

LUGLIO  
AGOSTO  
2006

# 4 COSTRUZIONI METALLICHE

ANNO LVIII

Rivista  
bimestrale  
dei Tecnici  
dell'Acciaio



Poste Italiane spa  
spedizione in  
abbonamento postale  
D.L. 353/2003  
(conv. in L. 27/02/04 n.46)  
art. 1, comma 1  
DCB Venezia  
Cortiere I.P.

In questo articolo si illustra la soluzione progettuale adottata per il complesso costruttivo costituito dal Mercato Agro-alimentare e dalla viabilità di contorno che include un ponte per l'attraversamento del torrente Polcevera. La tipologia architettonico-strutturale scelta è, principalmente, quella di una costruzione strallata in acciaio. Questa scelta è stata indirizzata essenzialmente dai seguenti requisiti ed obiettivi progettuali: realizzare ampi spazi liberi in modo da favorire l'evoluzione della funzione mercantile e la riconvertibilità

montaggio e contenere, congruentemente con la qualità delle funzioni progettuali, i costi di costruzione.

Il mercato ed il ponte, collegati dalla viabilità interna, sono uniti formalmente dalla comune tipologia costruttiva e dal colore.

*This article describes the design solution adopted for the farmers' and food market complex and the surrounding road layout, which includes a bridge across the Polcevera stream.*

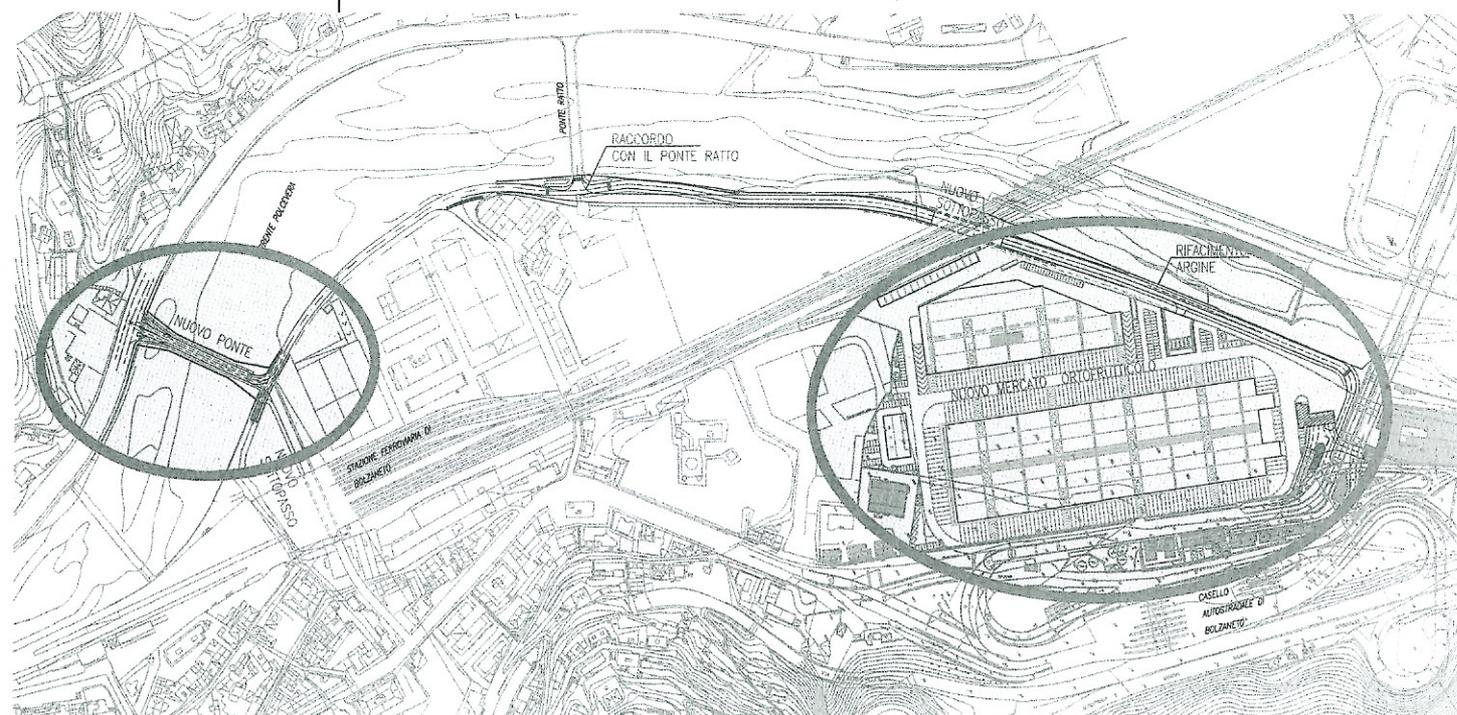
*The type of architecture and structure selected is basically a steel stayed construction. This is due to the need to satisfy the following requirements and design objectives: the creation of spacious free zones with a view to ensuring that the commercial development of the area and the partial or overall conversion of the structure would be possible; the creation of a lightweight image, but with the distinctive impact of an extensive construction in a highly differentiated setting; the reduction of construction and assembly times to the minimum, with consequent limits to the construction costs, without having a negative effect on the quality of the design solutions. The market and bridge, linked to the internal road layout, are formally connected in terms of construction method and colour.*

