



# AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE ADRIATICO CENTRALE

## VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA DELL'EDIFICIO DEMANIALE SEDE DEL MERCATO ITTICO SITO NELLA ZONA DEL MANDRACCHIO AL PORTO DI ANCONA



01

### RELAZIONE SUI RILIEVI E SULLE INDAGINI

0	06/2017	EMISSIONE	E. SPERANZA	A. BALDUCCI	L. DEZI
Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Il Progettista	 Prof. Ing. Luigino Dezi Via di Passo Varano, 306B - 60131 Ancona Tel: 071 2900501 - Fax: 071 2855024 e-mail: info@seitec-srl.it		Timbro e firma		
Il Responsabile del procedimento	Ing. Gianluca Pellegrini		Timbro e firma		

## Indice

RELAZIONE SUI RILIEVI E SULLE INDAGINI .....	2
1   PREMESSA.....	2
2   DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO .....	2
2.1   Notizie storiche .....	2
2.2   I corpi di fabbrica .....	4
2.3   Documentazione fotografica .....	8
3   RILIEVI E INDAGINI .....	12
3.1   Livello di conoscenza.....	12
3.2   Analisi storico-critica .....	13
3.3   Rilievo geometrico strutturale e analisi dei dettagli costruttivi.....	21
3.4   Indagini sui materiali .....	24
3.5   Attribuzione del livello di conoscenza.....	25
3.6   Caratteristiche dei materiali impiegate nelle verifiche.....	26
4   STATO DI CONSERVAZIONE DELL'OPERA.....	27

# RELAZIONE SUI RILIEVI E SULLE INDAGINI

## 1 PREMESSA

Nella presente relazione si riferisce sulle operazioni di rilievo e sulle indagini condotte sull'edificio demaniale sede del mercato ittico sito nella zona del Mandracchio al Porto di Ancona, di fronte alla Mole Vanvitelliana.

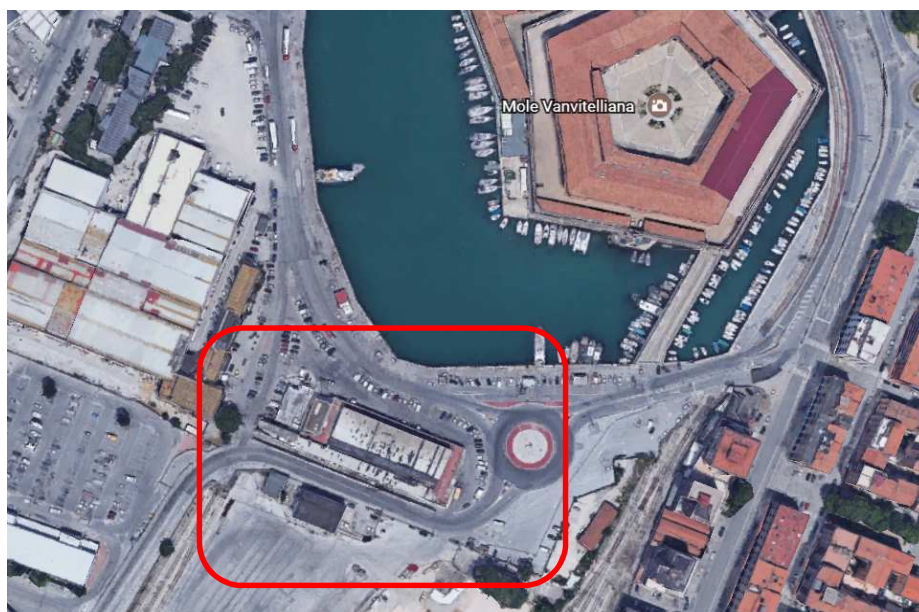
Dopo una breve descrizione dei vari corpi di fabbrica, si illustrano gli elaborati progettuali dell'epoca della costruzione, i rilievi eseguiti, le indagini condotte sui materiali e il livello di conoscenza acquisito.

## 2 DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

### 2.1 Notizie storiche

Il complesso edilizio insiste in un lotto di 2.400 mq ed è composto dall'edificio storico principale e da altri corpi realizzati in periodi successivi.

L'edificio principale, progettato dall'arch. Gaetano Minnucci, è composto da due corpi A1 e A2: il corpo A1 presenta due volumi aventi dimensioni in pianta di 75,45 x 5,60 m e 58,90 x 20 m circa, mentre il corpo A2 ha dimensioni 8 x 17 m circa. La costruzione risale all'anno 1946.



Vista aerea ubicazione fabbricato oggetto di verifica

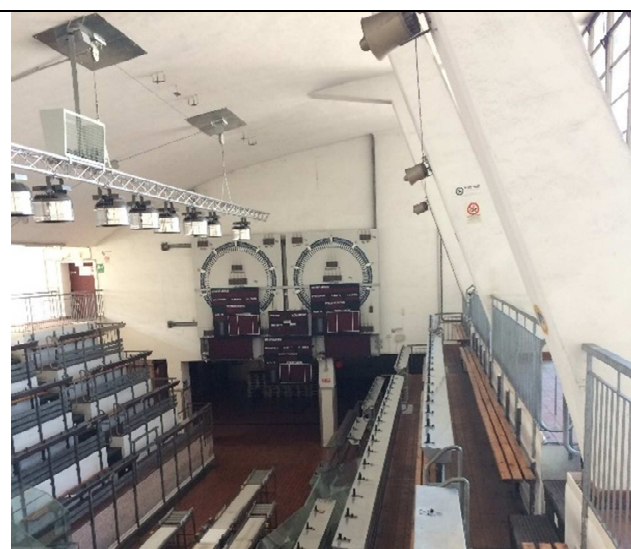
L'edificio principale A1 ha una struttura portante in cemento armato costituita da 8 grandi portali ad arco sostenuti da altrettanti puntoni inclinati sempre in c.a.. La copertura ha una forma a vela, ed è realizzata con una doppia orditura: un solaio tipo SAP all'estradosso di altezza 12 cm ordito sulle travi secondarie poste ad interasse medio di circa 2,23 m ed una plafonatura all'intradosso appesa alle travi secondarie, realizzata con laterizi armati (tipo solaio SAP) di spessore 2,5 cm.

Le fondazioni di tipo profondo sono costituite da plinti su pali  $\phi$  550mm.

Il prospetto principale è caratterizzato da una grande vetrata, schermata da elementi verticali frangisole in c.a., avente la funzione di attivare un meccanismo di ventilazione naturale all'interno del grande ambiente. Sul fronte è presente anche un ampio ballatoio a sbalzo che si affaccia sulla Mole Vanvitelliana. Sul retro, sia al piano terra che al primo piano, sono presenti piccoli magazzini utilizzati dai pescatori come deposito e/o piccola officina. Mentre la parte centrale del corpo principale, inizialmente progettata a tutta altezza ed oggi parzialmente suddivisa su due livelli, è sede delle attività del mercato ittico ed in particolare dell'asta del pescato. Inizialmente questa prevedeva una zona ristretta per il posizionamento dei banchi ma nel tempo, per fare posto alle attività crescenti legate al mercato ittico, i banchi sono stati aumentati e dall'originaria gradinata singola si è arrivati oggi a 3 gradinate contrapposte, che vanno a formare una U, come mostra la figura che segue



*Vista della zona asta nel Progetto Originale*

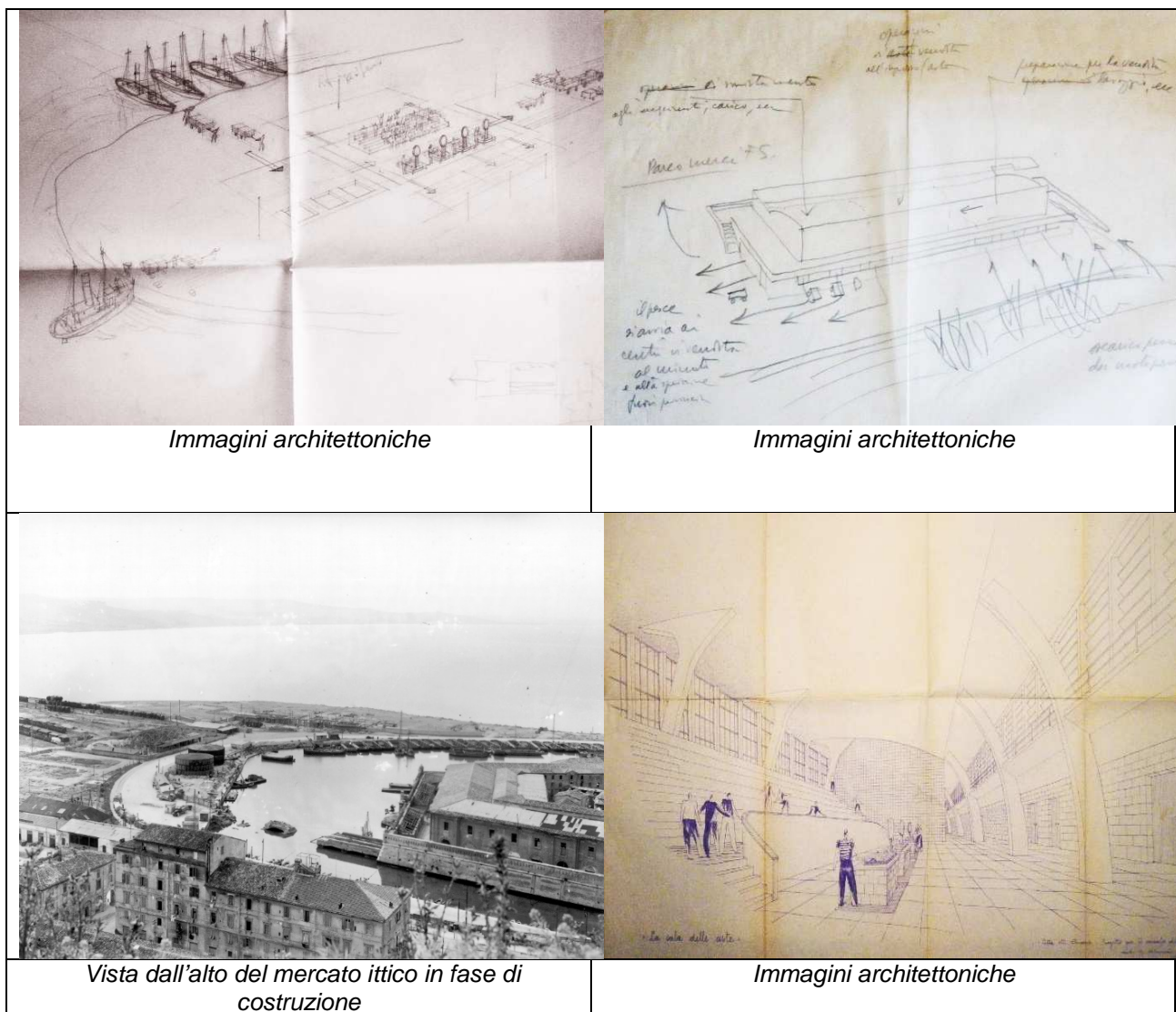


*Vista della zona asta attuale*

Vista della zona asta ieri e oggi

Internamente al volume principale è stata realizzata una struttura in acciaio dove sono collocati al piano terra magazzini e laboratori veterinari, mentre al piano primo locali destinati ad uffici ed archivi. Nelle figure che seguono sono riportate alcune foto storiche dell'edificio del mercato ittico in corso di costruzione, ed alcune immagini architettoniche del progetto originale.





Elaborati di progetto

## 2.2 I corpi di fabbrica

Il complesso edilizio risulta costituito da 3 corpi strutturalmente distinti: A1, A2 e B.

