

**Risanamento della struttura di ferro
e ghisa del Mercato Centrale
«S. Lorenzo» a Firenze**

Risanamento della struttura di ferro e ghisa del Mercato Centrale « S. Lorenzo » a Firenze

Ing. Giorgio Romaro,
Libero Professionista,
Padova

Descrizione generale dell'opera

L'edificio del Mercato Centrale « San Lorenzo » di Firenze è una delle prime costruzioni di ferro e ghisa realizzate in Italia. Fu progettato dall'Architetto Giuseppe Mengoni nel 1869, realizzato sotto la sua direzione ed aperto al pubblico il 1° maggio 1874 (figg. 1, 2 e 3).

La decisione di conservare questa costruzione come documento dell'epoca, non è stata imposta dalla protezione di leggi tuttora inadeguate in Italia per la tutela di opere di interesse culturale, artistico o paesaggistico, relativamente recenti, ma dall'interesse culturale e dall'affezione della popolazione fiorentina e dalla sensibilità del Comune di Firenze e del suo Ingegnere Capo Giulio Lenzi.

La struttura copre un'area approssimativamente quadrata di circa 5 000 m². Le colonne interne sono realizzate con tubi di ghisa a sezione variabile, successivamente ottagonale, circolare, quadrata, salendo dal basso verso l'alto; i vari tronchi sono semplicemente sovrapposti con giunti a bicchiere.

La chiusura perimetrale, fino all'altezza di 14,5 m è realizzata da un solido muro, largo alla base oltre 1,5 m circa. Alla suddivisione dello spazio interno in tre navate provvedono le già indicate esili colonne di ghisa. La navata centrale si alza con una parete d'ambito quasi filigranata dal livello del muro suddetto per circa 10 m (figg. 1 e 18).

La luce di 30 m del coperto a due spioventi sulla navata centrale è da ritenersi eccezionale per l'epoca. Le navate laterali, di 24 m di luce, presentano testa a padiglione. Le intralciature delle capriate sono mascherate da fregi di lamiera (figg. 4 e 11) ed alle colonne di ghisa sono applicati capitelli di ordine corinzio (fig. 5).

Le colonne di sostegno delle incavallature hanno passo di 5,9 m ed altezza di circa 23 m. Il coperto è provvisto di lucernari in corrispondenza a tutte e tre le campate. Il manto di copertura è costituito da ferro e vetro per i lucernari, e da tegole su tavolato perlinato disposto diagonalmente rispetto alle strutture portanti, per le parti cieche. Tali strutture portanti suddividono il passo di 5,90 m in

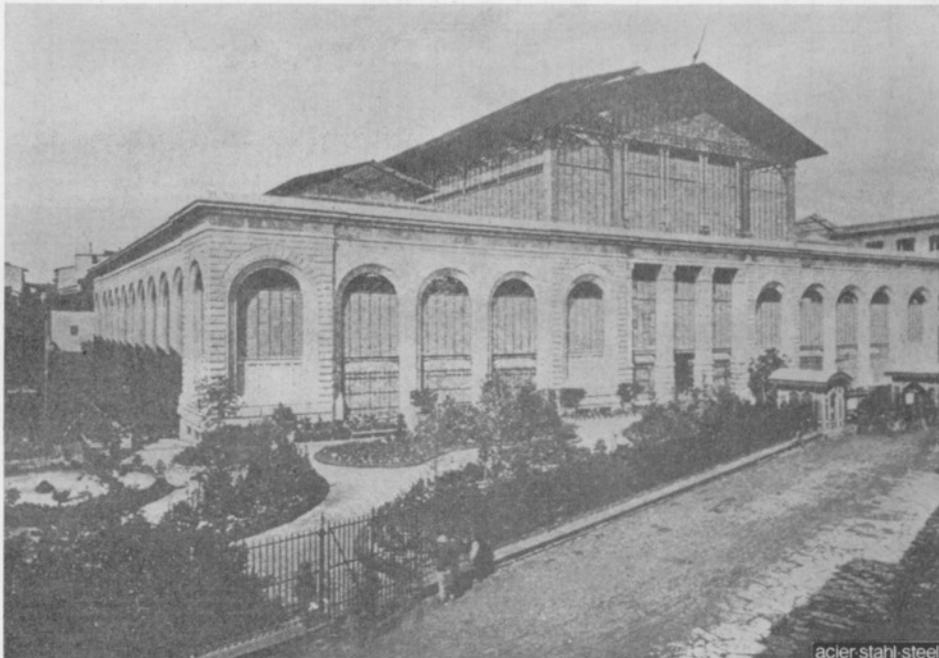


Fig. 1. Vista d'insieme del Mercato Centrale « S. Lorenzo » all'epoca dell'inaugurazione (1874).