## Il nodo logistico di Genova Bolzaneto

The Genoa Bolzaneto logistic node

Massimo Majowiecki

parziale o globale della struttura; fornire una immagine "leggera", ma allo stesso tempo caratterizzante, di una costruzione, molto estesa, ubicata in un contesto costruito molto differenziato; minimizzare i tempi di costruzione e



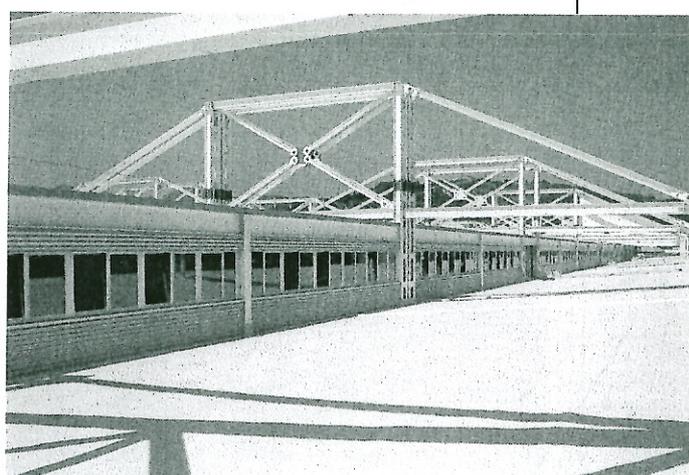
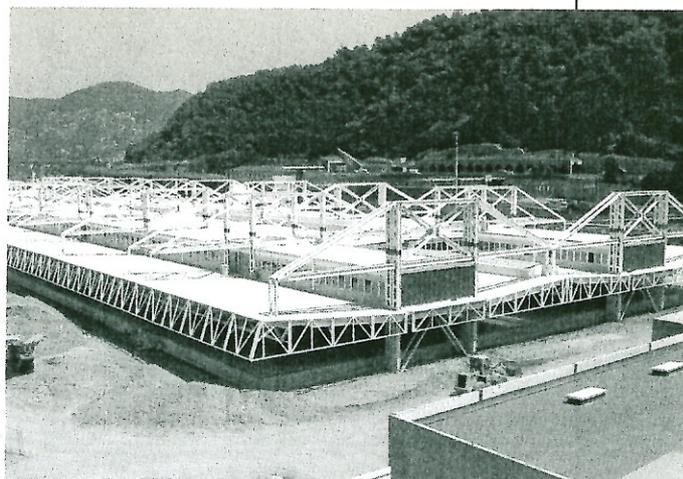
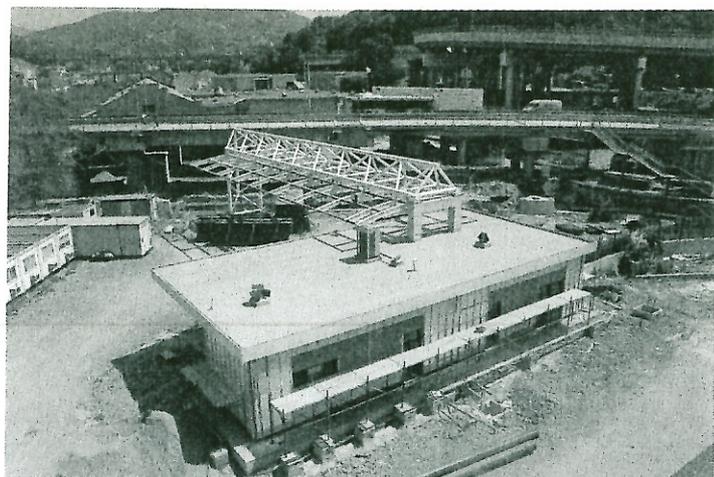


Fig. 2 - Viste generali dell'intervento

## INTRODUZIONE: PROGETTAZIONE CONCETTUALE

Il progetto si proponeva l'obiettivo della realizzazione del nuovo Mercato Agroalimentare all'ingrosso per prodotti ortofrutticoli di Genova e la conseguente razionalizzazione della viabilità connessa al suo inserimento. L'area di intervento, di circa 82.000 mq, è situata in località Bolzaneto in prossimità dell'uscita autostradale Genova Bolzaneto, in sponda sinistra del torrente Secca. L'area è stata in passato occupata da un'acciaiera (ILVA) per la produzione di profilati, successivamente da una fabbrica di refrattari (società Ligure Piemontese) e dopo il 1987 è stata acquisita dal Comune di Genova.

