi polverulenti, patina scura, depositi carboniosi tracce di umidità nelle porzioni basse di muratura.

**CAUSA:** condensazione superficiale; mancata manutenzione; umidità ascendente per perdita pluviali, scarsa regimentazione delle acque meteoriche.



FRONTE NORD - EST





## ■ Materiali

A differenza dei due prospetti longitudinali dell'edificio, quello posteriore presenta una partitura architettonica, finiture e - in parte - materiali completamente differenti. Il fronte risulta interamente **intonacato e dipinto** impiegando colori nelle tonalità del rosa e del grigio; è una facciata quasi completamente cieca, le uniche aperture sono l'uscita di sicurezza a filo strada, cui si affiancano due finestre, e altre tre finestre di modeste dimensioni che si aprono sul fondo della torre scenica.

La facciata, osservata lateralmente, ha l'aspetto di una quinta poiché è alta quanto il colmo delle coperture della torre scenica che essendo a falde inclinate lasciano completamente libera la parte superiore del prospetto che si comporta in questa zona come una facciata a vela. Anche questo fronte è realizzato, come il resto delle pareti che compongono la torre, impiegando una muratura mista in mattoni e pietre fino a circa metà della finestra centrale tamponata per poi proseguire con una muratura di spessore inferiore realizzata interamente in laterizio. Il cambio di materiale, seppur nascosto dall'intonaco superficiale, è rilevabile anche dall'esterno ed è sottolineato da un movimento orizzontale della finitura che in alcuni punti è già sfociato nella formazione di una fessurazione dell'intonaco.

Risalendo la facciata, appena sopra le modanature a motivi geometrici realizzate in intonaco, si incontra una cornice di modesto oggetto su cui è collocata una fascia di copertura realizzata con **elementi embrice-coppo in cotto** che copiano l'andamento del cornicione fino sui risvolti posteriori della facciata.

Da una prima sommaria analisi visiva l'intonaco dovrebbe essere realizzato impiegando malta di cemento, mentre le pitture utilizzate per la colorazione degli intonaci, a giudicare dai fenomeni di degrado cui sono soggette, dovrebbero essere di tipo sintetico.

I serramenti - la porta dell'uscita di sicurezza e i telai delle finestre - sono realizzati in **legno** e successivamente smaltati di grigio, le finestre presentano specchiature in vetro; sono presenti anche delle grate in **metallo** collocate a protezione delle due aperture a livello strada.

## ■ Patologie e cause

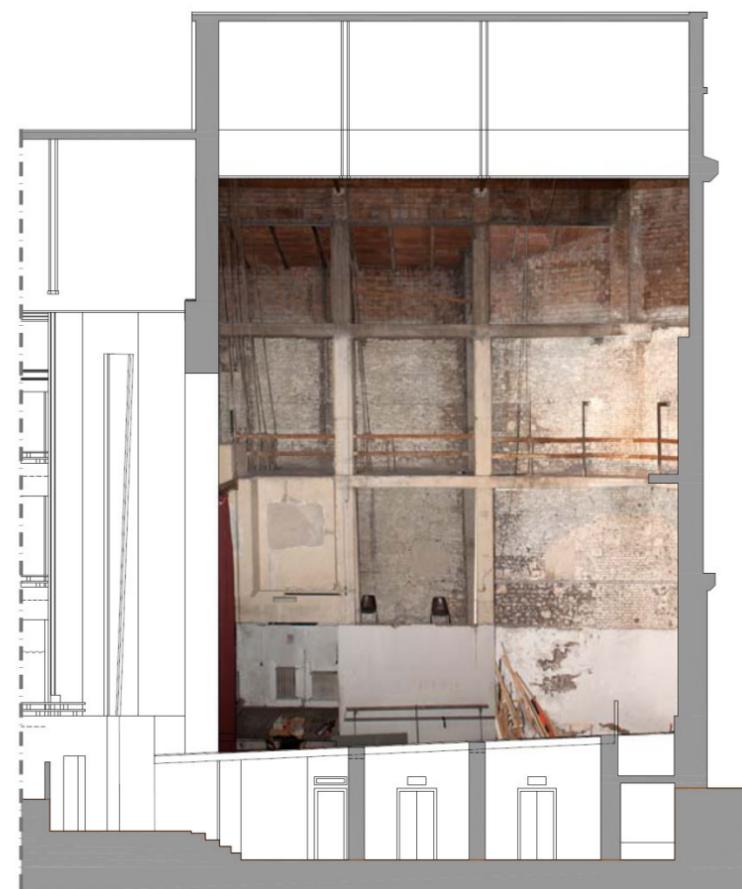
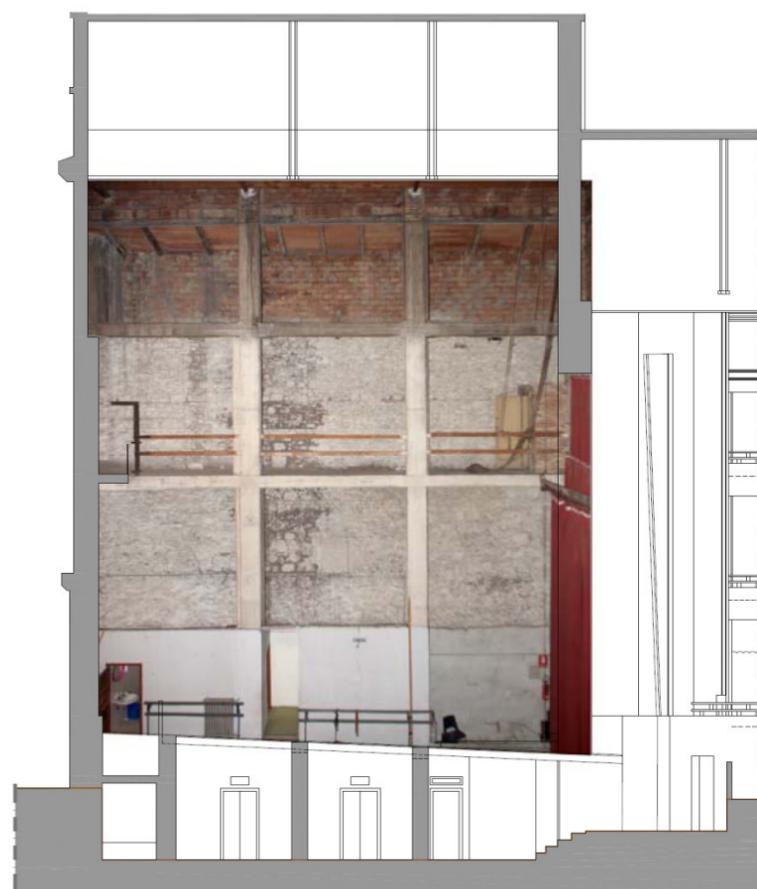
Da una prima analisi visiva la struttura non presenta problematiche rilevanti anche se le patologie presenti, per lo più assimilabili a **distacchi di porzioni d'intonaco** di dimensioni considerevoli, possono lasciar supporre che anche altre aree dello strato di finitura abbiano perso aderenza dal supporto murario e siano quindi prossime al distacco. Questa evenienza è però di difficile individuazione a distanza e richiede invece un'analisi da effettuare a stretto contatto della muratura tramite battitura.