### CORPO A1

Il corpo A1 è il fabbricato principale ed è costituito da due volumi che presentano caratteristiche differenti sia dal punto di vista funzionale che strutturale:

- un **volume centrale** caratterizzato da 8 portali ad arco e dai rispettivi 8 puntoni in c.a. in cui ha sede l'asta del pescato;
- un **volume posteriore** caratterizzato da un telaio in c.a. a due elevazioni, una campata trasversale e 12 longitudinali, principalmente adibito a magazzini.

Il volume posteriore, come sarà esplicitato nel seguito, presenta uno stato di degrado molto più avanzato rispetto al corpo centrale.

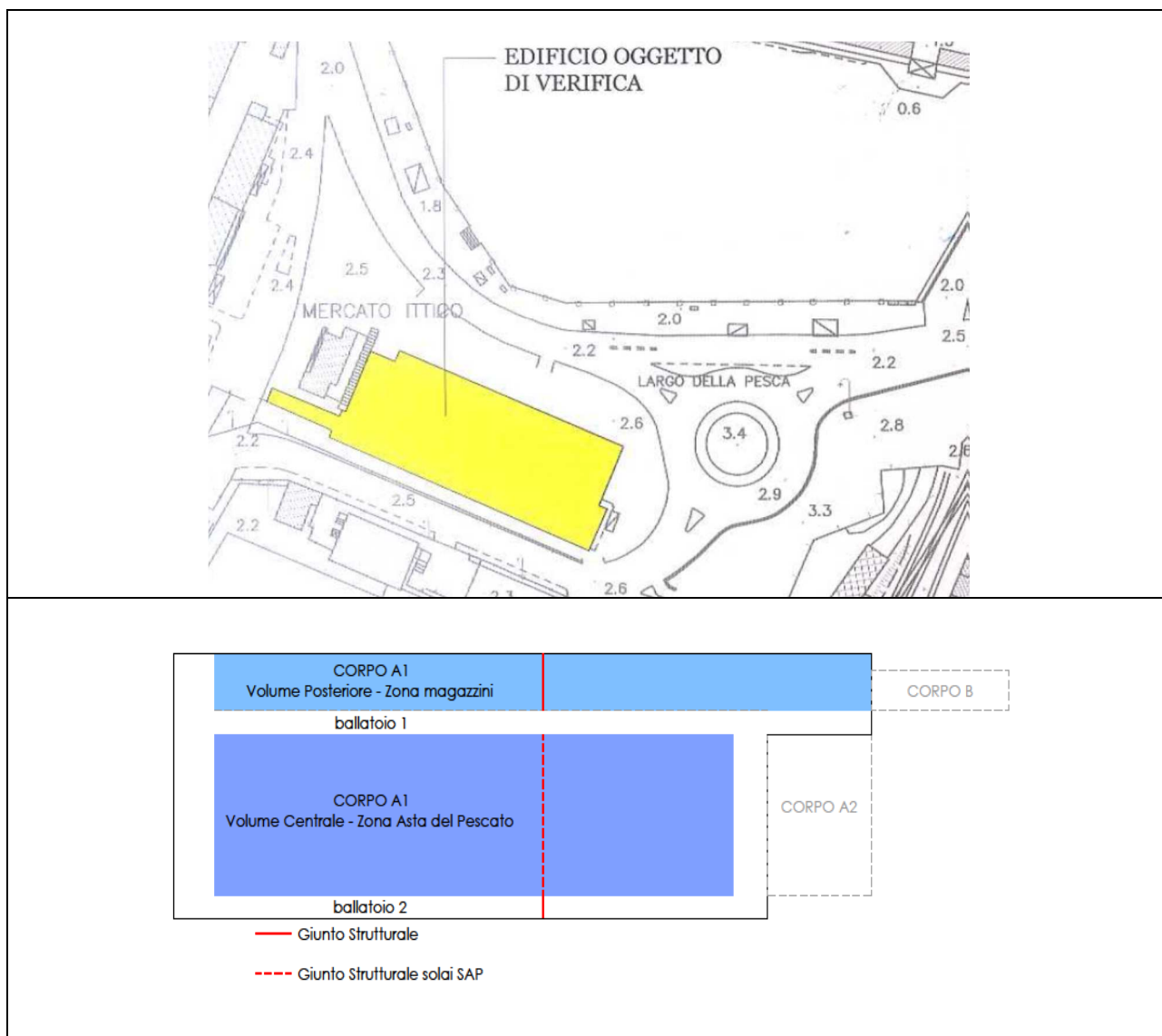


Illustrazione planimetrica dei vari corpi componenti la struttura in esame

## CORPO A2

Il corpo A2, realizzato in epoca successiva rispetto al fabbricato principale, ha preso il posto della rampa che era originariamente presente sul prospetto ovest e che è stata appositamente demolita. L'edificio ha 2 piani ed è separato dal resto attraverso un giunto strutturale. Il piano terra è utilizzato come ampliamento della zona dedicata all'asta della pesca, mentre al primo piano presenta una sala riunioni con annesso locale uffici e servizi igienici.

La struttura è mista acciaio-calcestruzzo e formata da 8 pilastri (HEA 300 inglobati per circa metà altezza in un getto di calcestruzzo) e 4 travature reticolari che sorreggono il solaio costituito da una soletta gettata in opera su lamiera grecata. Esternamente è rivestita da una muratura a doppio paramento, in laterizi forati con percentuale di foratura inferiore al 45%, di spessore totale 34 cm (12 cm laterizio - 16 cm intercapedine - 6 cm laterizio).

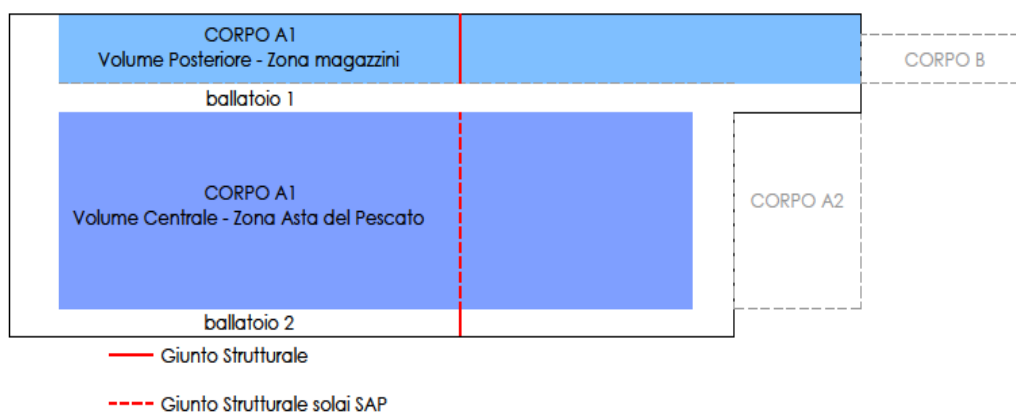
### CORPO B

Questo edificio è posizionato in adiacenza al volume posteriore del CORPO A1, separato da un giunto strutturale, ed è stato costruito in epoca più recente.

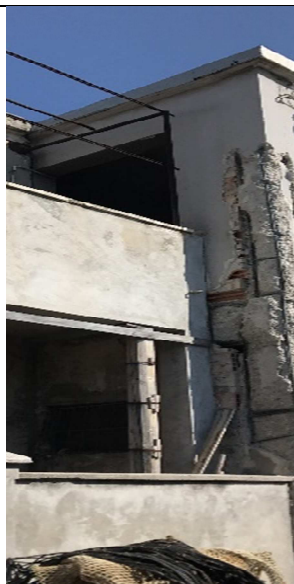
L'edificio, costituito da una struttura intelaiata in c.a. a due piani, è stato realizzato con lo scopo di aumentare il numero dei depositi riservati ai pescatori. Il pessimo stato di conservazione della struttura, causato dall'aggressività dell'ambiente marino, è degenerato al punto da manifestare problemi di tipo statico tali da giustificare il puntellamento della struttura stessa, che per questi motivi risulta ad oggi inutilizzata.

Come già anticipato, sia il corpo A2 che il corpo B, essendo di più recente costruzione, sono staccati dal corpo principale A1 tramite giunti strutturali.

Con riferimento al corpo principale A1, il rilievo della costruzione e l'ispezione parziale della copertura, hanno evidenziato la presenza di un giunto strutturale secondo lo schema riportato in figura. In particolare, nel volume centrale il giunto risulta ben visibile nei solai di copertura e plafonatura e sul ballatoio 2 lato Mole Vanvitelliana, mentre non è ben chiaro se è presente anche sulle travi secondarie longitudinali.



*Schema giunto tra CORPO A1 (volume magazzino) e CORPO B*



*Giunto tra CORPO A1 e CORPO B*



*Giunto tra CORPO A1 e CORPO A2*



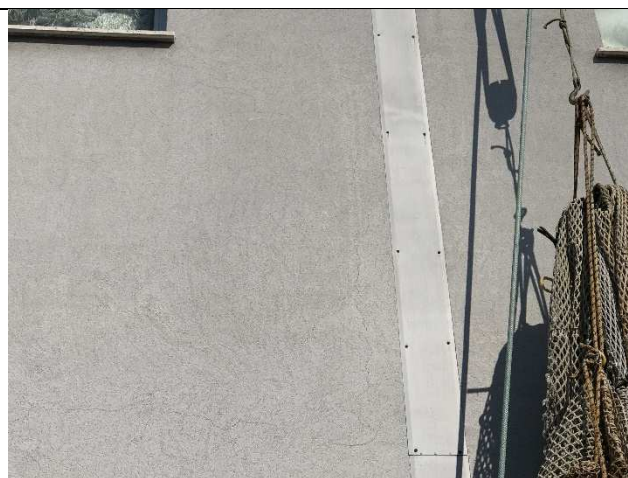
*Giunto sul solaio di plafonatura*



*Giunto sul ballatoio 2 e sul parapetto*



*Giunto in copertura sul solaio SAP da 12 cm*



*Giunto CORPO A1 (volume posteriore)*



## 2.3 Documentazione fotografica

Nel seguito si riportano alcune riprese fotografiche utili per la comprensione della costruzione.