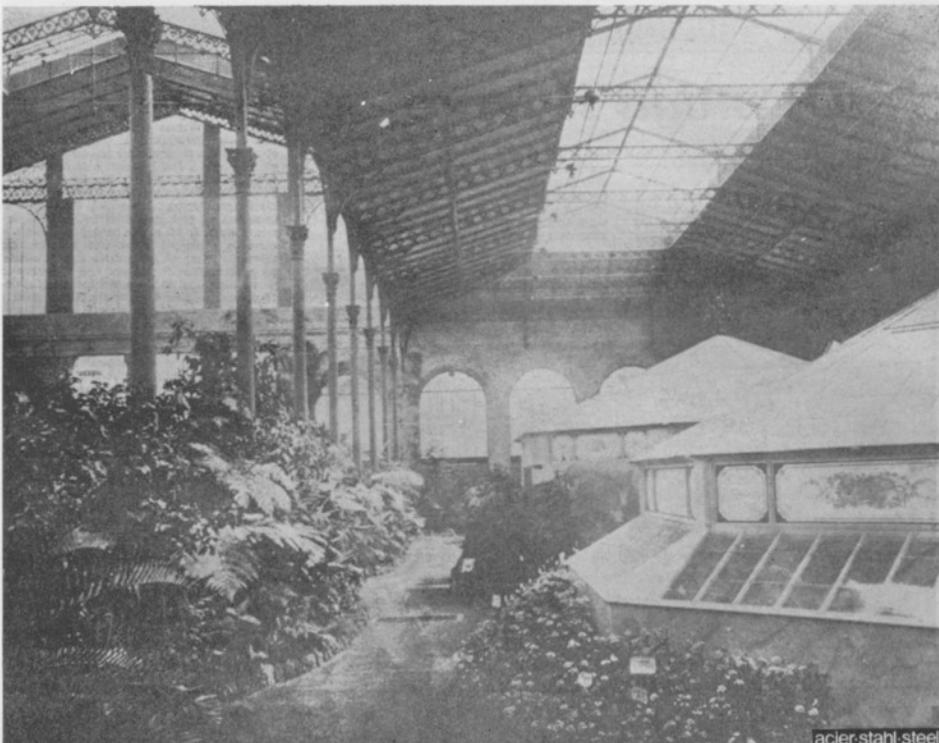


Fig. 2. Interno di uno dei padiglioni laterali durante un'esposizione di fiori alla fine del secolo scorso.