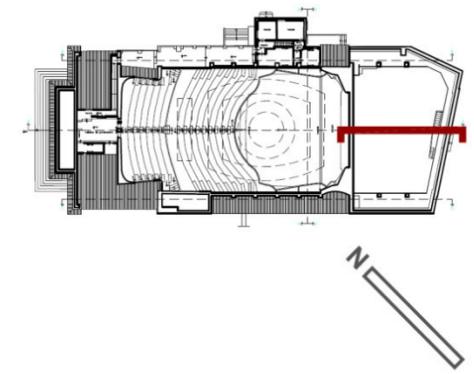
Va sottolineato che le geometrie del fronte presentano numerosi aggetti che, seppur di piccole dimensioni, fungono da piani di **ristagno per le acque meteoriche** favorendo quindi l'innescò di tutte le patologie strettamente connesse a questo tipo di fenomeni. In particolare sono riscontrabili sullo strato di pittura casi di esfoliazione e polverizzazione che interessano con tutta probabilità anche l'intonaco di supporto.

Analizzando la parte inferiore della facciata sono rilevabili, sopra lo **zoccolo realizzato in pietra** locale, estese riprese di intonaco realizzate con malta di cemento presumibilmente messe in opera per ripristinare i danni provocati dall'umidità di risalita; tutti i rappezzi presentano comunque evidenti affioramenti di sali dovuti in larga misura proprio alla natura del legante impiegato.

Gli elementi in legno - la porta e i serramenti - presentano evidenti segni di assenza di manutenzione: sono riscontrabili marcescenze localizzate, rotture e perdita dello strato di vernice protettivo.

Similmente, anche gli elementi in ferro necessiterebbero di interventi di manutenzione per eliminare le problematiche legate alla corrosione e all'ossidazione delle vernici protettive.





## PIETRA E COTTO

### ANAGRAFICA

**ELEMENTO:** apparecchio murario portante

**MATERIALE:** pietra locale lavorata a seconda del tipo di utilizzo; manufatto artificiale in argilla cotta con giunti di allettamento in malta di calce e malta cementizia.

**GIACITURA:** paramento modulato con pietre di pezzatura eterogenee; gli inserti in cotto sono realizzati impiegando elementi pieni posati ad andamento orizzontale (2 corsi) nelle zone opache dei fronti e, in corrispondenza delle aperture, per riquadrare le forometrie e realizzare i voltini o le piattabande a seconda dei casi. I cotti sono stati impiegati in larga parte anche per effettuare tamponamenti di aperture (\* cfr. in tavola).

### QUADRO PATOLOGICO

**PATOLOGIA:** presenza diffusa di depositi polverulenti, patina scura, depositi carboniosi tracce di umidità nelle porzioni basse di muratura.

**CAUSA:** condensazione superficiale; mancata manutenzione; umidità ascendente per perdita pluviali, scarsa regimentazione delle acque meteoriche.

## INTONACO

### ANAGRAFICA

**ELEMENTO:** Rivestimento

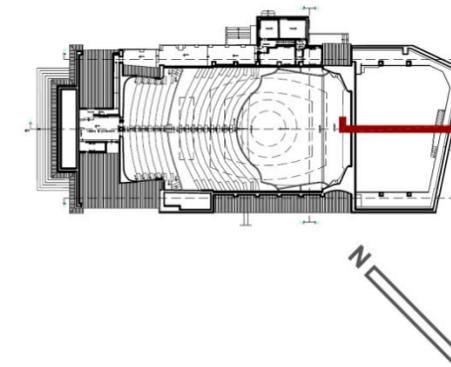
**MATERIALE:** Intonaco a base cementizia

**GIACITURA:** Fronte e rivestimento interno torre scenica.

### QUADRO PATOLOGICO

**PATOLOGIA:** presenza diffusa di depositi polverulenti, patina scura, depositi carboniosi tracce di umidità nelle porzioni basse di muratura, distacchi localizzati.