L'amministrazione Comunale ha scelto tale localizzazione per risolvere uno dei problemi della realtà genovese più dibattuti negli ultimi anni: la ricollocazione del mercato Agroalimentare di Genova, oggi si-

tuato nella valle del Bisagno, in pieno centro cittadino. A seguito del nuovo assetto urbanistico determinato dall'inserimento del Nuovo Mercato si è resa necessaria la razionalizzazione della viabilità nel quartiere di Bolzaneto; il progetto prevede la sistemazione di tutto l'assetto viario dall'uscita del casello autostradale sino alla viabilità della sponda sinistra del Secca e del Polcevera e, in particolare la realizzazione di un sottopasso ferroviario e di un ponte di attraversamento del torrente Polcevera avente uno sviluppo di oltre 100 metri, la demolizione di una serie di edifici di edilizia popolare e la demolizione di edifici con spostamento delle attività commerciali e terziarie in essi attualmente presenti (Fig. 1). Il progetto del nuovo centro agroalimentare che, in ragione del precedente utilizzo, ha richiesto anche un intervento di bonifica ambientale, si presenta come un unico complesso caratterizzato da due edifici

principali, il padiglione ortofrutta e il padiglione piastra logistica e da quattro corpi di fabbrica minori: la banchina ferroviaria coperta, il padiglione dell'officina centralizzata, il centro raccolta differenziata dei rifiuti, la pensilina di ingresso con il volume portineria.

I criteri che hanno ispirato la scelta architettonica sono stati essenzialmente la funzionalità, la capacità di favorire l'evoluzione della funzione mercantile, la riconvertibilità parziale o globale della struttura e, non ultimo, la relativa economicità dell'intero intervento proposto (Fig. 2).

L'arrivo, la distribuzione ed il flusso della merce avviene tutto a quota terreno, attraverso rampe adeguatamente dimensionate, ed è avvantaggiato dalla presenza della tettoia centrale integrata nel padiglione ortofrutta, che consente lo scarico in un unico punto con trasferimento ai magazzini dei grossisti. Tramite i parcheggi previsti tutto intorno al

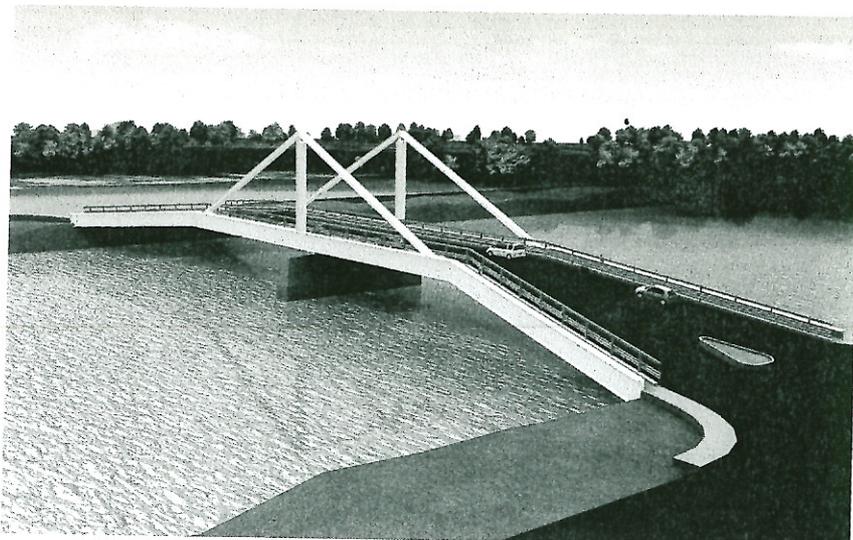


Fig. 3a - Simulazione grafica dell'intervento strutturale

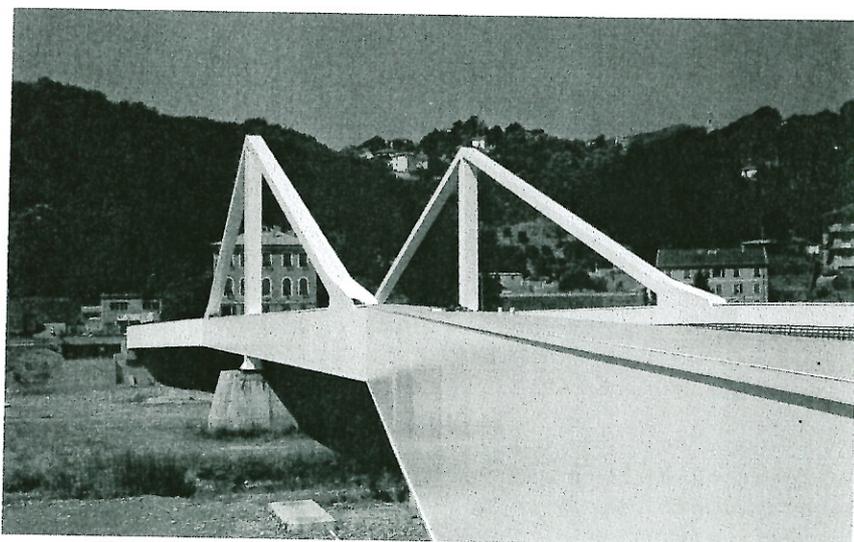


Fig. 3b - Vista parziale



Fig. 3c - Opera finita

mercato è possibile il carico e lo scarico diretto per i singoli box.

La viabilità interna del mercato ortofrutticolo e della piattaforma logistica è costituita da una strada ad anello che per dimensioni si presenta a doppio senso di marcia. Attraverso questo anello gli automezzi raggiungono le banchine di carico e scarico della merce localizzate tutto attorno al Padiglione Ortofrutta e lungo il fronte principale della Piastra Logistica.