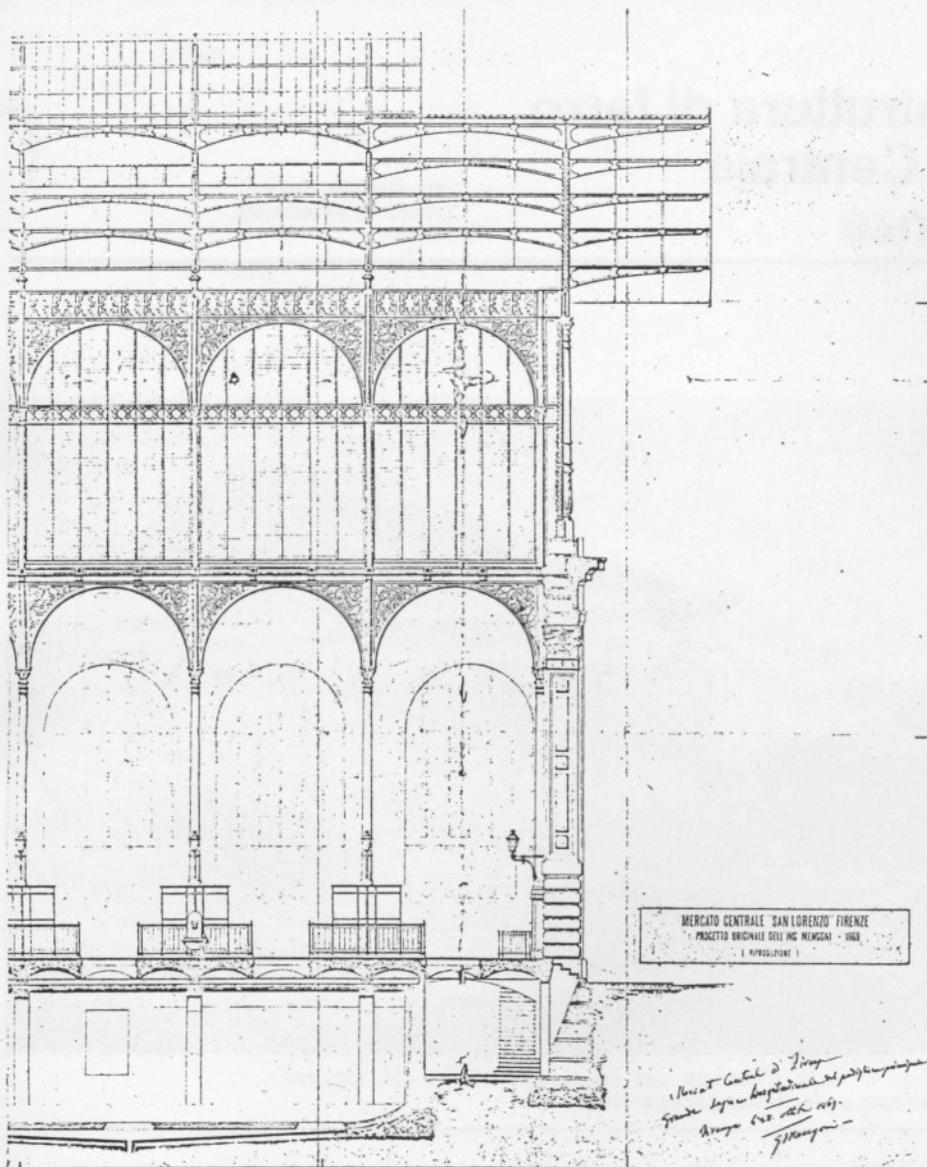


Fig. 3. Stralcio di disegno originale firmato dall'Arch. Mengoni (1869); sezione longitudinale.

quattro parti; i tre falsi puntoni poggiano su strutture d'ambito con aspetto arcuato e su travi di bordo delimitanti la zona dei lucernari (figg. 3, 9 e 10).

Situazione precaria di alcuni elementi metallici originali

All'epoca della costruzione di cui si tratta, non era ancora diffusa una approfondita conoscenza del fenomeno di instabilità per carico di punta delle aste compresse. Si notano nella struttura deformazioni di cedimento, bloccate quando già avevano raggiunto entità notevole dal soccorso di strutture secondarie, certamente non previste allo scopo.

In tale situazione si trovano per esempio numerose aste compresse di parte delle incavallature che sostengono il coperto, aste realizzate mediante piatti. In particolare sono così deformati i montanti terminali stranamente affiancati, ma non collegati alla pro-

secuzione delle colonne. Le incavallature si poggiano fortunatamente su mensole tanto sporgenti dalle colonne da estendersi oltre due completi riquadri terminali del graticcio delle aste di parete; la deformazione dei montanti più esterni è stata quindi limitata dalla diminuzione dello sforzo conseguente alla trasmissione di parte del carico della struttura alle mensole suddette mediante i montanti più interni.

I puntoni a struttura composta reticolare delle incavallature che corrispondono alla zona centrale provvista di lucernari, non essendo controventate in falda dal tavolato, come le altre zone, si sono inflesse lateralmente specialmente nelle navate a padiglione. Il crollo è stato impedito in questo caso dai grossi tubi disposti a circa 2 m d'interasse e collegati ortogonalmente al corrente superiore dei puntoni con 4 bulloni (fig. 7); tubi cui era affidato il sostegno di tendoni per la regolazione della luce proveniente dai

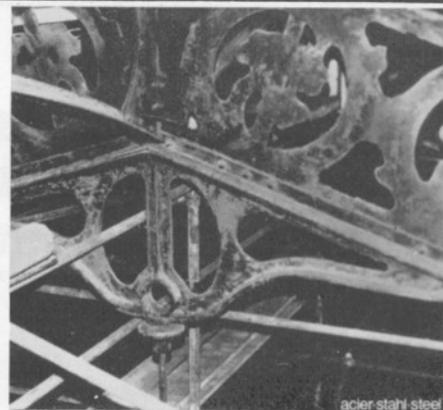


Fig. 4. Fregi floreali intagliati in lamiera ed applicati alle incavallature della navata centrale.



Fig. 5. Capitelli di ghisa in stile corinzio delle colonne di facciata della navata centrale.



Fig. 6. Particolare della sospensione del tirante di una incavallatura della navata centrale, con ornamento a fondo di lampada.



Fig. 7. Tubi di sostegno delle tende già disposte a regolare la luce immessa nei lucernari. Questi tubi hanno assicurato in modo non previsto il controventamento longitudinale delle incavallature.



Fig. 8. Particolare di estremità di una incavallatura della navata centrale. I tiranti di ogni incavallatura sono ancorati a maniglie in ghisa fuse insieme alle colonne. Alcune di queste maniglie sono lesionate, come si vede in questo caso.

lucernari. Si osserva che i tubi stessi sono ancorati alle estremità per le navate basse ai tavolati delle teste di padiglione terminale, per la navata centrale, ai corrispondenti tavolati che fortunatamente hanno sostituito il lucernario nelle due campate estreme (le croci di S. Andrea colleganti i punti di colmo delle incavallature della navata centrale alla sommità delle colonnine emergenti per circa 1,5 m dalla faida stessa non potevano avere altro effetto che di stabilizzare le colonne stesse). Le deformazioni di cedimento laterale evidenti sono state solo in parte corrette nelle operazioni di risanamento.