**CAUSA:** condensazione superficiale; mancata manutenzione; umidità ascendente.



## CALCESTRUZZO

### ANAGRAFICA

**ELEMENTO:** Struttura a trave e pilastro  
**MATERIALE:** Calcestruzzo armato  
**GIACITURA:** Torre scenica

### QUADRO PATOLOGICO

**PATOLOGIA:** in corso analisi per valutare la profondità di carbonatazione e lo stato dei ferri.

## COTTO

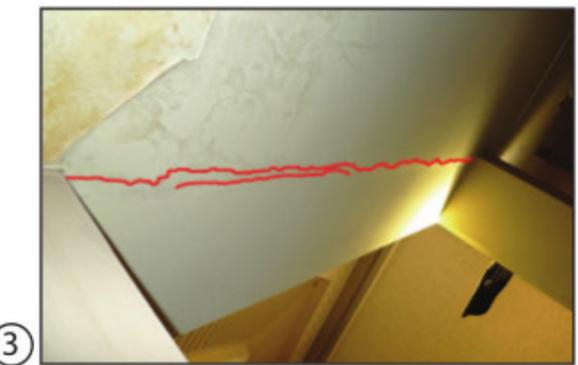
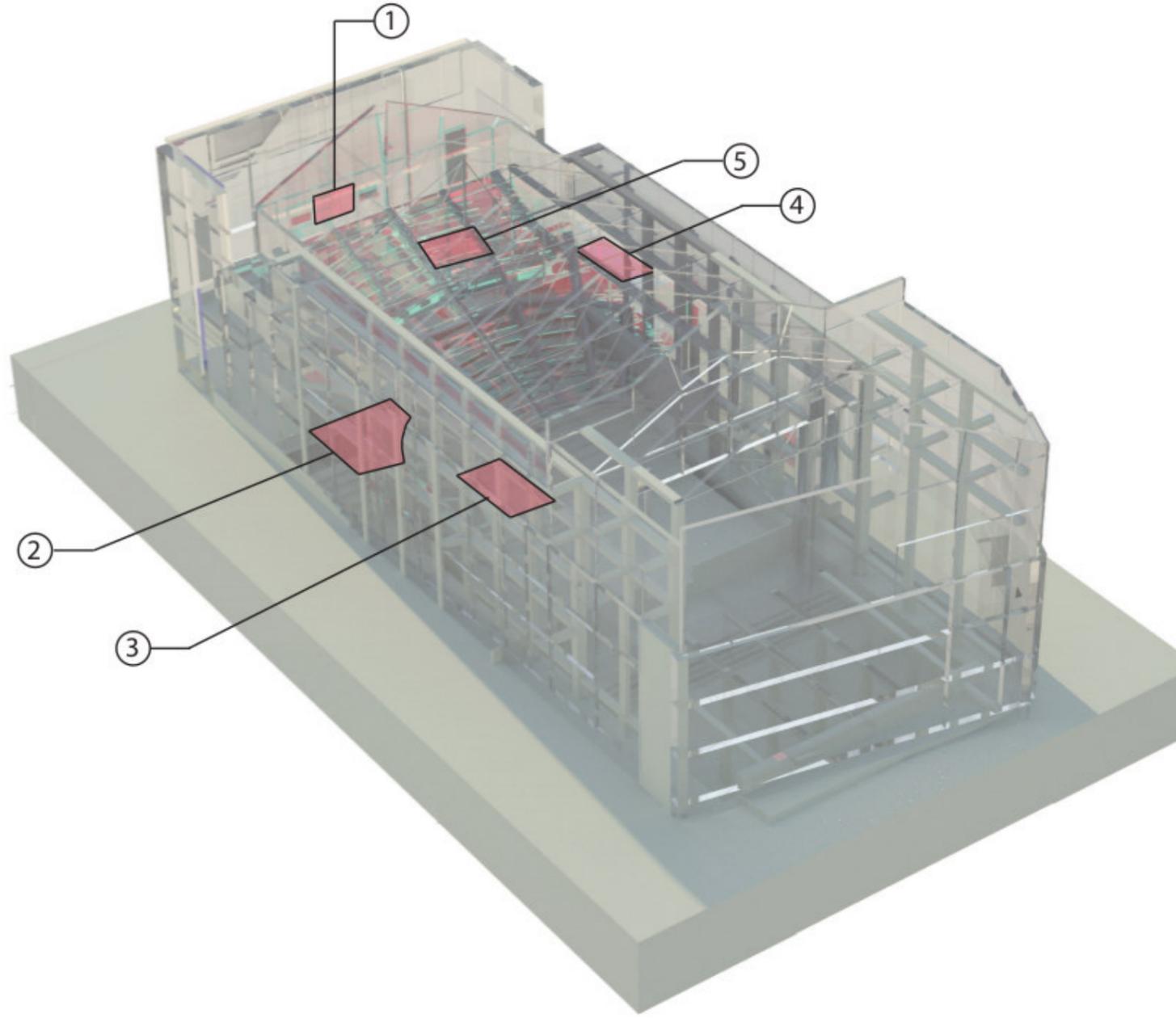
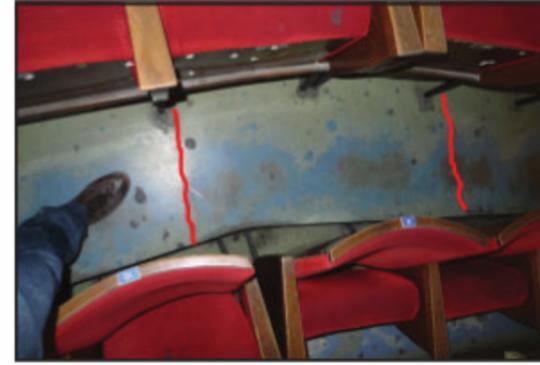
### ANAGRAFICA

**ELEMENTO:** apparecchio murario  
**MATERIALE:** Mattoni forati  
**GIACITURA:** Sopralzo della torre scenica, sopralzo corpo scale esterno.

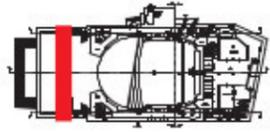
### QUADRO PATOLOGICO

**PATOLOGIA:** presenza diffusa di depositi polverulenti, patina scura, depositi carboniosi tracce di umidità nelle porzioni basse di muratura.

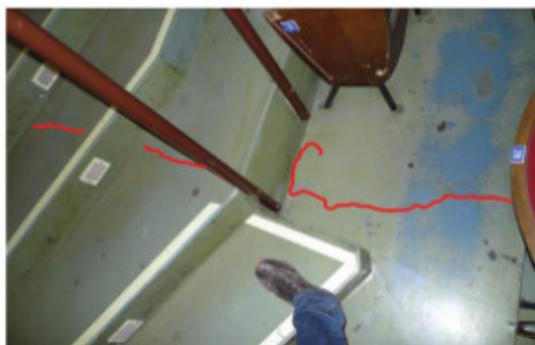
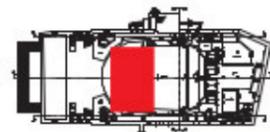
**CAUSA:** condensazione superficiale; mancata manutenzione.



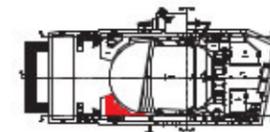
Parete di fondo -  
collegamento  
pronaio



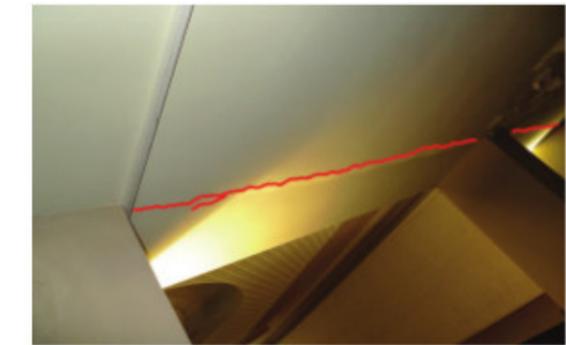
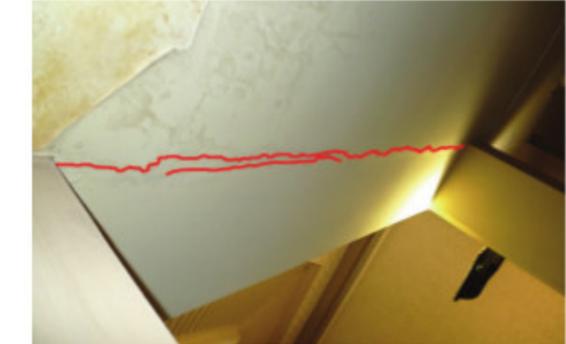
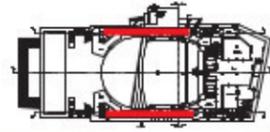
Galleria



Pavimenti



Soffitto palchetti



## Indagini conoscitive per la caratterizzazione degli elementi strutturali

### I – PROVE DI COMPRESSIONE DEL CALCESTRUZZO

Sono stati prelevati tre campioni (carote) di calcestruzzo ed è stata eseguita su di essi una prova di compressione e la prova di carbonatazione.