La viabilità di contorno permette inoltre di accedere a tutti gli edifici del mercato e a tutte le aree di parcheggio. Dal punto di vista architettonico gli edifici sono essenzialmente costituiti da grandi tettoie sotto le quali si svolgono le varie attività del mercato, che possono mutare senza trovare alcun ostacolo nella struttura. Per rendere leggibile questa funzione sono state portate all'esterno le strutture principali, ed a queste "appesa" la copertura del mercato, ottenendo leggerezza e trasparenza delle funzioni.

La parte direzionale è stata concentrata nella testata a Nord del padiglione mercato ortofrutticolo ed è stata "trattata" frontalmente con una facciata ventilata in lamiera ondulata o in laterizio.

I corpi di fabbrica principali sono sviluppati su una griglia strutturale modulare. Elemento principale della struttura che caratterizza anche l'architettura del complesso è il telaio in profilati di acciaio che a mezzo di tiranti e puntoni accoglie tutte le funzioni portanti sia dei piani che ospitano volumi chiusi sia delle pensiline aperte.

L'architettura strutturale del ponte è caratterizzata da linee estremamente semplici in modo da non introdurre ulteriori formalismi in un contesto già fortemente complesso. La tipologia a stralli e lo stesso colore del ponte richiamano le scelte progettuali adottate per il mercato e la piastra logistica, integrando ed unificando concettualmente l'intervento (Fig. 3).

#### DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

Si illustrano i progetti dei sistemi strutturali in acciaio adottati per le seguenti funzioni:

1. Il Mercato
2. La piattaforma logistica
3. Il ponte sul Polcevera

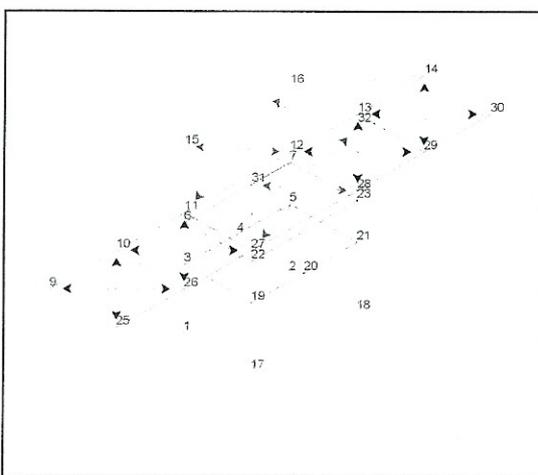
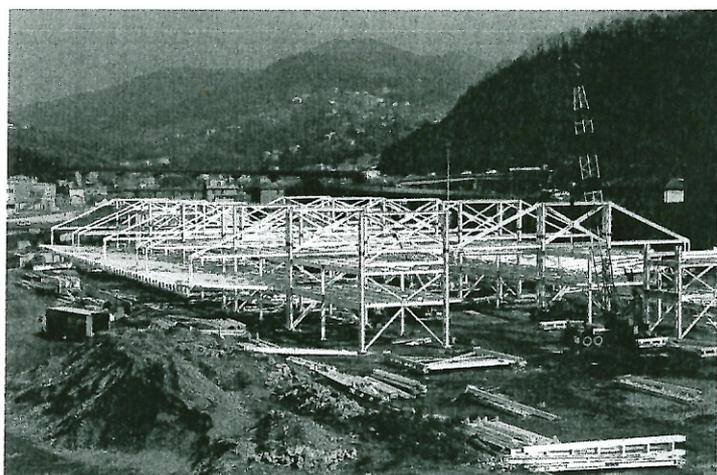
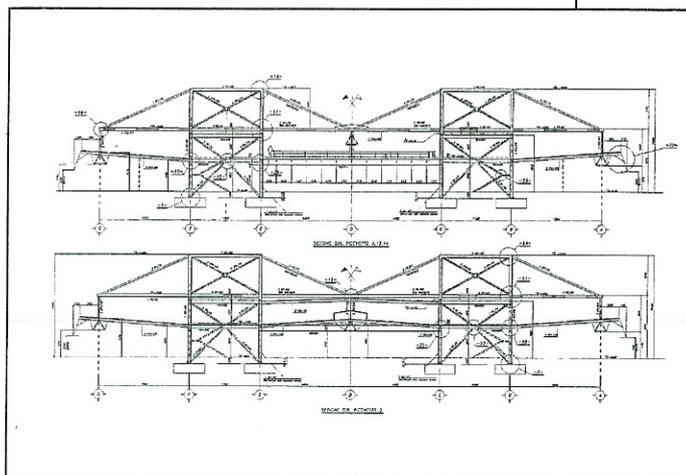
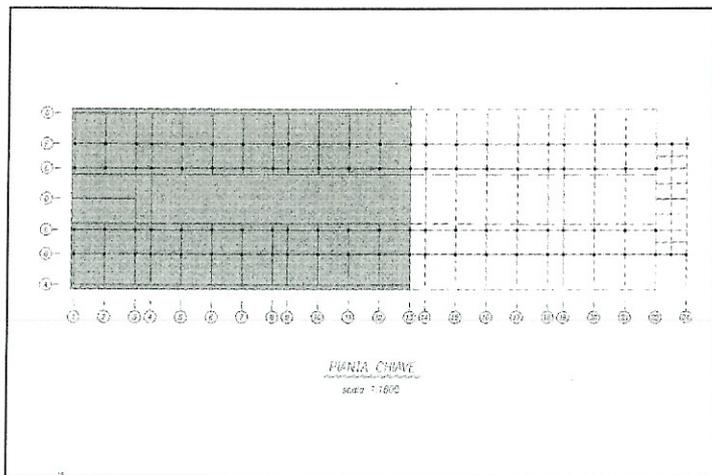