### CORPO A1



*Vista laterale esterna della costruzione*



*Vista dal basso dei banchi per l'asta del pescato*

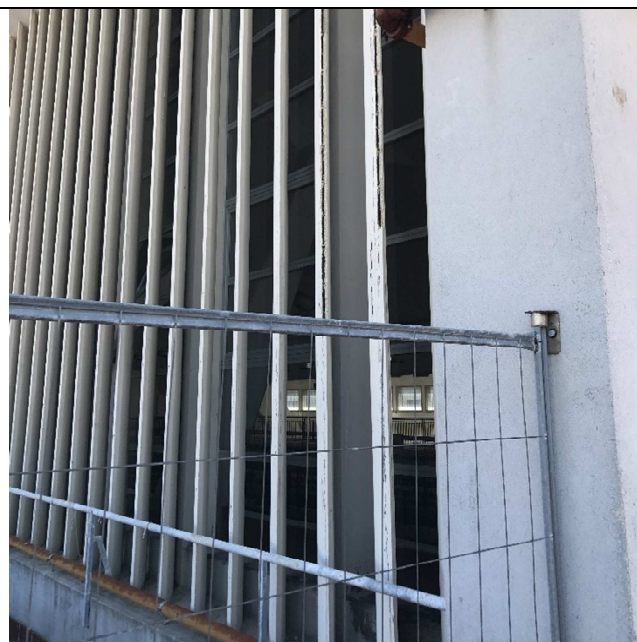


*Vista esterna dei magazzini posteriori*



*Vista laterale di un portale ad arco*





*Vista laterale frangisole*



*Vista esterna dello sbalzo fronte Mole Vanvitelliana*



*Vista dei magazzini posteriori*

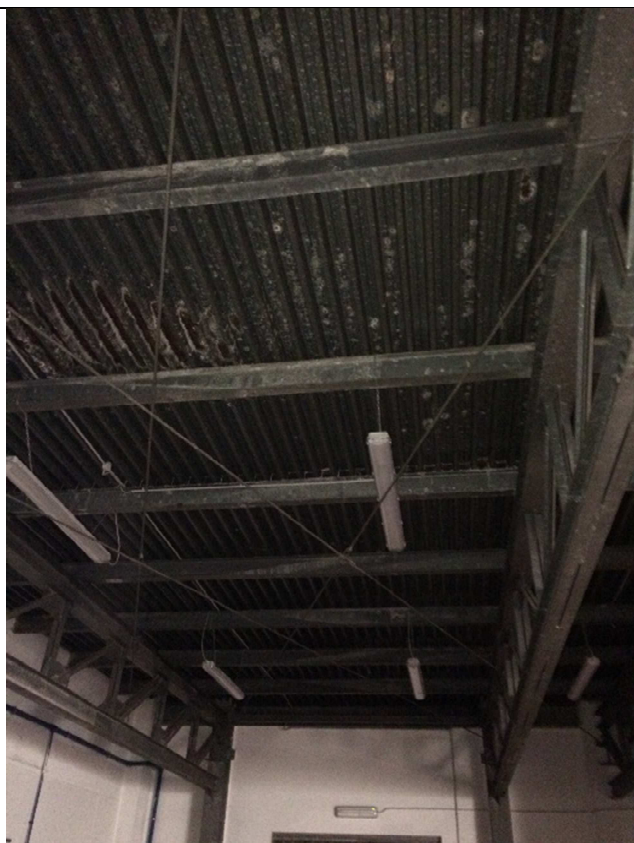
## CORPO A2



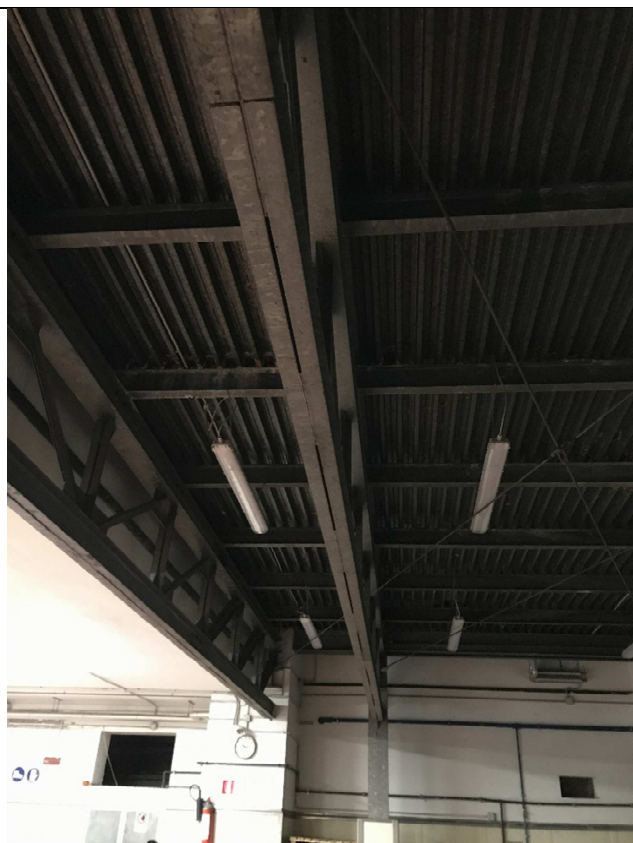
*Vista parziale del corpo A2*



*Particolare attacco reticolare del corpo A2*



*Vista dal basso del solaio di interpiano del corpo A2*



*Vista dal basso del solaio di interpiano del corpo A2*



CORPO B



*Vista parziale del corpo B*



*Vista posteriore del corpo B*



*Pilastro del corpo B*

### 3 RILIEVI E INDAGINI

Il rilievo della geometria strutturale e l'acquisizione di un adeguato livello di conoscenza costituiscono gli aspetti principali per la messa a punto di un modello di calcolo.

Il rilievo si compone di un insieme di procedure relazionate e mirate alla conoscenza della geometria esterna delle strutture e dei dettagli costruttivi. Questi ultimi, essendo in gran parte occultati alla vista hanno richiesto rilievi a campione e valutazioni estensive per analogia.

#### 3.1 Livello di conoscenza

In generale per la verifica degli edifici, compresi quelli di interesse strategico o che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso, le norme tecniche prevedono la definizione di tre differenti livelli di conoscenza e di tre diversi fattori di confidenza. Questi sono determinabili in base agli approfondimenti effettuati durante le fasi conoscitive dell'oggetto di verifica (analisi storico-critica, rilievo e caratterizzazione meccanica dei materiali). La quantità e la qualità dei dati acquisiti determinano il metodo di analisi e i valori dei fattori di confidenza da applicare alle proprietà dei materiali per le verifiche di sicurezza.

I livelli di conoscenza, riguardanti i diversi parametri coinvolti nel modello, quali geometria, dettagli costruttivi e materiali, sono così definiti:

- LC1: Conoscenza Limitata;
- LC2: Conoscenza Adeguata;
- LC3: Conoscenza Accurata.

I correlati fattori di confidenza sono da utilizzare come ulteriori coefficienti parziali di sicurezza che tengono conto delle carenze nella conoscenza dei parametri del modello.

Nella tabella che segue vengono riportati i Livelli di Conoscenza, in funzione delle informazioni disponibili, i metodi di analisi ammessi ed i valori dei Fattori di Confidenza per edifici in c.a.

Nel seguito si riportano le tabelle riassuntive sui livelli di rilievo dei dettagli costruttivi e sulla quantità di prove sui materiali per edifici in c.a..

Il numero di prove eseguite sui materiali e la quantità di indagini mirate all'individuazione dei dettagli costruttivi svolte è tale da classificare le stesse come "verifiche estese". Di conseguenza il livello di conoscenza raggiunto, non avendo a disposizione gli elaborati di progetto originali, risulta essere il livello di conoscenza adeguata "LC2", a cui corrisponde un fattore di confidenza  $FC=1.20$ .

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1		Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>limitate</i> verifiche in-situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>limitate</i> prove in-situ	Analisi lineare statica o dinamica	1.35
LC2	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Disegni costruttivi incompleti con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure <i>estese</i> verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con <i>limitate</i> prove in-situ oppure <i>estese</i> prove in-situ	Tutti	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure <i>esaustive</i> verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con <i>estese</i> prove in situ oppure <i>esaustive</i> prove in-situ	Tutti	1.00

	Rilievo (dei dettagli costruttivi)(a)	Prove (sui materiali) <sup>(b)(c)</sup>
	Per ogni tipo di elemento "primario" (trave, pilastro...)	
Verifiche limitate	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
Verifiche estese	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
Verifiche esaustive	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

### 3.2 Analisi storico-critica

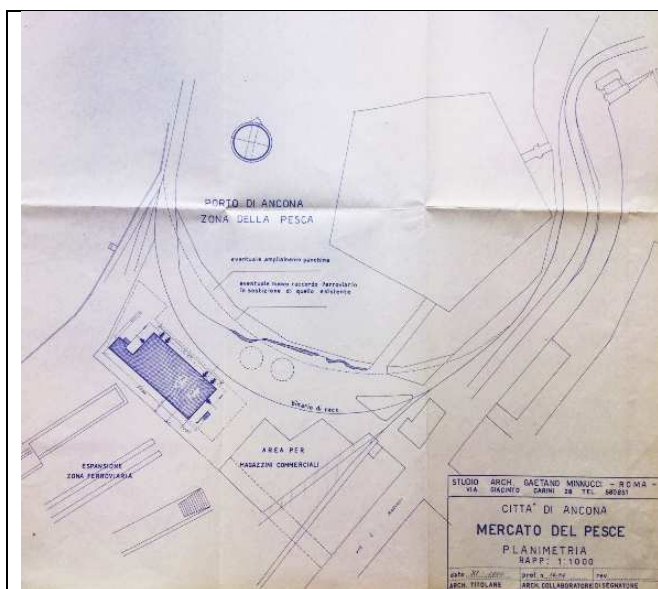
Le ricerche condotte hanno portato alla luce solo pochi elaborati, alcuni dei quali fanno riferimento a ipotesi progettuali architettoniche precedenti e differenti da quella effettivamente realizzata.

In particolare sono stati consultati i seguenti documenti:

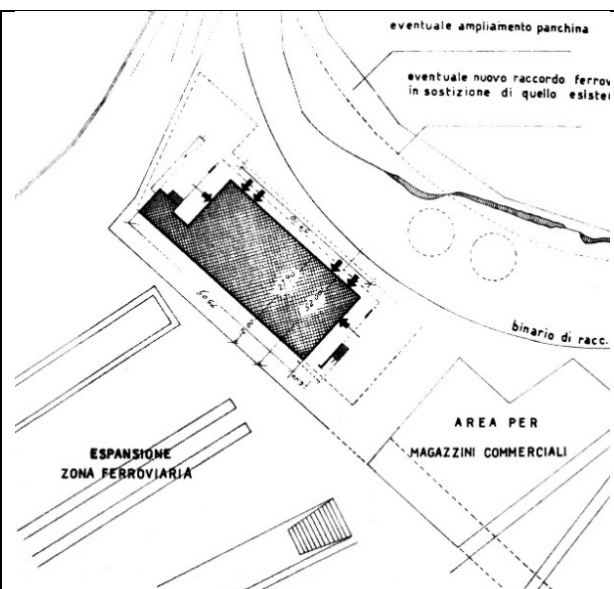
- Elaborati del progetto architettonico (sezione e vista prospettica)
- Sezioni strutturali trasversali dei portali tipo composti da arco e puntone
- Planimetrie a firma dell'Arch. Gaetano Minnucci
- Carpenterie delle fondazioni
- Foto storiche della costruzione.



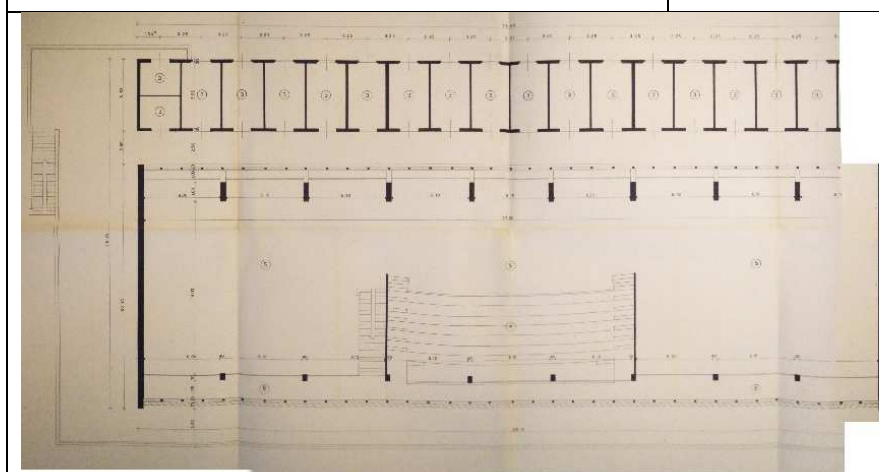
Nelle figure che seguono sono riportate le immagini degli elaborati più significativi.