Sopra viene riportata una foto di un campione prelevato (carota). Di seguito si riporta la tabella con i risultati delle prove, nella quale vengono riportati i dati relativi alla resistenza a compressione e al tipo di rottura ottenuta nella prova di compressione.

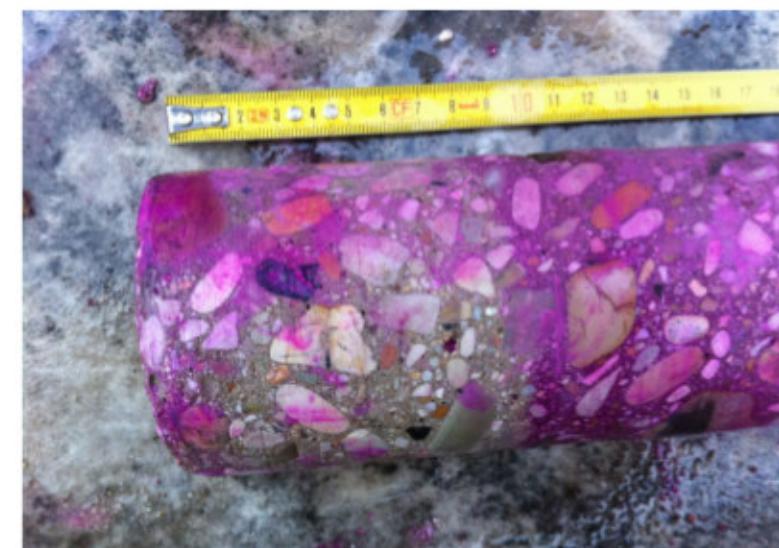
PROVINO n.	DATA PRELIEVO (DICHIARATA)	CONTRASSEGNI SUI PROVINI	SPANATURA PROVINI (°)	DIMENSIONI (cm)		SEZIONE (cm <sup>2</sup> )	MASSA VOLUMICA (kg/m <sup>3</sup> )	RESISTENZA A COMPRESSIONE (MPa)	TIPO DI ROTTURA (°)
				d	h				
1		C1	SI	7,4	7,4	43,0	2300	44,6	S
2		C2	SI	7,4	15,5	43,0	2200	14,7	S
3		C3	SI	7,4	15,6	43,0	2210	21,1	S

Tabella riassuntiva.

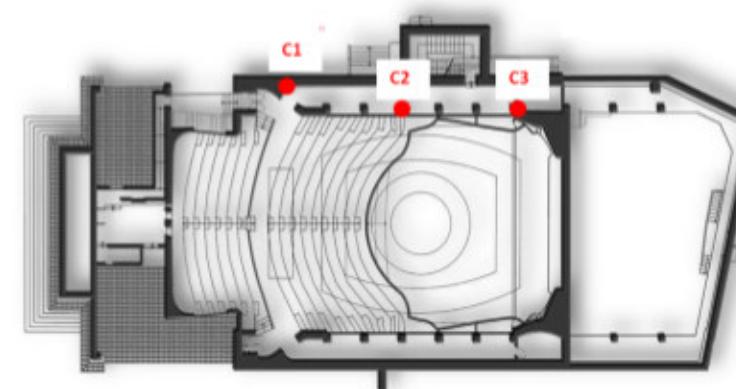
Come si evince dalle prove svolte, le resistenze rilevate hanno un'elevata variabilità.

### 2 – PROVE DI CARBONATAZIONE DEL CALCESTRUZZO

Le carote estratte sono state immediatamente cosparse con fenolftaleina al fine di innescare la reazione di colorazione dei provini. Sotto si riporta la posizione in pianta degli assaggi.



Campione	Profondità carbonatazione [ cm ]
C1	-
C2	8
C3	3

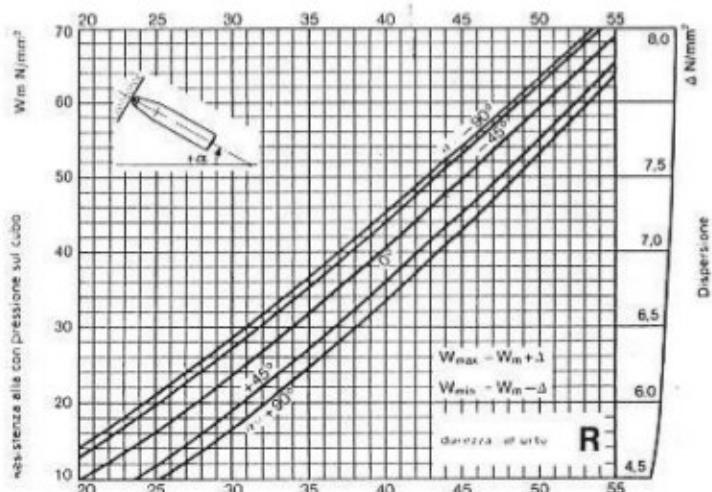


### 3 – PROVE SCLEROMETRICHE

Si riportano di seguito alcune immagini relative allo strumento utilizzato, alla tabella di conversione e alla tabella con i risultati delle prove.



Fig. 3 Resistenza alla compressione sul cubo in funzione della durezza all'urto,  $R_c$  dello sclerometro.