Le catene delle incavallature sono tutte ancorate a maniglie di ghisa (fig. 8) fuse con le colonne. Alcune di queste maniglie risultano spezzate. Le relative catene non si sono staccate del tutto essendo intervenuti a trasmettere lo sforzo di trazione ai puntoni i chiodi di fissaggio tra le mensole di ghisa e l'incavallatura di ferro, che, ovviamente, sotto questa nuova sollecitazione, si sono notevolmente deformati. Questa situazione di pericolo era certamente stata notata poiché alcuni di questi chiodi sono stati sostituiti da bulloni di epoca recente, probabilmente in ope-

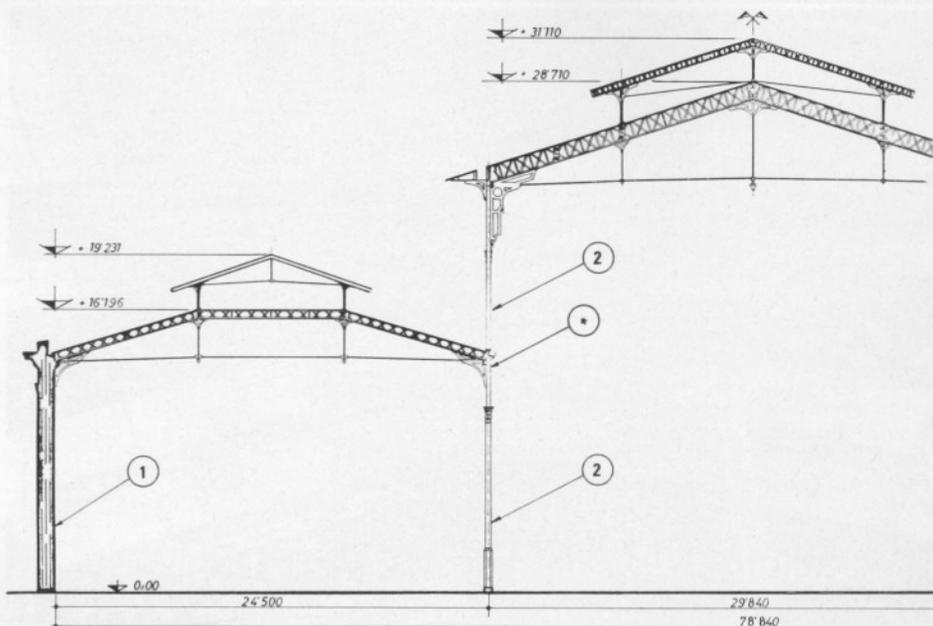


Fig. 9. Sezione trasversale dell'edificio. (1) I muri esterni dei padiglioni laterali hanno alla base uno spessore di 1,5 m. (2) Le colonne di ghisa tra questi padiglioni e la navata centrale sono fatte di due parti, assiate mediante un semplice giunto a secco.