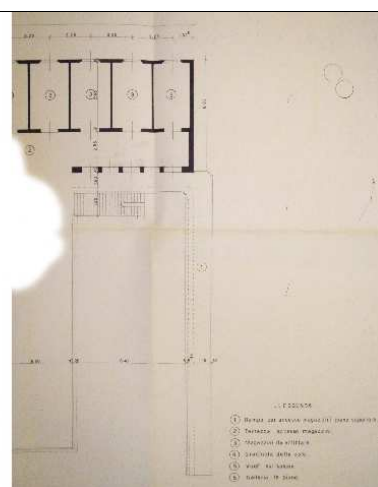
Planimetria

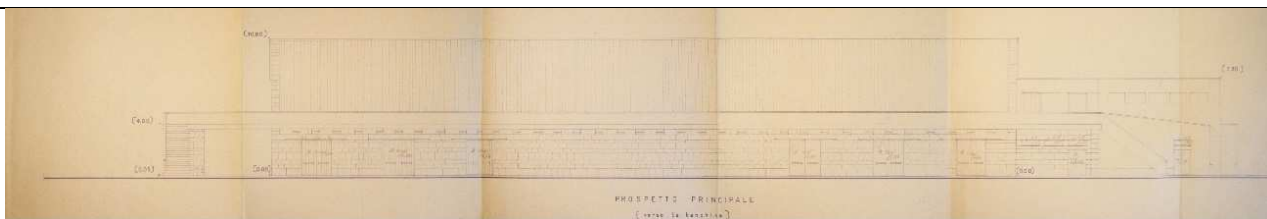


Planimetria

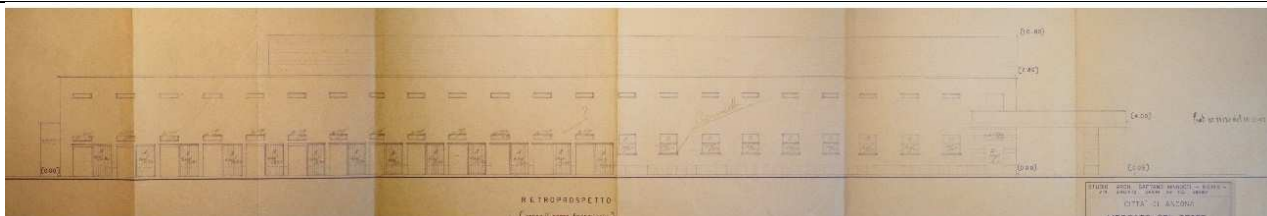


Pianta

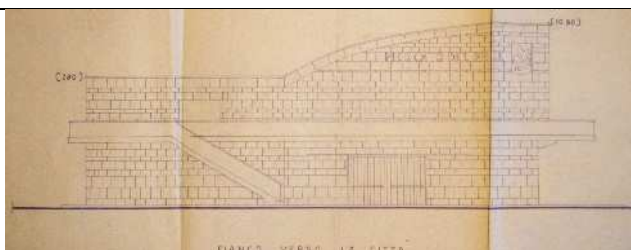




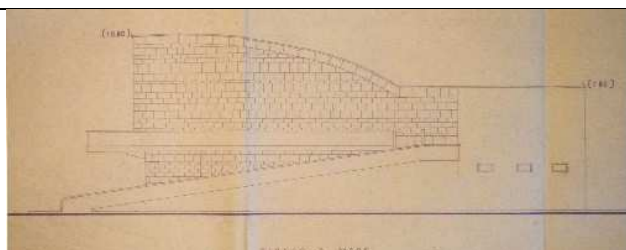
*Prospetto*



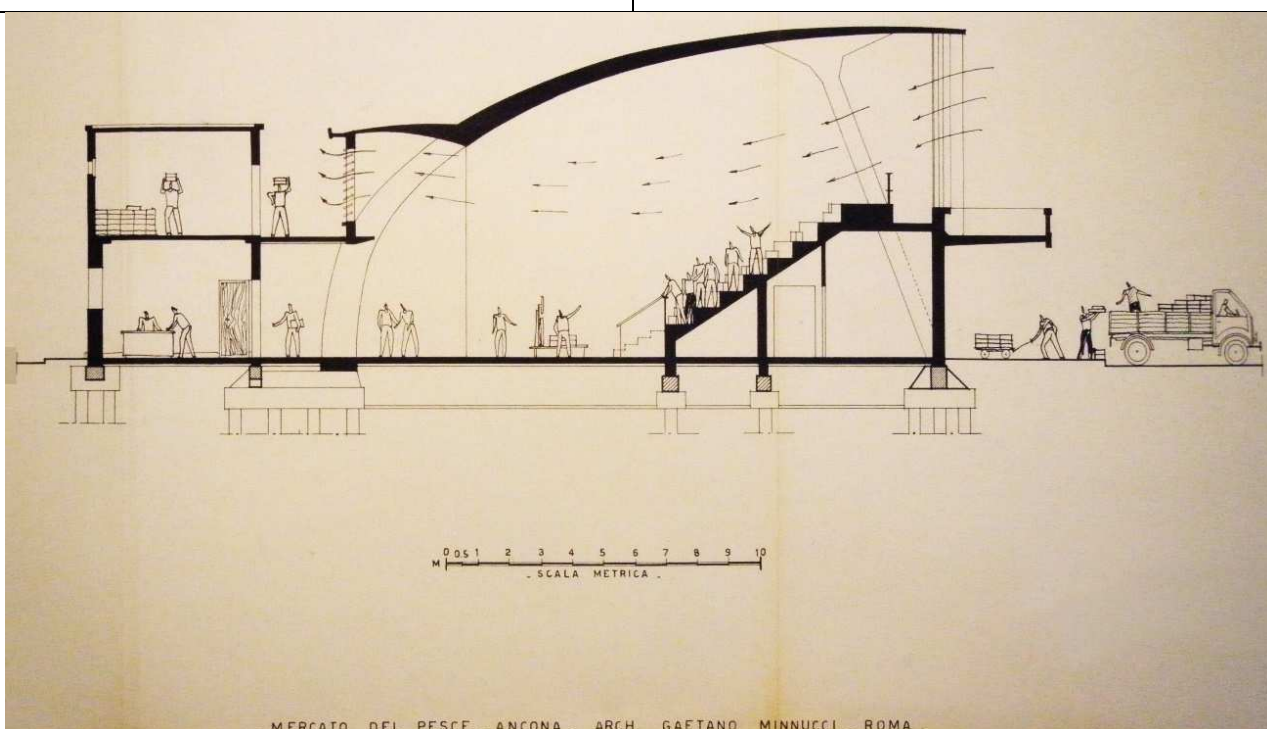
*Prospetto*



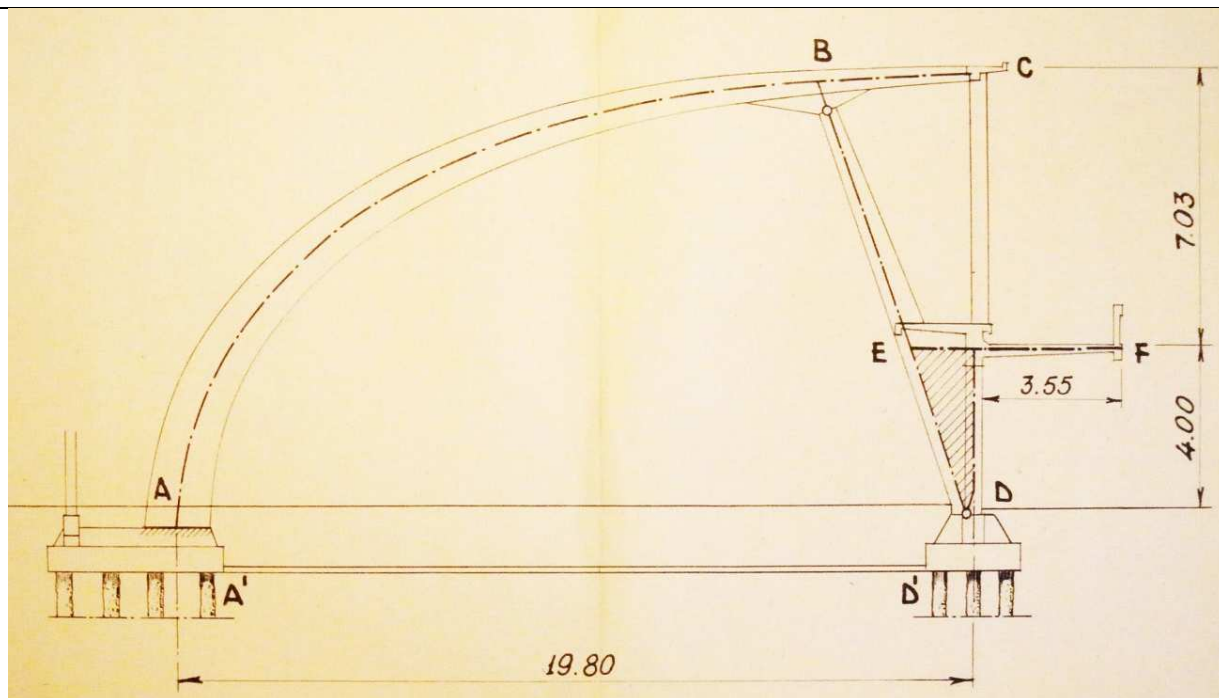
*Fianco verso la città*



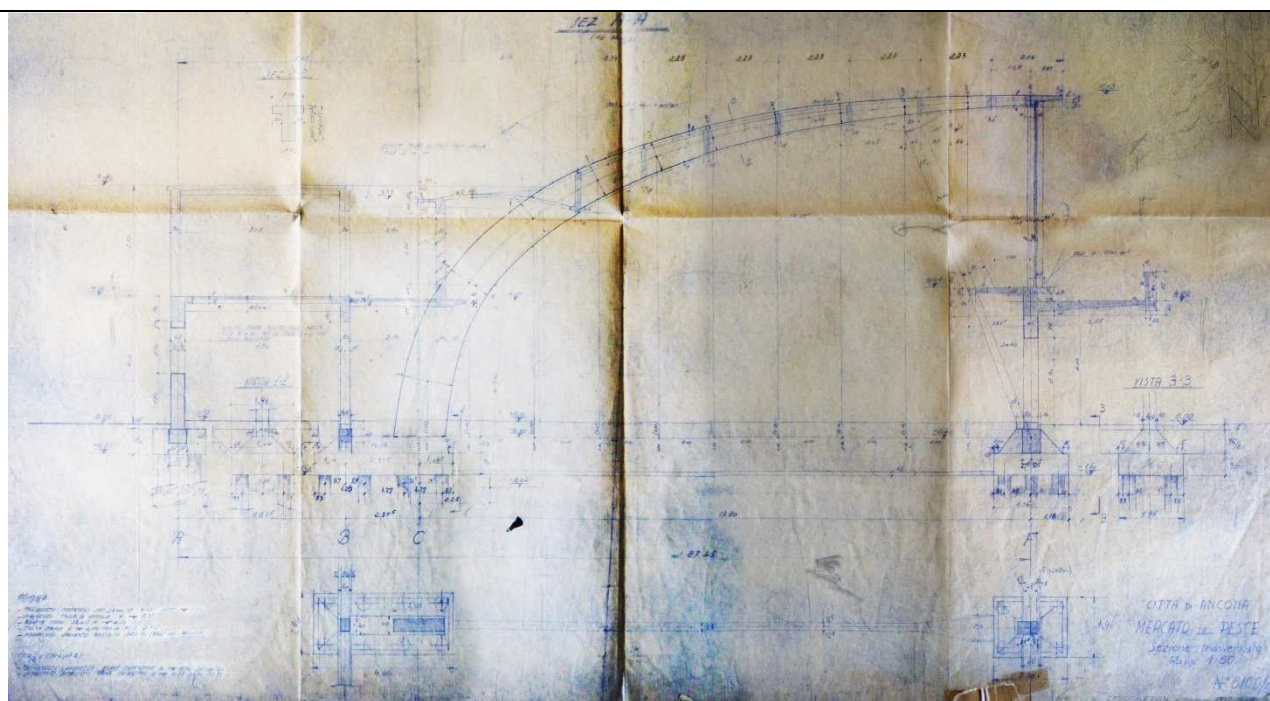
*Fianco verso il mare*



*Sezione trasversale*

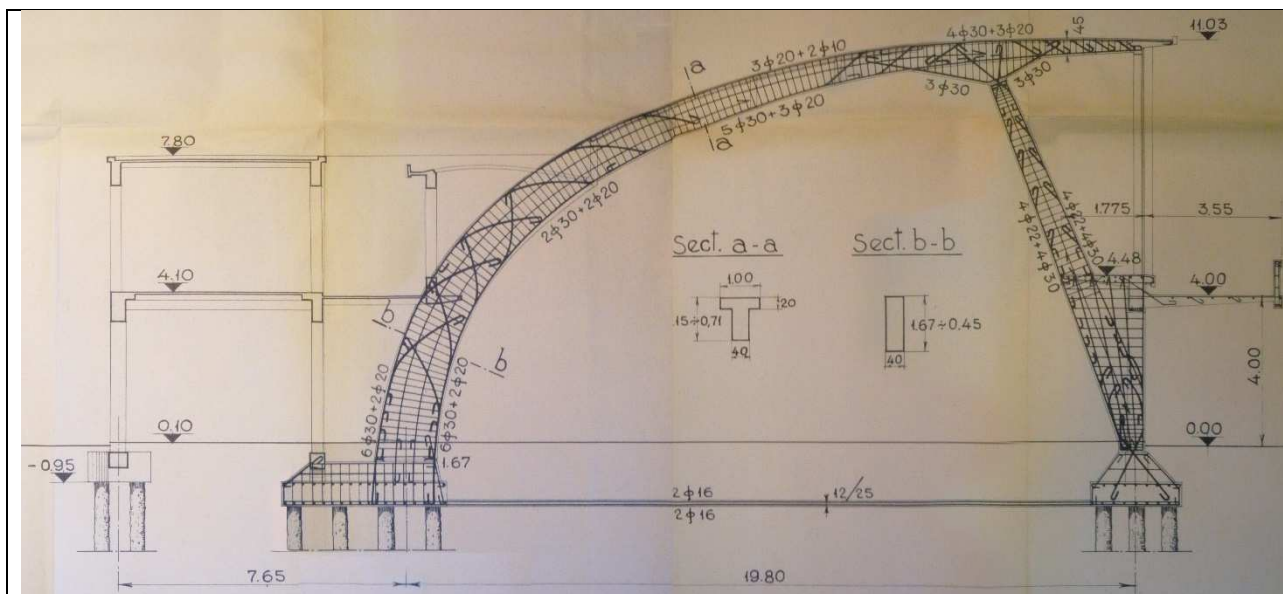


Sezione Tipo di un portale ad Arco

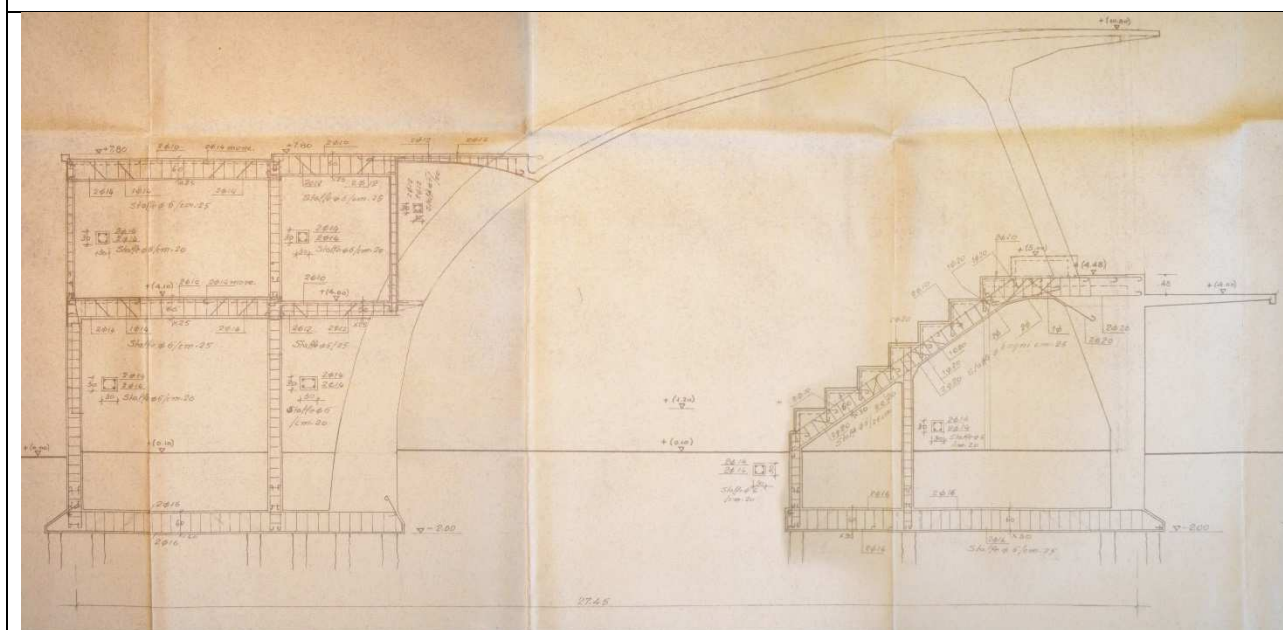


Sezione trasversale

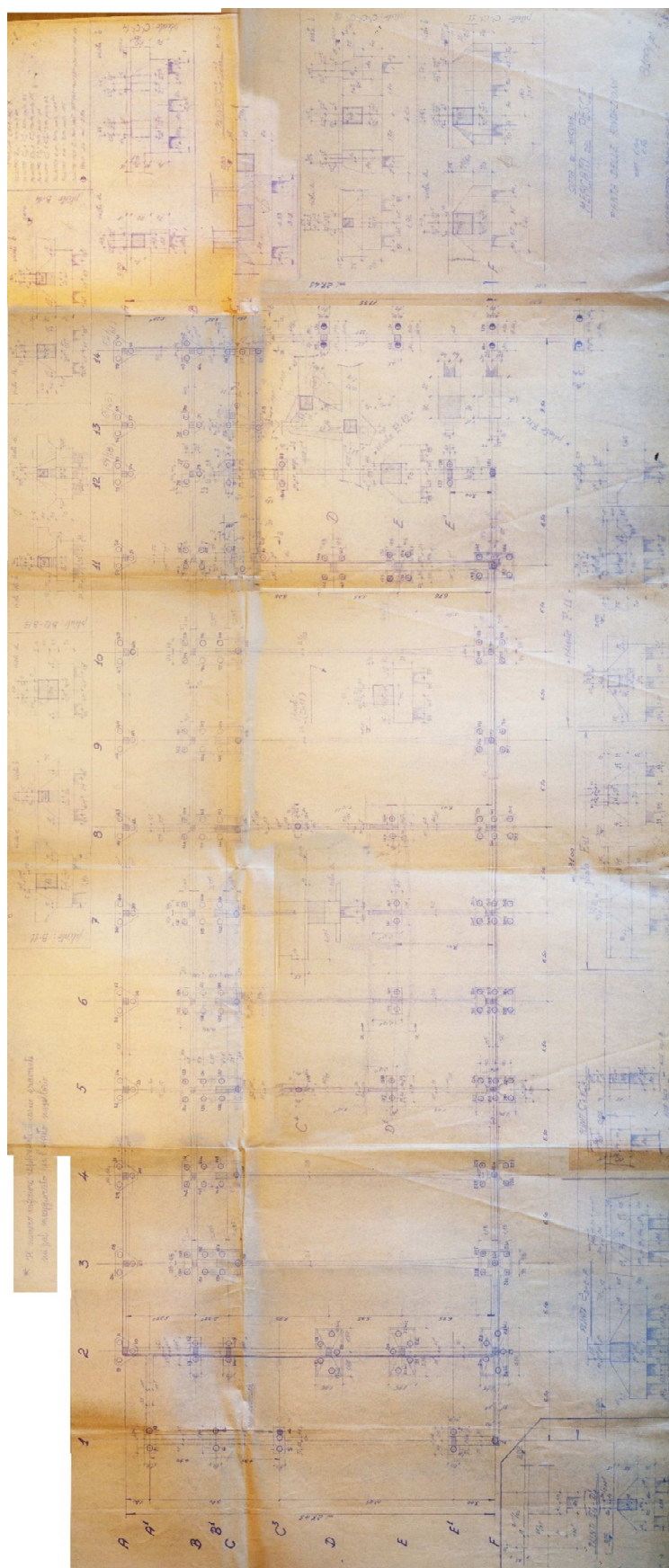




Armature portali



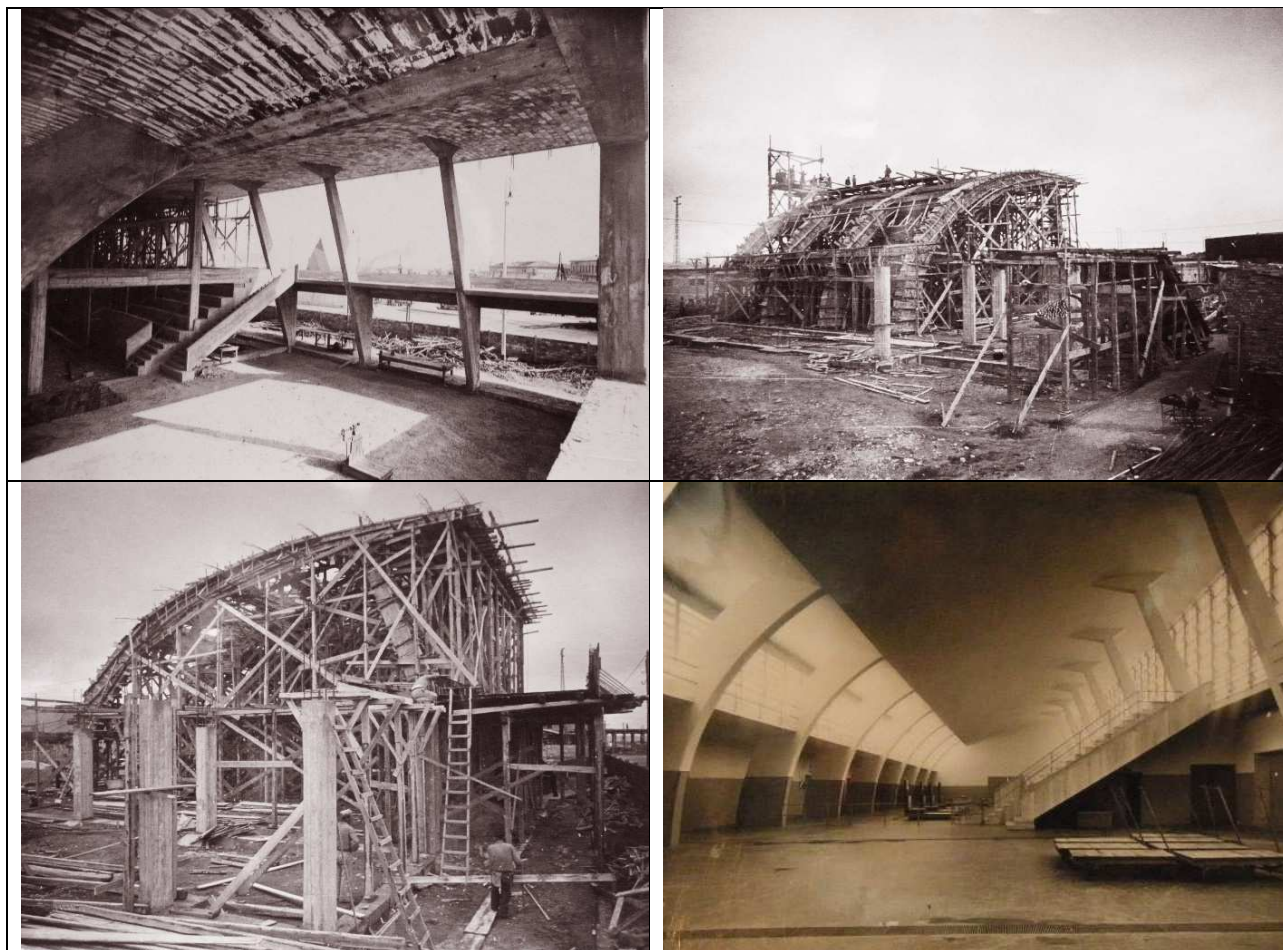
Armature telaio



Pianta Fondazioni



Dal materiale a disposizione è stato possibile ricavare le dimensioni degli elementi strutturali e molti dettagli costruttivi, mentre non si è avuta alcuna informazione in merito alle caratteristiche dei materiali. Molto utili per l'individuazione delle strutture si sono rilevate le foto relative alla costruzione dell'opera. Nel seguito si riportano le immagini più esplicative.

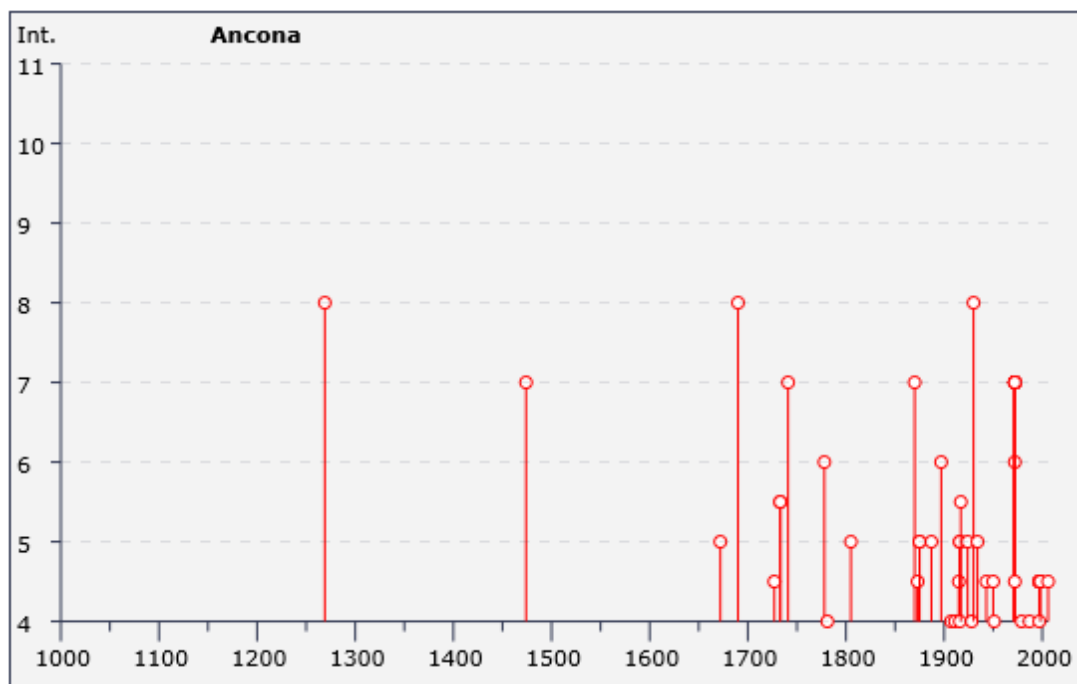


*Foto storiche della struttura in costruzione*

L'edificio negli anni ha subito diversi eventi sismici tra cui quello del 1972, che ha causato gravi danni in tutta la città di Ancona, e quello del 1997 nell'Appennino Umbro Marchigiano.

E' da rilevare che a seguito del terremoto del 1972, il mercato ittico, non ha subito alcun danno significativo; agli atti non vi è traccia di interventi di riparazione post sisma.

Nelle figure che seguono è riportata la storia sismica di Ancona.



Storia sismica di Ancona  
[43.800, 13.500]

Numero di eventi: 76

Effetti	In localita dal terremoto dal:			
Int.	Data	Av.	Ep.	Io Me.
0	1280 00	Ancona	1	6 5.57 ±0.34
7	1474 01 12	ANCONA	1	7 5.14 ±0.34