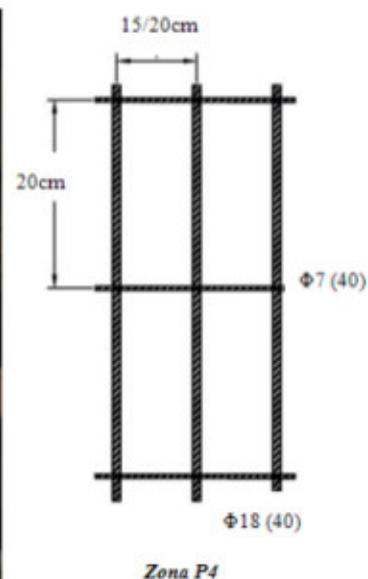
Elemento	Indici di rimbalzo										Media	$R_{cm}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
S1	42	42	46	44	48	42	46	48	44		45	50
S2	24	24	25	21	28	22	25	28	22		24	15
S3	29	28	28	20	34	50	22	22	28		29	22
S4	27	28	44	24	28	51	24	28	52		34	30
S5	52	58	38	38	48	40	40	42	44		44	48
S6	36	34	37	38	34	37	40	40	34		37	36
S7	24	24	25	21	28	22	25	28	22		24	13
S8	45	27	34	34	28	41	29	28	34		33	28
S9	50	54	46	42	50	56	51	54	51		50	58

### 4 – PROVE CON PACOMETRO

Sotto si riportano delle immagini riguardanti le prove realizzate in sito e la restituzione delle armature rilevate.

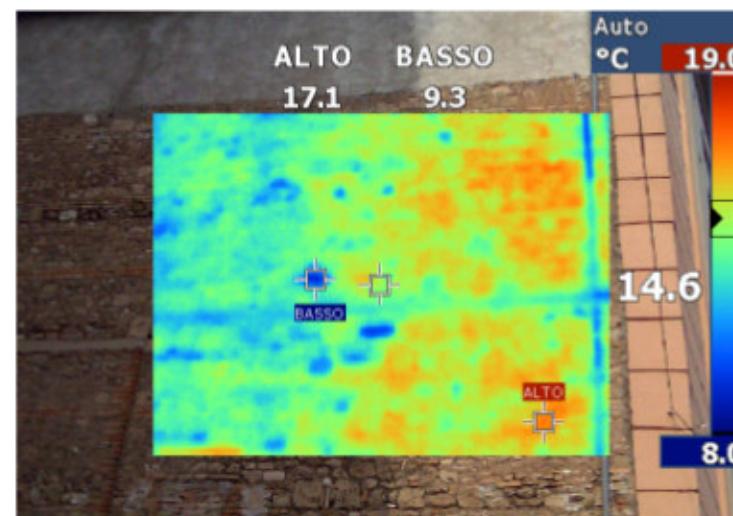


Immagine della prova svolta in sito e restituzione grafica delle armature:



### 5 – PROVE TERMOGRAFICHE

Le prove termografiche hanno avuto lo scopo di individuare elementi di debolezza (es: canne fumarie) o di rigidità (es: pilastri in calcestruzzo) all'interno delle murature portanti.



Si riporta di seguito un'immagine di una prova che ha rivelato la presenza di un pilastro in calcestruzzo all'interno della muratura (parte in blu scuro).



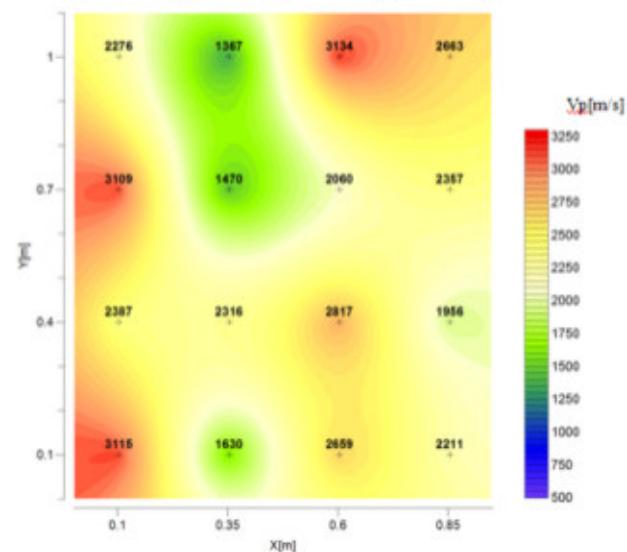
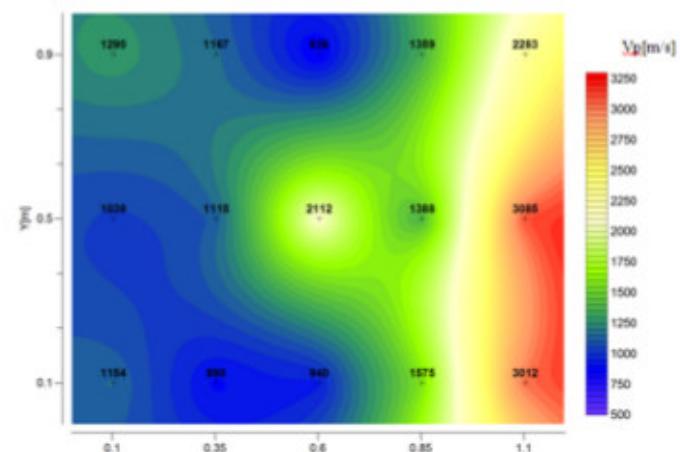
## 8 – PROVE SONICHE

Si riportano di seguito alcune immagini relative allo svolgimento delle prove soniche in sito.



Sezione: S1																									
Sito:	Terni-Teatro G. Verdi																								
Data esecuzione:	24/11/2011																								
Modalità di acquisizione:	Trasparenza																								
Punti di misura:	15																								
Schema di misura																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>•</td> <td>•</td> <td>•</td> <td>•</td> <td>•</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>•</td> <td>•</td> <td>•</td> <td>•</td> <td>•</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>•</td> <td>•</td> <td>•</td> <td>•</td> <td>•</td> </tr> </tbody> </table>			A	B	C	D	E	1	•	•	•	•	•	2	•	•	•	•	•	3	•	•	•	•	•
	A	B	C	D	E																				
1	•	•	•	•	•																				
2	•	•	•	•	•																				
3	•	•	•	•	•																				
Valori di Velocità Vp [m/s]																									
	A	B	C	D	E																				
1	1290	1167	838	1369	2283																				
2	1039	1115	2112	1388	3085																				
3	1154	890	940	1575	3012																				
Valore Medio [m/s]		1550																							