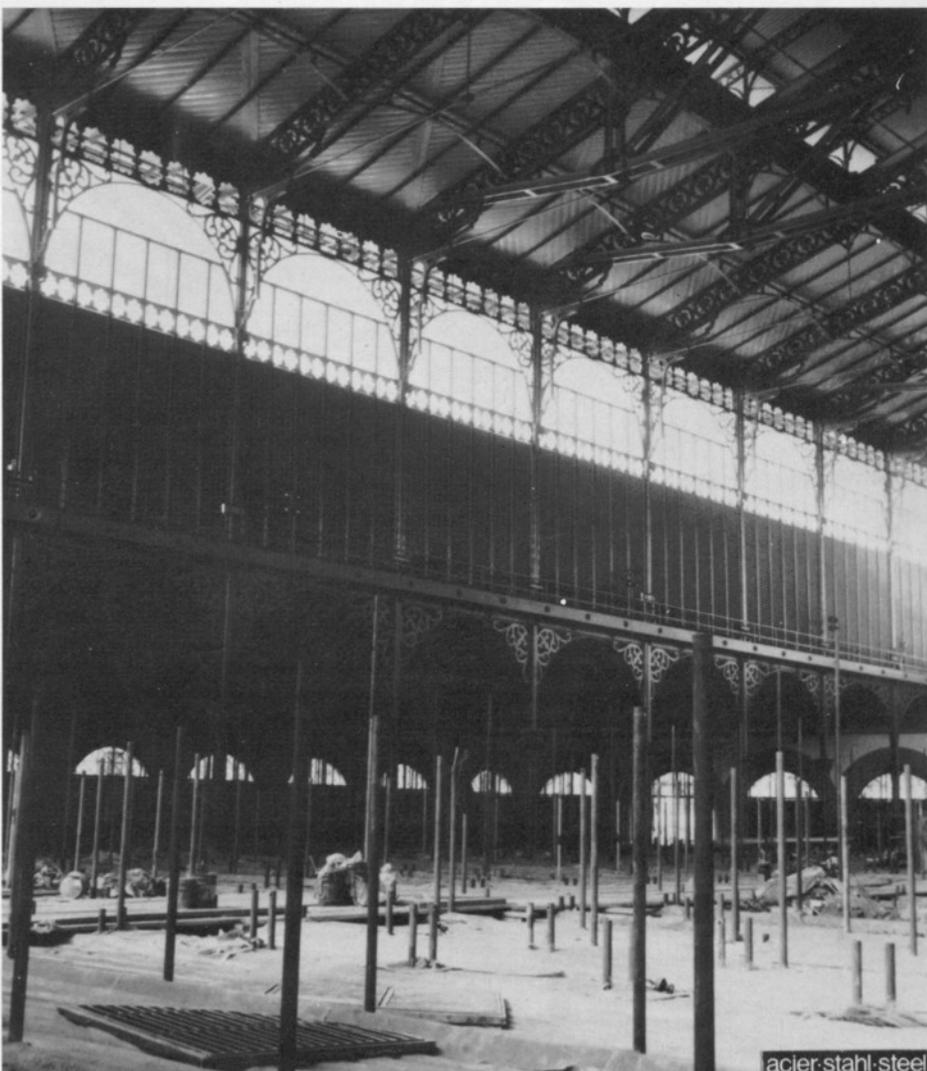


Fig. 10. La navata centrale dopo il rinforzo. Si notano i diaframmi reticolari il cui colore neutro grigio-blu stacca e mette in maggior risalto gli elementi vecchi in rosso vivo.



Fig. 11. Particolare del rinforzo delle incavallature della navata centrale.



Fig. 12. Le nuove travi reticolari sulla falda della copertura della navata centrale sono state irrigidite mediante due diaframmi trasversali (reticolari). L'appoggio di queste travi sul muro esterno si fa mediante interposizione di uno strato in c.a. del quale si vede l'armatura.

re di manutenzione effettuate durante l'ultima guerra.

Alla stabilità nel suo piano, del portale che ha come piedritti le colonne di ghisa innestate a secco sul tronco inferiore alla quota dei padiglioni laterali e come traverso l'incavallatura triangolare di 30 m di luce contribuiscono pure con la loro limitata rigidità e resistenza a flessione, le mensole di ghisa di appoggio delle incavallature stesse. Si deve però osservare che i vincoli al piede dei montanti possono essere schematizzati in cerniere, mentre il collegamento alle mensole è ben lontano dal consentire alla struttura un sicuro inquadramento fra i portali a due cerniere.

La stabilità dei portali e la possibilità di assorbimento delle fortunatamente lievi forze orizzontali che la struttura poteva ricevere dal vento, è stata raggiunta, ancora certamente in modo non previsto, per l'intervento del tavolato sotto tegola di falda che ha funzionato come trave tra frontone e frontone.

Si è potuto constatare ad ogni modo che alcune delle suddette colonne presentano lesioni nelle zone di attacco alle mensole in alcuni portali.

Condizioni analogamente precarie si presentano per l'azione del vento sulla copertura dei corpi più bassi.

A queste carenze già notevoli si aggiungono quelle dovute alla vetustà ed alla scarsità di manutenzione. In particolare l'attacco della ruggine aveva fortemente compromesso la resistenza delle travi di falda di lamiera, disposte a livello delle linee di gronda della navata centrale, e realizzanti le stesse grondaie. Ricordo che a queste travi si appoggiavano i falsi puntoni inseriti tra le incavallature.

L'edificio era puntellato già da quattro anni all'inizio dell'opera di rinforzo.

In definitiva le snelle colonne, ulteriormente indebolite dagli innesti a baionette potevano resistere solo a carichi verticali ai quali in definitiva la rigidità del coperto permetteva di limitare la loro sollecitazione.

Esigenze fondamentali dell'intervento di risanamento

L'esecuzione delle opere doveva essere svolta senza interrompere l'utilizzazione continua della costruzione.

Il rispetto dell'ambiente monumentale e paesaggistico vietava di utilizzare strutture esterne visibili alle quali per esempio appendere le strutture.

Il rispetto della forma architettonica interna impediva l'affiancamento di puntellazioni stabili alle snelle e decorate colonne di ghisa. Analogamente si doveva escludere l'affiancamento in vista di nuovi profilati di acciaio alle delicate e decorate aste delle antiche incavallature.