Fig. 4 - a. Pianta chiave; b. Sezione trasversale; c. Vista delle strutture in montaggio; e. Modellazione dei telai tipici

### 1. IL MERCATO

È costituito da due padiglioni a struttura metallica affiancati, di larghezza 39m ciascuna e lunghezza complessiva di 252m circa. Da un lato, sulla testata, è prevista una palazzina, sempre a struttura metallica, di 4 piani (incluso il piano terra e la copertura) che sarà sede di servizi terziari di supporto al Mercato.

#### I padiglioni

Il layout strutturale dei Padiglioni che compongono il Mercato è caratterizzato da un modulo avente dimensione trasversale di 14m + 11m + 14m mentre la dimensione longitudinale è definita dalla successione di telai binati con passo di 28m. Tali telai binati hanno larghezza, alternativamente, di 7m e 1m e costituiscono struttura di controvento verticale in direzione longitudinale e trasversale (Fig. 4).

Entrambi i tipi di telai binati sono costituiti da 2+2 colonne in acciaio

poste a distanza trasversale di 11m, ciascuna delle quali realizzata con 2 profili HEA 400, collegati tra loro mediante calastrellature, realizzate con porzioni di profilo dello stesso tipo. Ogni telaio, di altezza complessiva di 16m circa, è controventato nel suo piano centrale mediante 2 campi di croci di S. Andrea realizzate in profili aperti UNP (Fig. 9). I telai reggono gli impalcati alle varie altezze e la copertura. Lateralmente, ogni telaio presenta 2 bracci di 14m con puntoni e tiranti in doppio profilo aperto, rispettivamente 2 IPE 450 e 2 IPE 270, che reggono, verso l'esterno, la trave reticolare di sostegno della pensilina e, verso l'interno, la trave reticolare di sostegno della galleria centrale. In posizione intermedia, tra i telai precedentemente descritti, si prevede, per ciascun modulo, una coppia di pilastri ciascuno dei quali formato da due profili IPE 400 per l'appoggio delle travi principali degli impalcati di quota +5.30m.

I Padiglioni, in corrispondenza delle sedi dei servizi ristorativi, sono collegati da due "ponti passerella" aventi lunghezza di 28m e larghezza di 7m; essi sono sostenuti, nel punto intermedio, dai bracci interni dei telai trasversali (Fig. 5).

L'impalcato delle passerelle è organizzato strutturalmente in modo analogo agli altri impalcati della medesima quota (5.30m.), mentre la copertura è rappresentata dalla stessa pensilina interna.

Per i profili che compongono i telai posti in corrispondenza dei due "ponti" e quelli interessati da un piano aggiuntivo, sono previsti adeguati rinforzi per far fronte ai maggiori carichi.

I padiglioni sono tra loro separati, mediante un giunto, in corrispondenza dell'asse di simmetria longitudinale della galleria interna; i giunti trasversali sono posizionati in corrispondenza del piano verticale di simmetria dei telai binati "stretti".