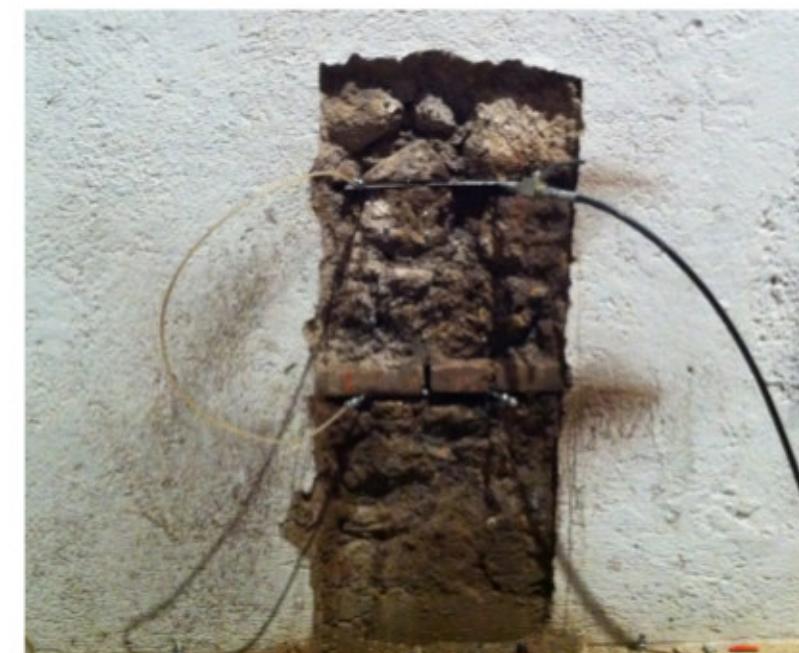
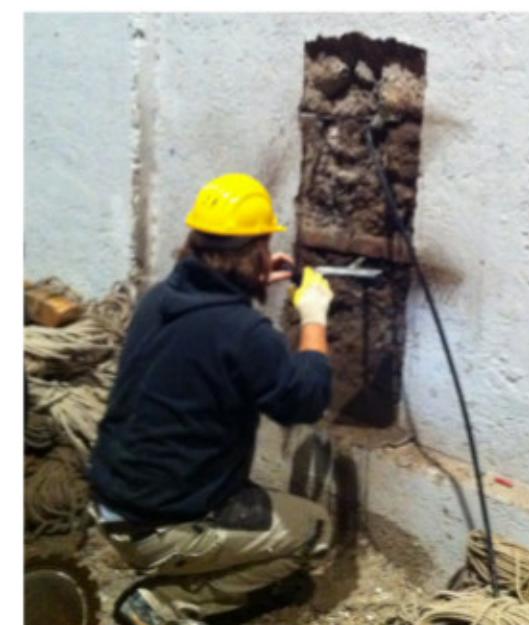
Tabella riassuntiva delle prove soniche



Tomogrammi di velocità

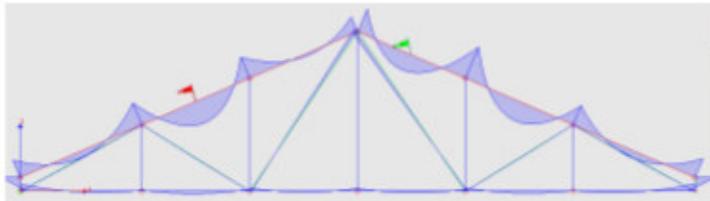
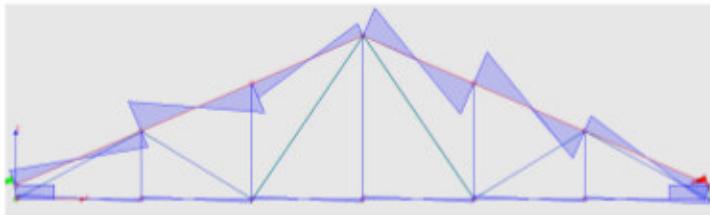
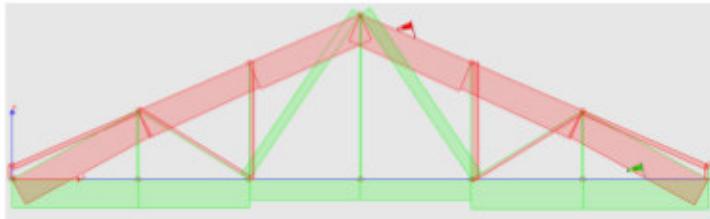
## 9 – PROVE CON I MARTINETTI PIATTI

Si riportano di seguito alcune immagini relative alle prove realizzate con i martinetti piatti, singoli e doppi.



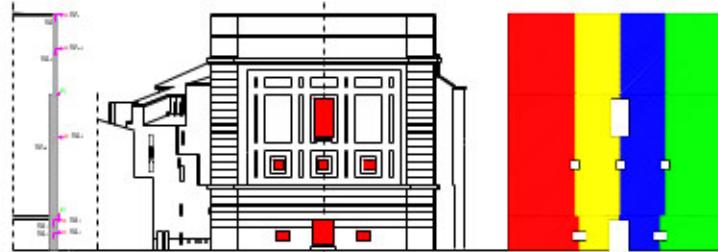
## Aspetti strutturali – Vulnerabilità tipiche

### - CAPRIATA IN ACCIAIO



La capriata analizzata risulta snella e non verificata allo stato attuale.

### - PARETE FRONTE SUD



CALCOLO DELLE PGA PER LA VERIFICA DELLO STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA  
CIRCOLARE N. 617 DEL 02-02-2009 - ISTRUZIONI PER L'APPLICAZIONE DELLE NTC 14-01-2008

Fattore di struttura $q$	2.88
Coefficiente di amplificazione topografica $S_T$	1.00
Categoria suolo di fondazione	8
PGA di riferimento $a_g(P_{ref})$ [g]	0.190
Fattore di amplificazione massima dello spettro $F_0$	2.465
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro $T_0$ [s]	0.328
Fattore di smorzamento $\eta$	0.347
Altezza della struttura $H$ [m]	20.00
Coefficiente di amplificazione stratigrafica $S_{S1}$	1.200
Coefficiente $C_0$	1.312
Fattore di amplificazione locale del suolo di fondazione $S$	1.200
Numero di piani dell'edificio $N$	3
Coefficiente di partecipazione modale $\gamma$	1.285
Primo periodo di vibrazione dell'intera struttura $T_1$ [sec]	0.473

Ribaltamento delle elevazioni	Baricentro delle linee di vincolo $Z$ [m]	$\psi(Z) = Z/H$	$\beta_{p(SLV)}$ (CSA 4.9)	$S_d(T_1)$ (CSA 4.10)
3-2-1	-	-	0.085	-
3-2	1.00	0.150	0.090	0.381
3	12.00	0.600	0.079	1.207
-	-	-	-	-