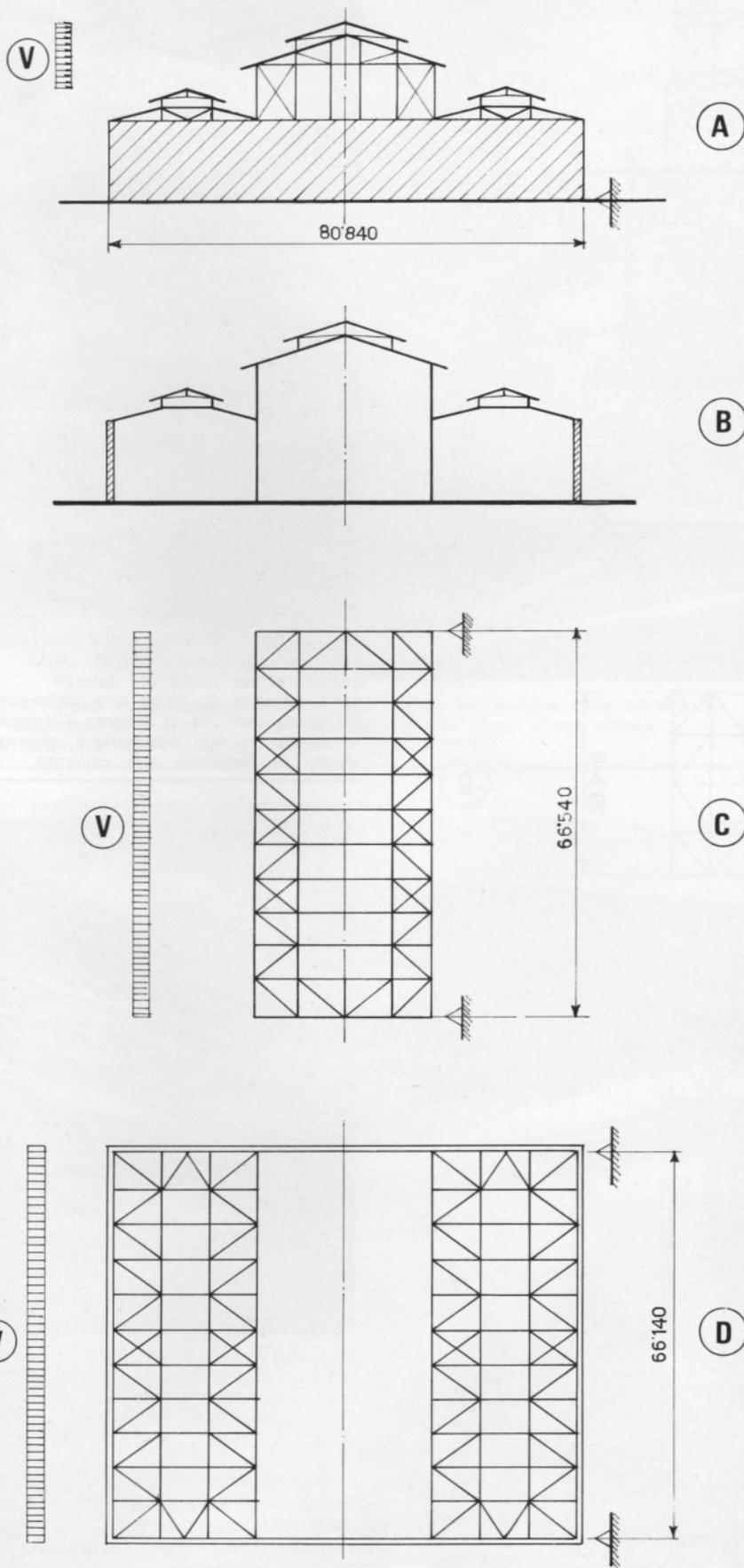


Fig. 13. Schema statico delle strutture di rinforzo relativamente alla resistenza alle forze orizzontali in direzione trasversale. (A) Vista del frontone. (B) Sezione trasversale. (C) e (D) Struttura nuova di copertura della navata centrale e dei padiglioni laterali. Queste strutture formano un assieme indeformabile. I muri del frontone assicurano il controventamento verticale dell'insieme.

Si è rifiutata infine la soluzione di ricostruire con materiale idoneo ed idonei spessori l'opera falsificandola così sostanzialmente.

Nella soluzione prescelta non si è quindi sostituita nessuna parte né di ferro pudellato né di ghisa, e gli interventi di rinforzi in vista sono limitatissimi (vedere in seguito) ed evidenziati con forme e colori tali da non alterare il disegno originale (figg. 10 e 11).

Schema statico dell'opera di rinforzo

Si è ideata una nuova struttura portante che scaricasse le parti della struttura vetusta delle funzioni statiche non più assolvibili, e confermasse all'edificio proprio quel modello statico che gli aveva permesso di sopravvivere per un secolo. Lo schema statico realizzato è quindi quello di una struttura scatolare sostituyente essenzialmente l'azione statica dei tavolati sotto tegola mediante strutture reticolari di falda mascherata entro le coperture esistenti; il suo peso, compreso il manto di pannelli sandwich, costituiti da una lamiera grecata preverniciata, sughero, cartone catramato e foglio di rame di finitura esterna, dello spessore di 0,2 mm è dello stesso ordine del peso delle tegole eliminate. Il manto di copertura è escluso alla vista dalle adiacenze, ed il rame brunito non introduce variazioni notevoli di colore rispetto alle tegole per la vista da lontano (fig. 17).