0-4	1483 01 11 04:40	Maremma settentrionale	14	6 5.10 ±0.49
7	1586 11 00 01:10	Valnerina	20	8 5.89 ±0.32
0	1673 04 14 15:40	Romagna	42	6 5.41 ±0.21
0	1695 10 25 10:10	Appennino	17	6 5.44 ±0.17
0-5	1727 12 14 18:45	S. GIUSEPPE IN CASO	22	7 5.13 ±0.12
0-4	1739 10 14	Ancona	1	6 5.41 ±0.21
0-5	1792 10 20	Ancona	1	6 5.11 ±0.31
7	1792 04 26 10:10	FARNETI	145	9 6.21 ±0.13
0-5	1797 04 17	NOCCA UMBRA	81	6 5.05 ±0.28
7	1797 07 27 01:10	Appennino umbro-marchigiano	68	10 6.15 ±0.22
7	1799 01 04 16:10	Ancona	1	6 5.12 ±0.18
6	1799 06 01	CALCISE	157	10 6.42 ±0.13
7	1799 07 10 22:05	Appennino marchigiano	71	6 6.13 ±0.17
0	1815 06 04 11:00	MACERATE	8	6 5.41 ±0.18
7	1818 12 08 16:15	Farnese	26	7 5.20 ±0.02
0	1820 04 05	ROMA	10	7 5.10 ±0.04
0-4	1879 08 18 00:15	Maremma meridionale	154	6 5.46 ±0.31
0	1879 08 29 00:15	Nell'area	149	6 5.10 ±0.1
0	1879 09 13	ROMA BASTARDI	81	6 5.14 ±0.14
0-5	1879 12 06 15:10	Monte della Spina	15	7 5.52 ±0.21
0	1879 03 13 00:01	Appennino umbro-marchigiano	144	6 5.89 ±0.14
0	1879 11 06	S. MARCO IN LANA	97	6 5.08 ±0.18
0	1887 05 26	VERE	10	5 4.50 ±0.02
0	1889 12 02	ARREDE	122	7 5.69 ±0.18
0	1897 05 01	ADRIATICO CENT.	94	7 5.42 ±0.27
0	1897 12 10 17:10	Appennino umbro-marchigiano	122	7 5.13 ±0.14
0	1897 02 27 20:10	Adriatico centrale	33	5 4.04 ±0.12
0	1910 02 19 17:10	Maremma meridionale	104	7 5.20 ±0.11
0-4	1915 01 18 00:15	Appennino	104	10 6.10 ±0.04
0	1916 05 17 12:40	Alto Adriatico	122	5 5.05 ±0.14
0	1916 01 04 00:15	ROMA BASTARDI	25	6 5.10 ±0.12
0	1916 05 18 17:10	Alto Adriatico	257	6 5.19 ±0.18
0	1916 11 16 00:15	ROMA BASTARDI	40	6 5.10 ±0.12
0-4	1917 04 26 17:10	Valnerina	154	6 5.14 ±0.1

5-6	1917 11 05 22:47	NUMANA	26	6 5.07 ±0.25
2	1922 06 08 07:47	CALDAROLA	52	6 4.89 ±0.19
5	1924 01 02 08:55	Medio Adriatico	76	7-8 5.36 ±0.16
4	1928 05 30 20:01	Adriatico centrale	17	5 4.88 ±0.28
2	1929 04 10 05:43	Bolognese	87	7 5.03 ±0.13