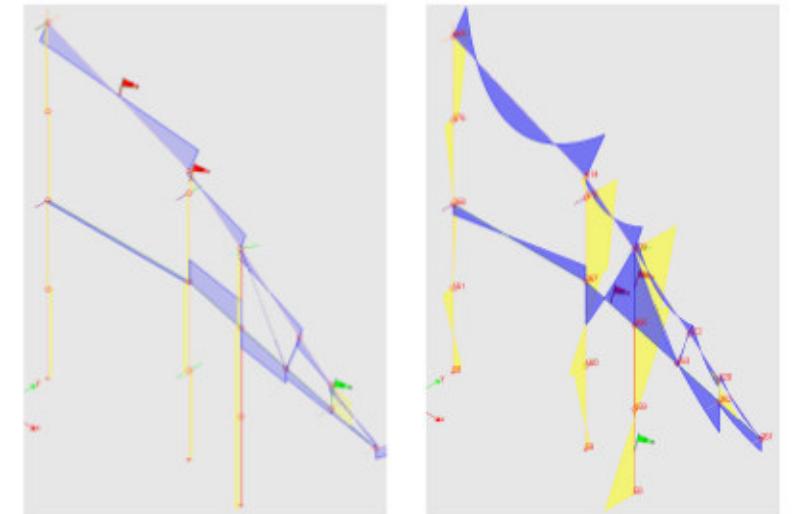
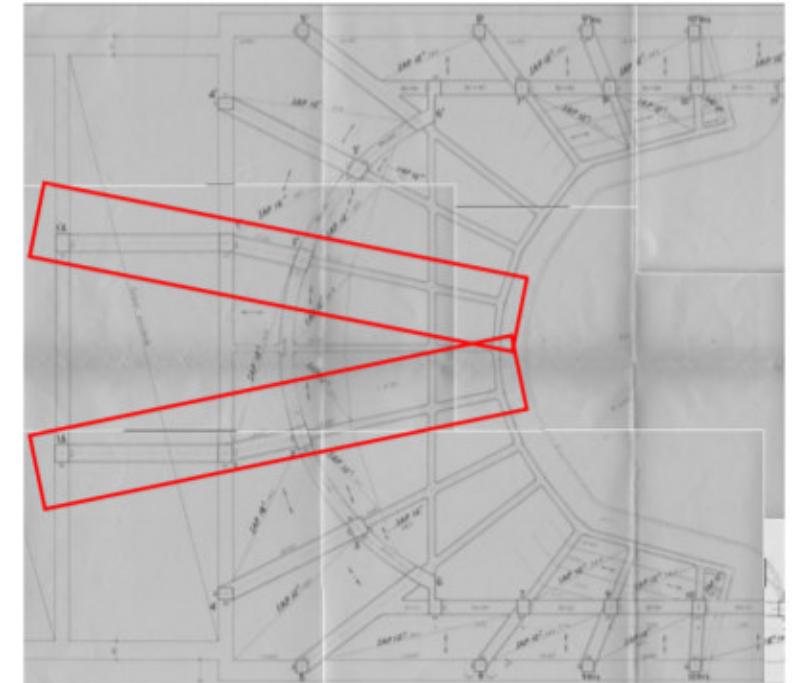
  

PGA-SLV	Ribaltamento delle elevazioni	$\beta_{p(SLV)}$ (CSA 4.9)
-	3-2-1	0.085
-	3-2	0.090
-	3	0.079
-	-	-

STATO DI FATTO	PARETE SUD	PGA	PGA	Coeff. Sic.	
		$a_g(SLV)$	$a_g(PVR)$	$a_0(SLV) / a_0(PVR)$	
		P2	0.079	0.190	$0.42 < 1.00$ NON VERIFICATO
		P1	0.096	0.190	$0.51 < 1.00$ NON VERIFICATO
P0	0.085	0.190	$0.45 < 1.00$ NON VERIFICATO		

Verifiche a ribaltamento non soddisfatte.

### - PORTALI IN C.A.



Struttura in c.a. in buone condizioni. Da verificare a livello esecutivo.

## Aspetti strutturali – Vulnerabilità specifiche

Vengono riportate le vulnerabilità specifiche più critiche. Per la descrizione completa vedi relazione strutturale.

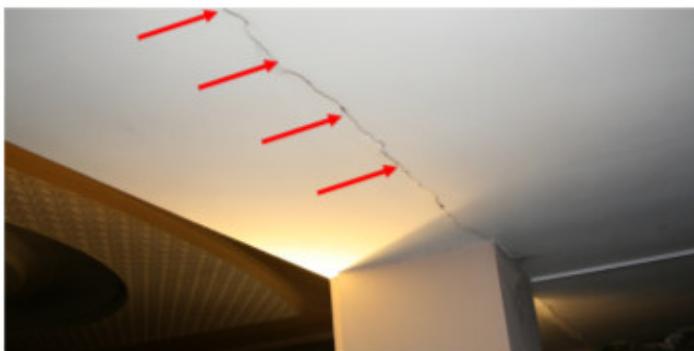
### VS2: PRESENZA DI CANNA FUMARIA

Elemento di notevole debolezza che percorre la muratura dal piano terra fino alla sommità dell'edificio. L'elemento è parzialmente inserito nella muratura portante.



### VS4: CEDIMENTO PALCHI LATERALI

I solai poggiano su elementi con rigidità differente (muratura e telaio in c.a.) e presentano, per questo, cedimenti differenziali evidenziati da alcune lesioni diffuse.



### VS5: ASSENZA ADEGUATO AMMORSAMENTO TRA MURATURA ED ELEMENTI IN C.A.

Le travi in c.a. esistenti non risultano ben ammorsate alle pareti in muratura sulle quali si appoggiano.



### VS7: MANCANZA DI RITEGNI FACCIATA SUD E DIFFERENTE TIPOLOGIA DI PARAMENTO

Parete di notevole altezza con rastremazione verso l'alto che non presenta elementi di ritegno orizzontali. Possibile fenomeno di ribaltamento muratura in laterizio forato.



### VS8: DEBOLEZZA FLESSIONALE SOLAI S.A.P.

I solai di tipo S.A.P. risultano sfondellati a causa della scarsa resistenza flessionale. Corrosione armature.