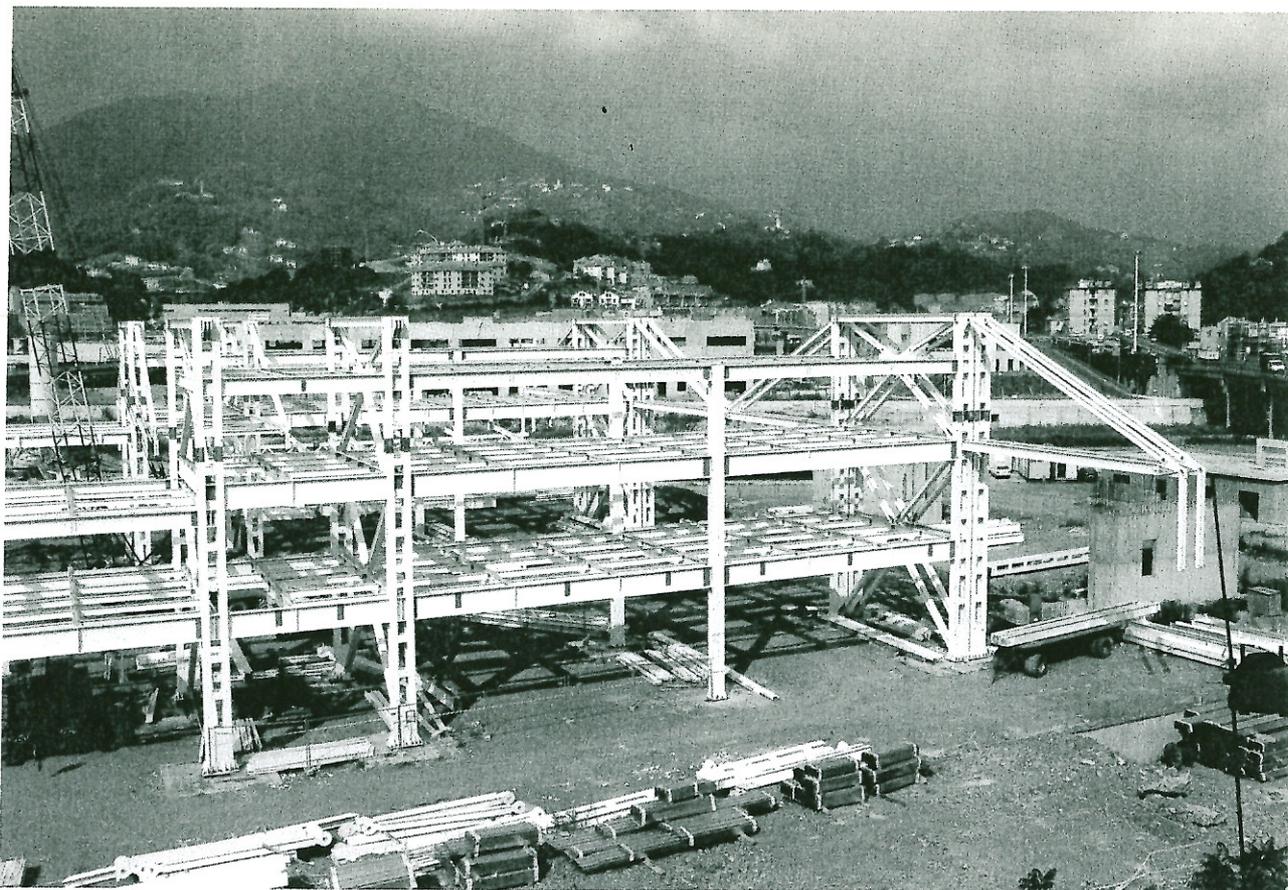


Fig. 5 - Orditure delle travi degli impalcati

#### Gli impalcati

La quota del piano terra della banchina del Mercato è +0.00m.

Il primo impalcato, a quota +5.30m, è formato da travi principali di bordo in profilo tipo HE di altezza 940mm, ordite secondo l'asse longitudinale con luce di 14m, dotate di pioli tipo Nelson per garantire la collaborazione del profilo metallico con la nervatura di cls superiore ricavata nello spessore del solaio (Fig. 5). Le travi secondarie, IPEA 600, hanno luce 11m più uno sbalzo da 2m ed interasse di 4.667m e il solaio è ordito su travi terziarie IPEA 270 aventi luce 4.667m e poste ad interasse di 2.5m circa.

Sul bordo esterno di tale impalcato si imposta la copertura in lamiera grecata della pensilina esterna con travi secondarie tipo 2xIPEA 450 poste con passo 4.667m.

Il secondo impalcato è a quota +9.1m e le sue travi terziarie sono degli IPEA 220 aventi luce 4.667m e poste ad interasse di 2.5m circa. Le travi secondarie, IPEA 500 rinforzate, di luce 11m ed interasse di 4.667m,

risultano sempre piolate. Le travi principali di bordo, in profilo HEB 650, di luce 14m, per ragioni architettoniche hanno l'estradosso allineato con l'estradosso del solaio strutturale. Sul bordo interno di tale impalcato si imposta la copertura in lamiera grecata della pensilina interna con travi secondarie tipo 2xIPEA 450 poste con passo 4.667m. La fascia tra i telai binati posti a distanza reciproca di 7m, essendo sede di impianti a servizio del piano sottostante, avrà il traverso in IPEA 550.

Il terzo impalcato, quando presente a quota +10.15m, ha le medesime caratteristiche dell'impalcato sottostante. In questo caso, essendo la trave di bordo ad una quota superiore, l'appoggio delle travi della pensilina interna avverrà in modo indiretto, sotto la trave di bordo stessa.

Il quarto impalcato, quando presente a quota +13.90m, ha le medesime caratteristiche del secondo impalcato di copertura.

Tutti i solai dei vari impalcati sono in lamiera grecata collaborante tipo HiBond con altezza di 14cm + 11cm

di finitura e sono formati da lamiera grecata di altezza 75mm e spessore 10/10mm più getto di cls di 6.5 cm di spessore.

Il getto di cls dei solai è stato effettuato senza puntellamento delle travi metalliche, in modo che il peso proprio strutturale gravasse esclusivamente sulle strutture metalliche e la collaborazione acciaio-cls fosse efficace solo per l'azione dei carichi permanenti portati e variabili, temporaneamente successivi. Inoltre, tale getto di conglomerato negli impalcati è stato eseguito prima del montaggio delle strutture ad essi laterali, ossia della pensilina esterna e della galleria interna, in modo che il peso di queste gravasse sulle travi miste acciaio-cls già collaboranti.

Le travi metalliche secondarie trasversali e quelle principali di bordo sono state dotate di adeguata contromenta al fine di compensare le deformazioni e le frecce sotto i carichi permanenti.

La funzione di controventamento di piano è affidata ai solai dei vari impalcati.