2-3	1929 04 19 04:15	Bolognese	82	
2-3	1930 07 23 00:08	Irpinia	547	10 6.62 ±0.09
6	1930 10 30 07:13	SENIGALLIA	263	8 5.81 ±0.09
3	1933 09 26 03:33	Maiella	326	9 5.95 ±0.09
5	1934 11 30 02:58	Alto Adriatico	51	5 5.34 ±0.17
3	1936 10 18 03:10	BOSCO CANSIGLIO	267	9 6.12 ±0.09
2	1936 12 09 07:34	CALDAROLA	32	6-7 4.79 ±0.22
4-5	1943 07 31 04:37	SENIGALLIA	5	5 4.30 ±0.34
4-5	1950 09 05 04:08	GRAN SASSO	386	8 5.68 ±0.07
4	1951 08 08 19:56	Gran Sasso	94	7 5.30 ±0.14
2	1962 01 23 17:31	Adriatico	49	5 4.52 ±0.25
6	1972 01 25 20:24	Medio Adriatico	24	4 5.58 ±0.18
7	1972 02 04 02:42	Medio Adriatico	75	4 5.86 ±0.29
7	1972 02 04 09:18	Medio Adriatico	56	4 5.58 ±0.29
7	1972 02 05 01:27	Medio Adriatico	2	
7	1972 02 05 07:08	Medio Adriatico	6	4 4.47 ±0.29
7	1972 02 05 15:14	Medio Adriatico	3	4 4.54 ±0.29
7	1972 02 06 01:34	Medio Adriatico	1	4 4.50 ±0.29
7	1972 06 14 18:55	Medio Adriatico	17	4 4.62 ±0.47
4-5	1972 11 26 16:03	MONTEFORTINO	73	8 5.38 ±0.18
F	1974 12 02 01:55	Valnerina	28	7-8 4.76 ±0.17
3-4	1976 05 06 20:00	Friuli	770	9-10 6.46 ±0.09
4	1979 09 19 21:35	Valnerina	694	8-9 5.86 ±0.09
3	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.89 ±0.09
3-4	1984 04 29 05:02	GUSSIO/VALFABBRICA	709	7 5.65 ±0.09
3-4	1984 05 07 17:49	Appennino abruzzese	912	8 5.89 ±0.09
3	1986 10 13 05:10	Appennino umbro-marchigiano	322	5-6 4.65 ±0.09
4	1987 07 03 10:21	PORTO SAN GIORGIO	359	5 5.09 ±0.09
4-5	1997 09 26 00:33	Appennino umbro-marchigiano	760	5 5.70 ±0.09
4-5	1997 09 26 09:40	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9 6.01 ±0.09
4-5	1997 10 03 08:55	Appennino umbro-marchigiano	490	5 5.25 ±0.09
4-5	1997 10 06 23:24	Appennino umbro-marchigiano	437	5 5.46 ±0.09
4	1997 10 14 15:23	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8 5.65 ±0.09
4-5	1998 04 05 15:52	Appennino umbro-marchigiano	395	6 4.81 ±0.09
4-5	2006 04 10 19:03	Maceratese	211	5 4.51 ±0.10