### VS9: PROBLEMI PROFILI CAPRIATE E SOLAI S.A.P. DI COPERTURA

La copertura presenta problemi sia dal punto di vista del solaio di tipo S.A.P., sia per quanto riguarda la struttura in acciaio, costituita da elementi in acciaio a L non idonei.



## Aspetti strutturali – Analisi globale dell'edificio

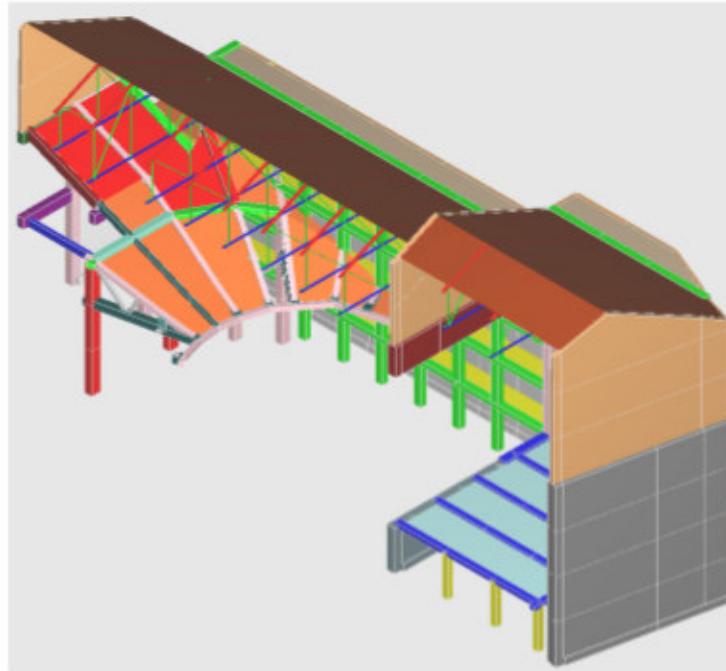
E' stato analizzato il comportamento globale dell'edificio attraverso la modellazione con un software ad elementi finiti (WinStrand della EnExSys).



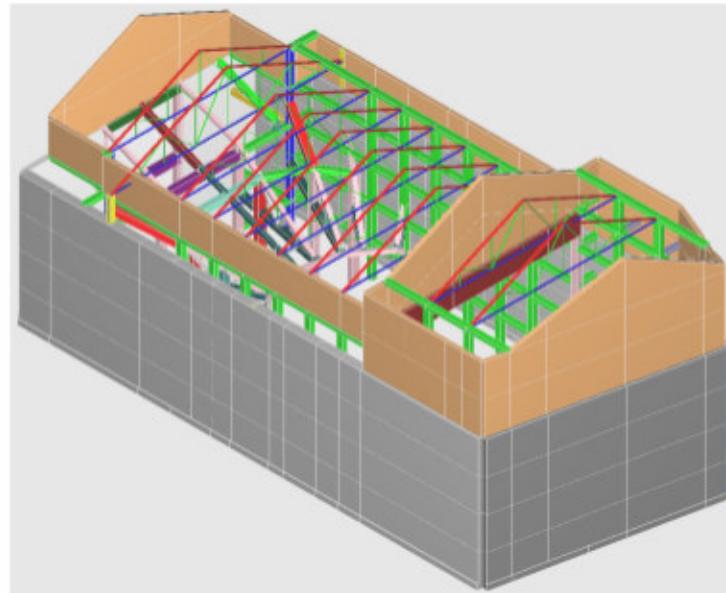
Foto dell'edificio – Facciata Nord



Foto dell'edificio – Facciata Sud

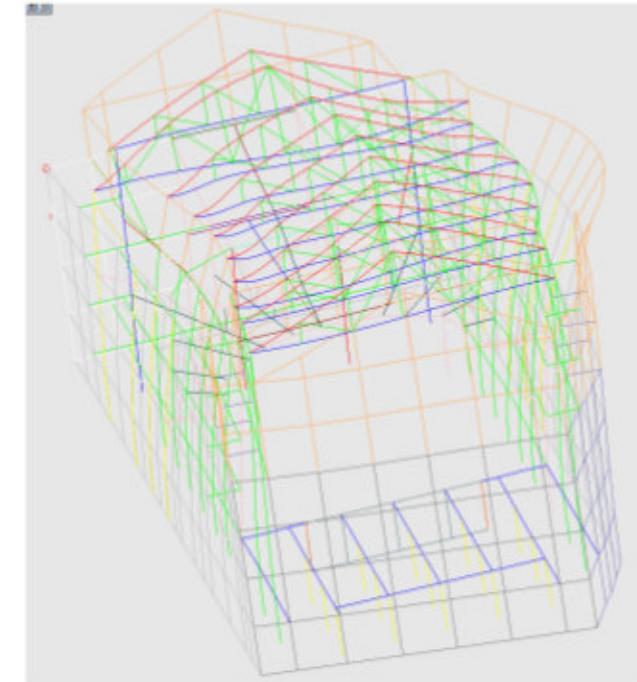


Modello globale ad elementi finiti – Spaccato verticale

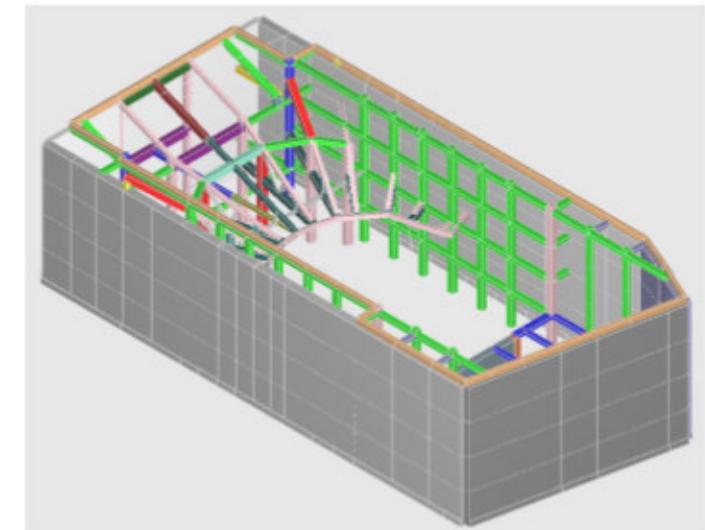


Modello globale ad elementi finiti – Modello completo

Il modello realizzato ha permesso di condurre un'analisi modale per riuscire a comprendere il comportamento dell'edificio sotto l'azione sismica.



Deformata modale



Modello globale ad elementi finiti – Spaccato orizzontale