Si sono inseriti all'interno dell'edificio, in adiacenza alle strutture dei vecchi frontoni, strutture nuove di colonne e traversi di travi HE, controventate con croci di S. Andrea di funi (figg. 13 e 14) che chiudono con sicurezza lo schema scatolare collegandosi alle murature del piano basso; le esili strutture di acciaio aggiunte sono state accostate alle parti piene della vecchia struttura, e, rispetto alle estensioni di quelle, si notano appena (fig. 13).

La rigidità della struttura scatolare è stata aumentata con l'inserimento di diaframmi intermedi a struttura reticolare (fig. 11): due nei corpi bassi e quattro nella navata centrale. Questa membratura è l'unica inserita nello spazio architettonico con piena evidenza; si è preferito denunciarla nella forma e nel colore in modo che l'occhio possa più facilmente farne astrazione nell'osservazione dell'ambiente (figg. 10, 11 e 12).

Le antiche colonne, nonostante lavorino ora in condizioni statiche migliori di prima, hanno dovuto essere incamiciate nelle zone centrali, corrispondenti ai tronchi di sezione circolare, per raggiungere il grado di sicurezza oggi richiesto per la stabilità al carico di punta. Ciò si è ottenuto senza percettibile alterazione dei rapporti di forma.

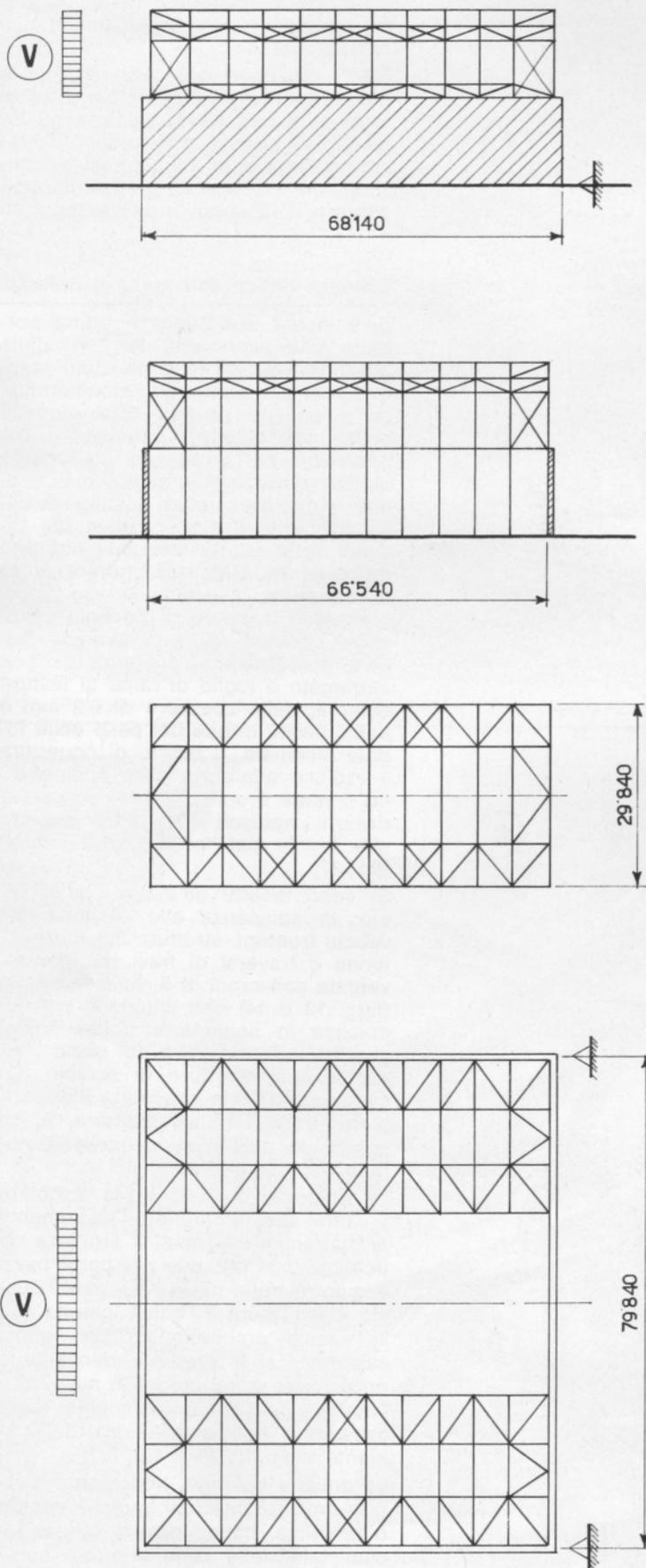


Fig. 14. Schema statico delle strutture di rinforzo relativamente alla resistenza alle forze orizzontali in direzione longitudinale. (A) Vista laterale. (B) Sezione longitudinale. (C) e (D) Strutture nuove di copertura della navata centrale e dei padiglioni laterali. I muri delle pareti assicurano il controventamento verticale dell'insieme.