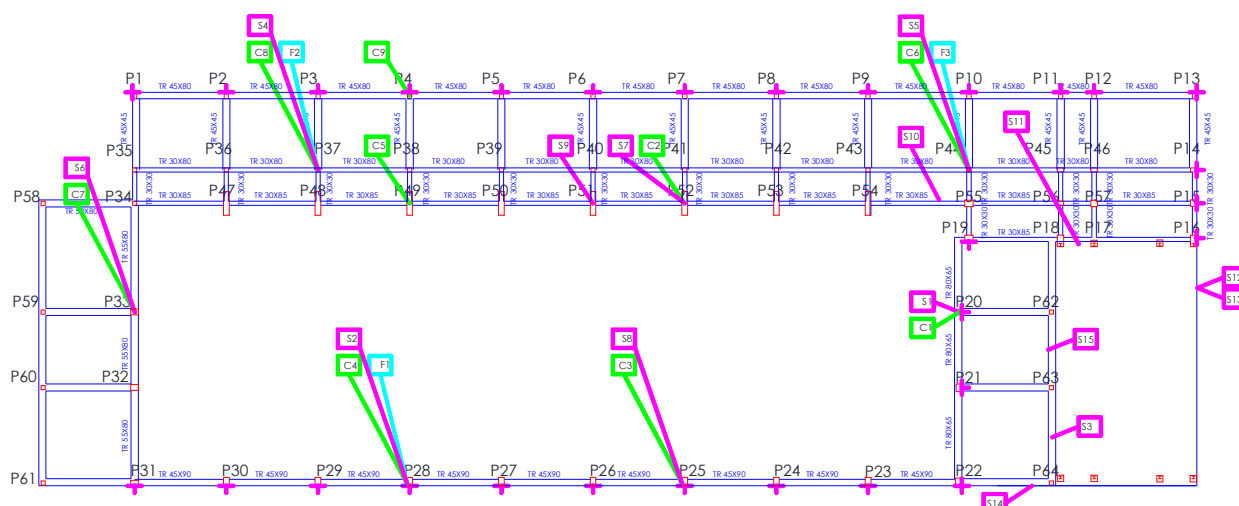
### 3.3 Rilievo geometrico strutturale e analisi dei dettagli costruttivi

La geometria della struttura è stata definita in base ad un rilievo critico accurato condotto per accertare la geometria e la funzione strutturale di tutti gli elementi, nonché per individuare i carichi gravanti sulla struttura.

La tipologia, la disposizione e il diametro delle armature presenti negli elementi strutturali sono stati rilevati dallo Studio Diagnostica Strutturale SDS degli Ingg. Enrico Petrelli e Giacomo Piccinetti attraverso saggi diretti e l'impiego del pacometro, mentre per individuare lo spessore delle pareti in c.a. e delle solette dei solai sono stati eseguiti appositi sondaggi.

In particolare sono state eseguite prove magnetometriche, 6 carotaggi e 1 prelievo di barre di armature sul corpo A1 volume centrale, e 3 carotaggi e 2 prelievi di barre sul corpo A1 volume posteriore.

Sui vari corpi sono stati inoltre eseguiti 15 saggi diretti per verificare sia il numero, la disposizione e il diametro dei ferri di armatura, sia lo spessore e la consistenza delle tamponature perimetrali, come di seguito schematizzato.

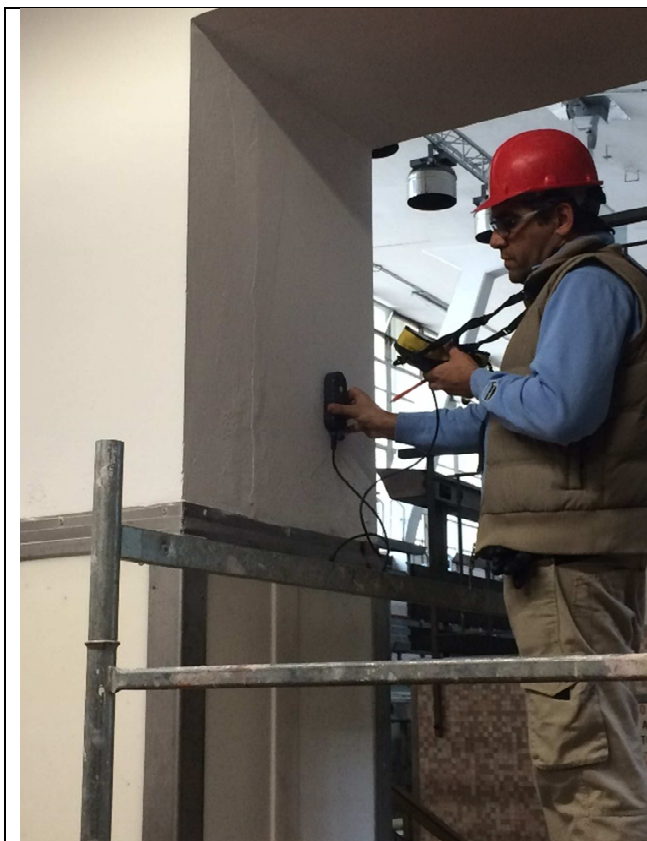


*Pianta corpi A1 e A2: posizione dei prelievi e dei sondaggi*

Denominazione Prova	Elevazione	Tipologia
C1	Piano Terra	Carotaggio
C2	Altezza Ballatoio	Carotaggio
C3	Altezza Ballatoio	Carotaggio
C4	Altezza Ballatoio	Carotaggio
C5	Altezza Ballatoio	Carotaggio
C6	Piano Primo	Carotaggio
C7	Piano Primo	Carotaggio
C8	Piano Primo	Carotaggio
C9	Piano Terra	Carotaggio
F1	Altezza Ballatoio	Prelievo Barra
F2	Piano Primo	Prelievo Barra
F3	Piano Primo	Prelievo Barra
S1	Piano Terra	Saggio Pilastro P20
S2	Altezza Ballatoio	Saggio Puntone P28
S3	Piano Terra	Saggio Cordolo di interpiano
S4	Piano Primo	Saggio Pilastro P37
S5	Piano Primo	Saggio Pilastro P44
S6	Altezza Ballatoio	Saggio Pilastro P33
S7	Intradosso solaio di copertura	Saggio solaio di copertura
S8	Altezza Ballatoio	Saggio Puntone P25
S9	Altezza Ballatoio	Saggio Arco P51
S10	Altezza Ballatoio	Saggio Tamponatura esterna
S11	Piano Primo	Saggio Tamponatura esterna corpo A2
S12	Piano Primo	Saggio Tamponatura esterna corpo A2
S13	Piano Primo	Saggio Tamponatura esterna corpo A2
S14	Piano Terra	Saggio Tamponatura esterna corpo A2
S15	Piano Terra	Saggio Tamponatura esterna corpo A2

Si riportano di seguito le immagini maggiormente rappresentative delle indagini magnetometriche, degli scassi realizzati e dei carotaggi.





*Prova magnetometrica Pilastro 21*



*Dettaglio scasso pilastro 21*



*Dettaglio Scasso Puntone P29*



*Dettaglio carotaggio P26*





*Intercapedine solaio di copertura del corpo principale*



*Dettaglio dello scasso S8 sul puntone P26*



*Dettagli scasso Arco P56*



*Dettagli scasso tamponature esterne*

Per il dettaglio delle modalità di prova e dei risultati si rimanda alla relazione in allegato “Rapporto di Prova” a firma degli Ingg. Enrico Petrelli e Giacomo Piccinetti.

I dati raccolti sulle dimensioni degli elementi strutturali, insieme a quelli riguardanti i dettagli costruttivi, hanno reso possibile la messa a punto del modello per le analisi strutturali.

### 3.4 Indagini sui materiali

Le prove di schiacciamento delle carote e le prove di trazione sulle barre di armatura sono state condotte dal Laboratorio “Studio Indagini Diagnostiche e Laboratorio Prove Materiali” di Osimo, i cui certificati sono firmati dall’Ing. Roberto Giacchetti.

I risultati delle prove di compressione sulle carote di cls sono riassunti nella tabella che segue.

ESITI DELLA PROVA SUI CAMPIONI LAVORATI							
SIGLA CAMPIONE	$\Phi$ (mm)	H (mm)	$\Phi/H$ (mm)	Area Compressa (mm <sup>2</sup> )	Massa Volumica (Kg/m <sup>3</sup> )	Carico Rottura (kN)	Resistenza Unitaria (N/mm <sup>2</sup> )
C1	93,94	93,97	0,9997	6931,17	2220	129,9	18,7
C2	93,92	93,93	0,9999	6927,72	2240	185,2	26,7
C3	93,93	94,02	0,9991	6930,06	2210	101,0	14,6
C4	93,97	93,97	0,9999	6935,10	2380	205,3	29,6
C5	93,91	93,99	0,9992	6926,99	2210	116,7	16,8
C6	93,94	93,99	0,9995	6931,17	2260	95,1	13,7
C7	93,92	80,10	1,1724	6927,28	2210	144,1	20,8
C8	93,90	93,99	0,9990	6924,77	2200	154,2	22,3
C9	93,89	93,90	0,9999	6924,04	2210	129,6	18,7

La resistenza in opera viene determinata dividendo la media dei risultati ottenuti per un coefficiente pari a 0,85 come indicato al punto C11.2.6 della circolare alle NTC2008:

$$R_{cm} = \frac{20,21}{0,85} = 23,78 \text{ MPa}$$

I risultati delle prove di trazione eseguite sugli spezzoni di barre prelevate sono riassunti nella tabella che segue.

ESITI DELLA PROVA							
SIGLA CAMPIONE	$\Phi$ (mm)	Snervamento (N)	Rottura (N)	$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_t/f_y$	Allung. A <sub>5</sub> %
F1	19,97	120000	166000	383,08	529,93	1,38	21,0
F2	12,13	58000	90000	501,8	778,66	1,55	9,2
F3	11,02	66000	91000	691,42	953,32	1,38	7,3

Per maggiori dettagli sul tipo di indagini svolte e sui risultati ottenuti si rimanda al “Rapporto di Prova” a firma degli Ingg. Enrico Petrelli Giacomo Piccinetti.

### 3.5 Attribuzione del livello di conoscenza

La campagna di indagini ha fornito un quadro completo delle caratteristiche del fabbricato sia in termini di proprietà dei materiali che di dettagli costruttivi degli elementi strutturali.

Tenuto conto dell'accuratezza del rilievo, della numerosità e tipologia delle indagini svolte, si ritiene che il livello di conoscenza acquisito possa essere giudicato **LC2** per il quale può essere assunto un fattore di confidenza **FC = 1,20**.

Il livello di conoscenza LC2 permette di eseguire la verifica di vulnerabilità con qualsiasi tipo di analisi.

### 3.6 Caratteristiche dei materiali impiegate nelle verifiche

Le caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzate per le analisi discendono dai risultati delle prove eseguite sul fabbricato.

#### Calcestruzzo

$R_{cm} = 23,78 \text{ MPa}$ Livello di conoscenza LC2 FC = 1,20	
Resistenza cilindrica a compressione	$f_{cm} = \frac{0.83 R_{cm}}{FC} = 16,45 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto allo slu	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{cm}}{\gamma_c} = 9,32 \text{ MPa}$
Coefficiente del materiale allo slu	$\gamma_c = 1.5$

Il modulo di elasticità E è determinato con il valore della resistenza cilindrica non abbattuta del coefficiente FC e ridotto del 40% per tener conto della fessurazione:

$$E_c = 22000[(f_{cm})/10]^{0.3} = 25543 \text{ MPa}$$

$$E_{ridotto} = 0.6 \cdot E_c = 15325,82 \text{ MPa}$$

#### Acciaio per armature

Livello di conoscenza LC2 FC = 1,20	
Resistenza media	$f_{ym} = \frac{f_y}{FC} = 437,86 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di progetto allo slu	$f_{yd} = \frac{f_{ym}}{\gamma_s} = 380,75 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente del materiale allo slu	$\gamma_s = 1.15$



## 4 STATO DI CONSERVAZIONE DELL'OPERA

Come emerso dal rilievo critico della costruzione, il complesso edilizio in esame risulta caratterizzato da differenti livelli di degrado; per maggiore chiarezza si descrive lo stato di conservazione di ogni corpo strutturale separatamente.