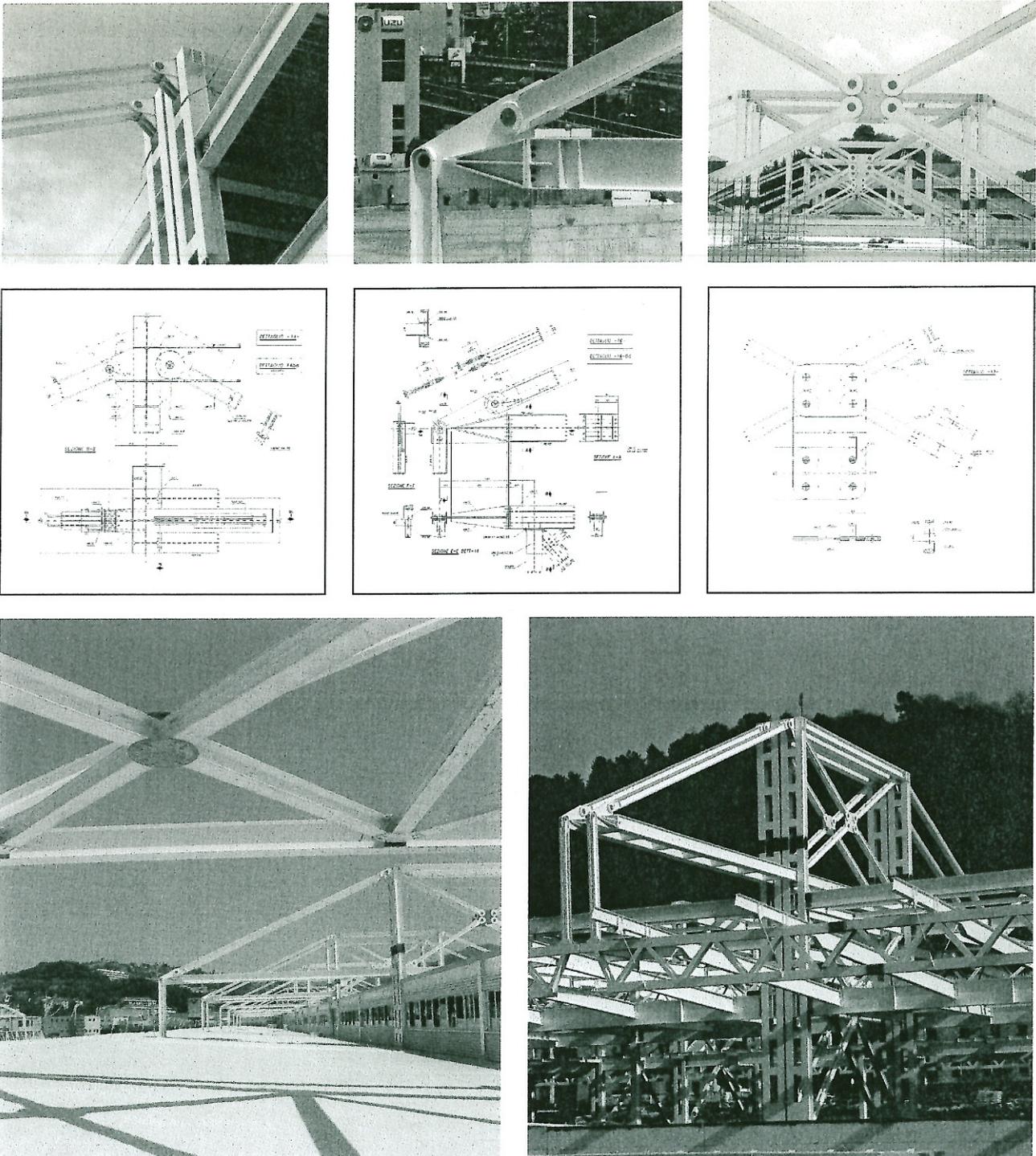


Fig. 6 - Strutture della pensilina esterna

Le strutture di sostegno delle pensiline esterne e della galleria interna

Sul bordo esterno del primo impalcato si imposta la copertura in lamiera grecata della pensilina esterna con travi secondarie tipo 2xIPEA 450 poste con passo 4.667m. La pensilina interna è impostata a livello del terzo impalcato e appoggia in modo

indiretto sulla trave di bordo dello stesso, in quanto essa si trova ad una quota superiore.

La struttura a trave reticolare di bordo che sostiene la pensilina esterna è organizzata per campate di 28m e 7m; è stata progettata con sezione triangolare ed altezza (asse-asse) di circa 1.27m. È formata da due correnti superiori accostate in profilo

HEA 220 e due correnti inferiori in HEA 220 posti a distanza reciproca di 1.5m. I diagonali, in profilo HEA 120 sono disposti con passo 2.333m. Sui nodi superiori della trave trovano appoggio, alternativamente ogni 2 x 2.333m, gli arcarecci in 2 IPEA 450 che reggono la lamiera di copertura della pensilina esterna (Fig. 6). In fase di cantiere la trave reticolare