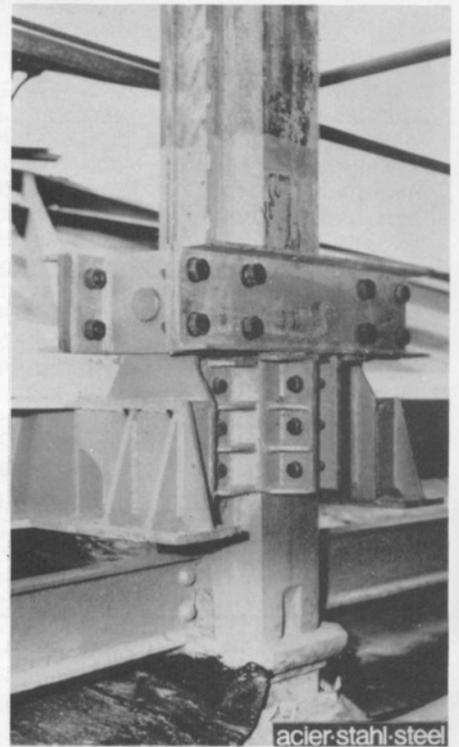


Fig. 15. Collegamento delle nuove strutture poste sui versanti della copertura dei padiglioni laterali sulle colonne in ghisa che delimitano la navata centrale. Il sistema è concepito in modo da non trasmettere alcuno sforzo di flessione alla colonna.



Fig. 16. Nuove travi delle falde della navata centrale; anche queste sono articolate in sommità delle vecchie colonne in ghisa.

I tronchi di colonna a sezione quadrata, che nella zona alta e scarsamente visibile dell'edificio erano lesionati, sono stati incamiciati con profilati sagomati a freddo e cantonali collegati mediante bulloni.

La nuova struttura scatolare oltre che stabilizzare l'insieme ed assorbire le azioni orizzontali applicate all'edificio, contribuisce anche a scostare



Fig. 17. Posa delle lamiere grecate sulla nuova carpenteria della copertura. La copertura sarà terminata con un lamierino in rame il cui colore non differisce dal colore dei vecchi tetti di Firenze.



Fig. 18. La facciata del Mercato dopo il restauro.

alle murature una frazione dei carichi verticali già applicata alle esili colonne; questa collaborazione è stata controllata svolgendo rigorosa analisi statica dell'intera struttura spaziale mediante elaboratore elettronico e programmi di biblioteca. Il funzionamento statico previsto è stato poi controllato e garantito con opportuni interventi realizzati durante le operazioni di montaggio.

Modalità di esecuzione

Tutte le nuove strutture sono state realizzate in tronchi saldati in officina e montati a mezzo di bulloni ad alta resistenza.

Il bloccaggio fra le travi reticolari di falda dei padiglioni bassi e le colonne di ghisa a sezione quadrata della parte alta della navata centrale è stato effettuato come indica la fig. 15, evitando di trasmettere sforzi di flessione alle colonne. Infatti ogni appoggio ai pilastri della struttura reticolare è realizzato per sospensione ad una coppia di perni ad asse orizzontale incrocianti l'asse baricentrico delle colonne stesse. I perni sono poi inseriti in un telaietto orizzontale semplicemente appoggiato con possibilità di rotazione nella direzione longitudinale dell'edificio a una fasciatura dei pilastri realizzata con gruppi di quattro angolari serrati con bulloni ad alta resistenza; queste fasciature trasmettono il carico ai pilastri per attrito.

La figura 16 illustra la sezione delle nuove strutture a guscio sopra la navata centrale ed il fissaggio delle nuove strutture alle estremità superiori delle colonne, realizzate anch'esse con perni di acciaio, per gli stessi motivi illustrati al punto precedente. Nella figura 12 si può osservare la trave di cemento armato inserita a coronamento delle vecchie murature per ripartirvi i carichi applicati loro dai diaframmi dei padiglioni laterali. Nella figura 18 si possono osservare i particolari della facciata dopo il risanamento.

Il montaggio della carpenteria metallica è stato eseguito in circa 4 mesi ed il completamento della copertura è potuto avvenire nello stesso periodo.

Progetto ed esecuzione

Committente: Comune di Firenze.

Impresa costruttrice: Impresa Vasco Guarducci & Figlio S.p.A. - Firenze.

Progetto e Direzione Lavori (parte architettonica): Dott. Ing. Giulio Lenzi - Firenze.

Progetto e Direzione Lavori (strutture in acciaio): Dott. Ing. Giorgio Romaro - Padova.

Strutture metalliche: Co.Me.Va. S.p.A. - Vicenza.