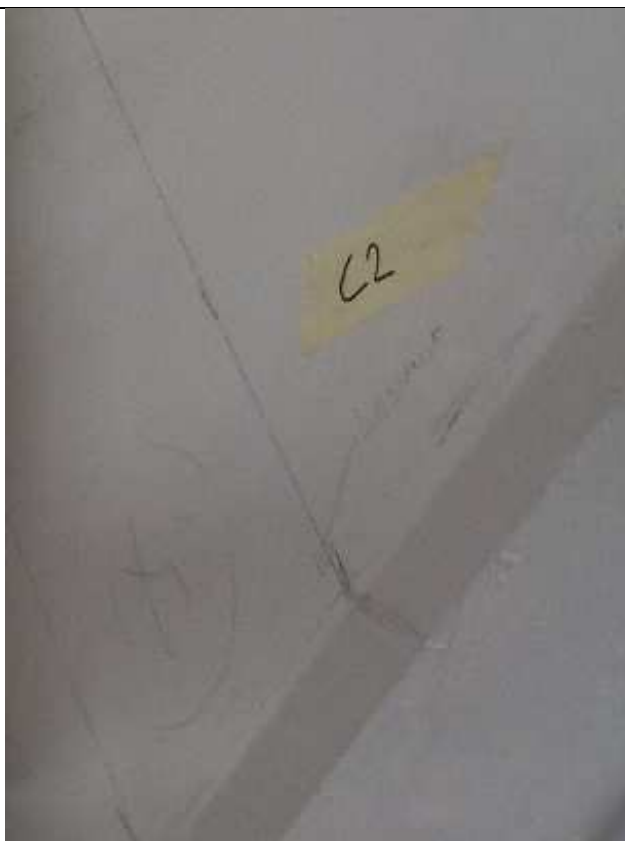
### CORPO A1

#### Volume centrale

In riferimento alla volume centrale lo stato di conservazione delle strutture interne risulta nel complesso buono e caratterizzato da una discreta qualità del calcestruzzo, come si evince dai risultati delle prove riportati nel capitolo precedente; al contrario quello delle strutture esterne, risulta in avanzato stato di degrado a causa dell'ambiente marino aggressivo, nonostante sia stato oggetto nel 2015 di un intervento di rimozione dell'intonaco e del copriferro pericolanti e successiva passivazione dei ferri di armatura.

Dal rilievo effettuato emergono le seguenti criticità:

- lesioni passanti sugli archi che compongono gli otto portali caratterizzanti la struttura, rilevate ad una quota di circa 8 metri;
- fessurazioni verticali all'altezza del ballatoio in uno dei puntoni (P28)
- lesioni sul retro del volume centrale visibili sia internamente che dal ballatoio 1 esterno dovute all'assenza del giunto strutturale;
- il solaio di plafonatura di spessore 2,5 cm risulta essere ordito in direzione trasversale ed appeso all'intradosso delle travi secondarie con ferri che sono in gran parte scoperti ed in avanzato stato di degrado;
- il solaio di copertura tipo SAP di 12 cm di spessore presenta un avanzato stato di deterioramento con locali distacchi di fondelli in laterizio (sfondellamento); la guaina di copertura presenta anch'essa un precario stato di conservazione;
- il ballatoio esterno 2 presenta uno stato di degrado avanzato, con assenza di copriferro e conseguente ossidazione delle armature;
- i frangisole presentano espulsione di copriferro e ossidazione delle armature.



*Lesioni laterali arco*



*Lesioni da schiacciamento di un puntone*



*Particolare giunto strutturale in copertura*



*Particolare giunto strutturale vista frontale*





*Particolare giunto intradosso solaio di plafonatura di spessore 2,5 cm*



*Lesioni sulla parete del volume interno sul lato del ballatoio 1*



*Lesioni sulla parete del volume interno sul lato del ballatoio 1*



*Lesioni sulla parete del volume interno sul lato del ballatoio 1*





*Giunto sul solaio di plafonatura*



*Vista frontale della trave longitudinale in corrispondenza del giunto sul solaio di plafonatura*



*Solaio plafonatura da 2,5 cm*



*Intradosso del solaio SAP da 12 cm*



*Stato di degrado del ballatoio 2*



*Stato di degrado dei frangisole*

Dalle foto scattate nell'intercapedine risulta visibile il giunto sul solaio di plafonatura, mentre non è altrettanto evidente che il giunto sia presente anche sulle travi longitudinali.

### **Volume posteriore**

Lo stato di conservazione delle strutture del volume posteriore del corpo A1 è fortemente influenzato dal ridotto spessore del copriferro che risulta insufficiente in ambiente aggressivo. Inoltre dai carotaggi effettuati è emerso che la qualità del calcestruzzo è scadente; infatti la resistenza a compressione risulta notevolmente inferiore rispetto ai provini prelevati nella parte del volume centrale.

Dal rilievo effettuato emergono le seguenti criticità:

- le staffe dei pilastri hanno interassi molto elevati, sono mal posizionate ed assenti nella parte alta degli stessi. Nelle verifiche di sicurezza si tiene conto di una staffatura  $\phi$  6 ad interasse di 50 cm.
- Le armature delle travi non sono ancorate adeguatamente all'interno dei pilastri.
- Dalle prove di trazione effettuate sulle barre di armature dei pilastri è emerso che l'acciaio utilizzato non possiede adeguate caratteristiche di duttilità, normalmente richieste in zona sismica, in quanto la tensione di snervamento rilevata risulta eccessivamente elevata, come riportato nell'allegato "Rapporto di prova".

Le foto che seguono danno evidenza dello stato di degrado del volume in oggetto e degli interventi di mitigazione del fenomeno della corrosione delle armature che non sono stati completati con il ripristino del copriferro.





*Assenza di armature trasversali nella parte alta dei pilastri posteriori*



*Tracce degli interventi precedenti di passivazione dei ferri non ripristinati*



*Tracce degli interventi di passivazione dei ferri*



*Stato di degrado interno*



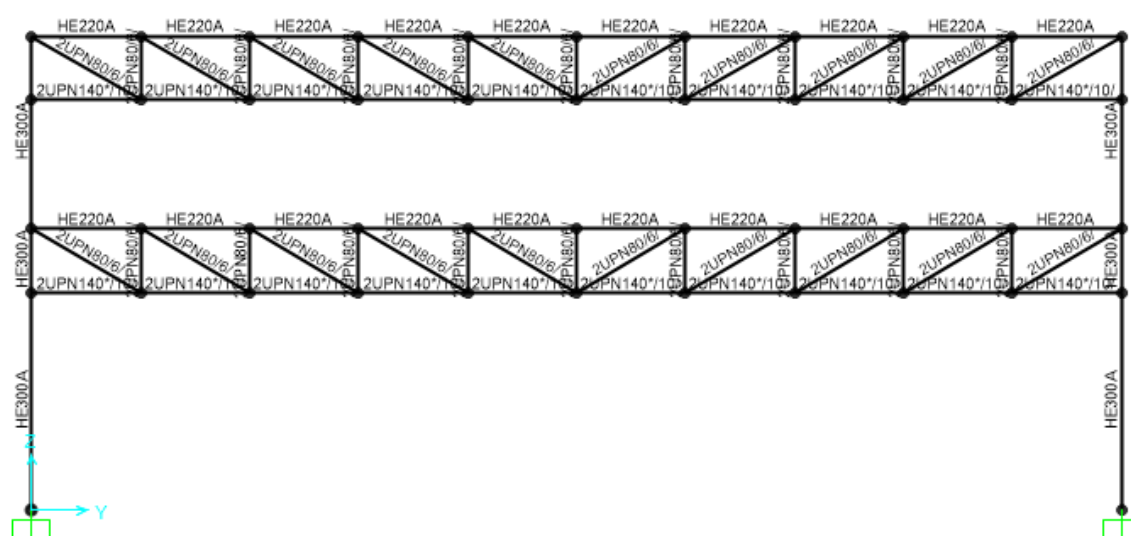
## CORPO A2

Come affermato in precedenza, il corpo A2 risulta essere di più recente costruzione rispetto al corpo A1, ed è costituito da una struttura metallica formata da pilastri in profilati HEA 300 e travi reticolari. La geometria della struttura, ricostruita sulla base del rilievo geometrico, è rappresentata nelle figure che seguono. In particolare, le dimensioni in pianta sono risultate 8 x 17 m. La struttura presenta due piani di elevazione, per un'altezza complessiva di 7,4 m.

La struttura è costituita da quattro telai trasversali, disposti ad interasse rispettivamente di 1,7 m, 4,6 m, e 1,7 m, in cui i pilastri sono costituiti da profili HE300A, mentre le travature reticolari da profili UPN di varie dimensioni come mostrato in figura.

I due impalcati sono sostenuti da arcarecci composti da profili IPE200 ed HE220A, come mostrato nella vista in pianta.

Lo stato di conservazione di questa struttura risulta soddisfacente, come testimoniano le immagini riportate nel seguito.



Telai



I due paramenti sono scollegati e la tamponatura risulta confinata solo dai solai con un cordolo in c.a. collegato a livello di piano con la struttura portante in acciaio.





*Piano Primo –Sala Riunioni*



*Zona Stock*



*Particolare collegamento trave reticolare-pilastro*



*Particolare collegamento trave reticolare-pilastro*

Non si è ritenuto opportuno prelevare campioni di carpenteria metallica da sottoporre a prove di trazione per la caratterizzazione del materiale, in quanto tali operazioni sarebbero risultate molto invasive e non del tutto giustificate trattandosi di profilati commerciali laminati a caldo, le cui caratteristiche meccaniche sono note in funzione della qualità degli acciai.

Conseguentemente, nelle verifiche di vulnerabilità, è stata ipotizzata la presenza di acciaio tipo S 235 (Fe 360B), che oltre ad essere quello più frequentemente utilizzato è il meno performante.



**CORPO B**

Anche il corpo B risulta essere un annesso costruito in epoca più recente. L'edificio è realizzato con struttura a telaio in c.a, con lo scopo di aumentare il numero dei depositi riservati ai pescatori. In questo caso, similmente all'adiacente volume posteriore del corpo A1, la poca attenzione ai dettagli costruttivi necessari in ambiente aggressivo, unitamente a un probabile sottodimensionamento della struttura, ha dato origine a notevoli problemi di tipo statico che hanno reso necessario, nel 2015, il puntellamento della struttura, con conseguente sgombrò e chiusura dell'intero corpo.

Le condizioni di avanzato stato di degrado dei materiali costituenti la struttura e le precarie condizioni statiche della stessa, testimoniate dalle foto di seguito esposte, hanno portato alla decisione concordata con il Committente, di escludere il corpo B sia dalla campagna di indagini che dalla verifica di vulnerabilità di sismica, ritenendo la demolizione dell'edificio più conveniente del ripristino.

*Vista Frontale del Corpo B**Vista Laterale del Corpo B*





*Particolare lesioni del pilastro*



*Particolare lesioni del pilastro*



*Particolare lesioni del pilastro*



*Particolare lesioni del pilastro*