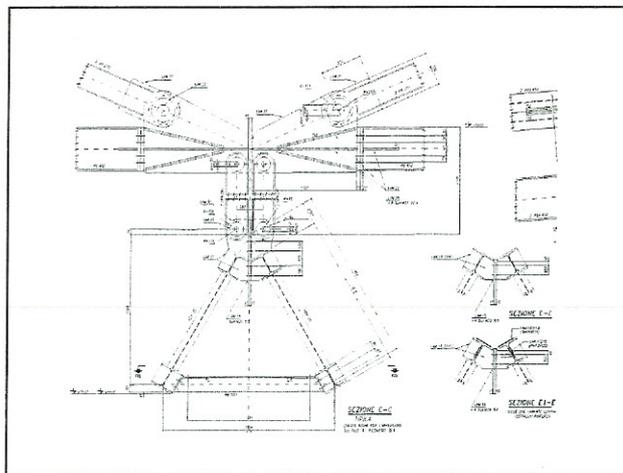
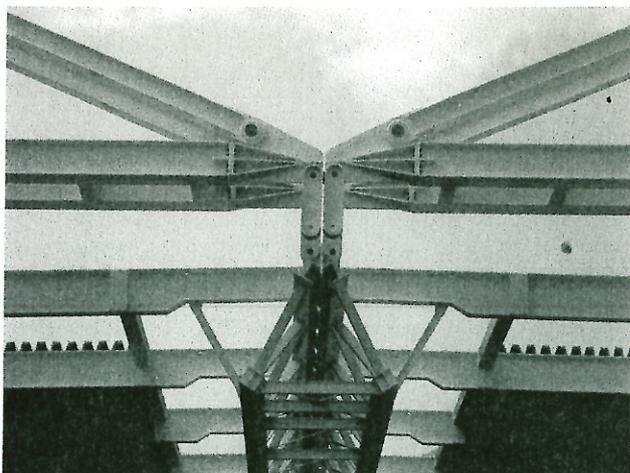


Fig. 7 - Strutture della galleria interna

è stata semplificata costruttivamente rendendola piana.

La reticolare di sostegno della galleria interna differisce solo nel tipo di profili essendo circa doppio il carico di competenza: sono previsti HEB 240 per i correnti inferiori e superiori, HEB 120 per le aste di parete (Fig. 7). Tutte le lamiera strutturali delle pensiline sono di altezza 160mm e spessore 0.88mm. Sono stati previsti rinforzi nelle fasce a ridosso del corpo di fabbrica centrale per adeguare

la capacità portante della lamiera ai carichi di neve derivanti dalla possibilità di accumulo secondo quanto previsto dalla normativa attualmente vigente.

Lungo il bordo esterno della pensilina è prevista una struttura reticolare piana inclinata di sostegno del telo di protezione dello scarico degli automezzi.

La palazzina di testa  
La palazzina di testa dei servizi é

formata da due corpi laterali aventi dimensioni in pianta di 14m x 11m ciascuno ed una porzione centrale con dimensione in pianta di 11.7m x 28m (Fig. 8).

Nei corpi laterali trovano sede i nuclei in c.a. delle scale e del vano ascensore che costituiscono la struttura controventante verticale. Sul coperto sono previsti alloggiamenti impiantistici.

Gli impalcati sono con solaio in lamiera grecata collaborante tipo Hi-

Bond con altezza di 14cm, + 11cm di finitura, ordito su travi terziarie IPEA 220 aventi luce 3.50m e poste ad interasse di 2.5m circa. Le travi secondarie, IPEA 400, di luce 7.50m ed interasse di 3.50m risultano piolate (pioli tipo Nelson) per garantire la collaborazione del profilo metallico con la nervatura di cls superiore ricavata nello spessore del solaio. Le travi di bordo sono in profilo tipo HEA 400, le colonne in HEA 300.

Il corpo centrale della palazzina, dovendo soddisfare la necessità di non avere colonne intermedie, di ostacolo agli automezzi in manovra, ha la struttura portante formata da due travi tipo Vierendeel a doppio ordine poste ad una distanza reciproca di 10m. Ciascuna trave ha luce 28m circa, altezza 8.6m circa, ed è formata da tre ordini di correnti, uno in corrispondenza di ogni impalcato, in profilo formato da 2 HEB 600 e da montanti, posti ad interasse di 3.5m, in profilo formato da 2 HEB 500.

Gli impalcati sono gli stessi dei corpi laterali ma sono orditi su travi terziarie IPEA 220 aventi luce 3.50m e poste ad interasse di 2.5m circa. Mentre le travi secondarie sono IPEA 500, di luce 10.0m ed interasse di 3.50m, piolate anche queste per garantire la collaborazione del profilo metallico con la nervatura di cls.

La trave Vierendeel più interna, trova appoggio sulla colonna interna dell'ultimo telaio del padiglione e fornisce l'appoggio all'ultima campata della galleria interna.

L'altra trave Vierendeel, posta in posizione arretrata rispetto al fronte della palazzina per ragioni architettoniche, trova appoggio su una colonna in c.a. realizzata in adiacenza al vano scala.

#### Le strutture di fondazione

Le strutture fondali previste per il Padiglione e la Palazzina sono del tipo profonde, costituite da plinti su pali.

Sono previsti pali della lunghezza di 14m per raggiungere lo strato di ghiaia, i quali sono organizzati per gruppi di 2,3 o 4, con diametri di 80 cm ed, in alcuni casi, di 60cm (Fig. 9).

## 2. LA PIATTAFORMA LOGISTICA

È formata da un piano interrato adibito a parcheggio e, in elevazione, da

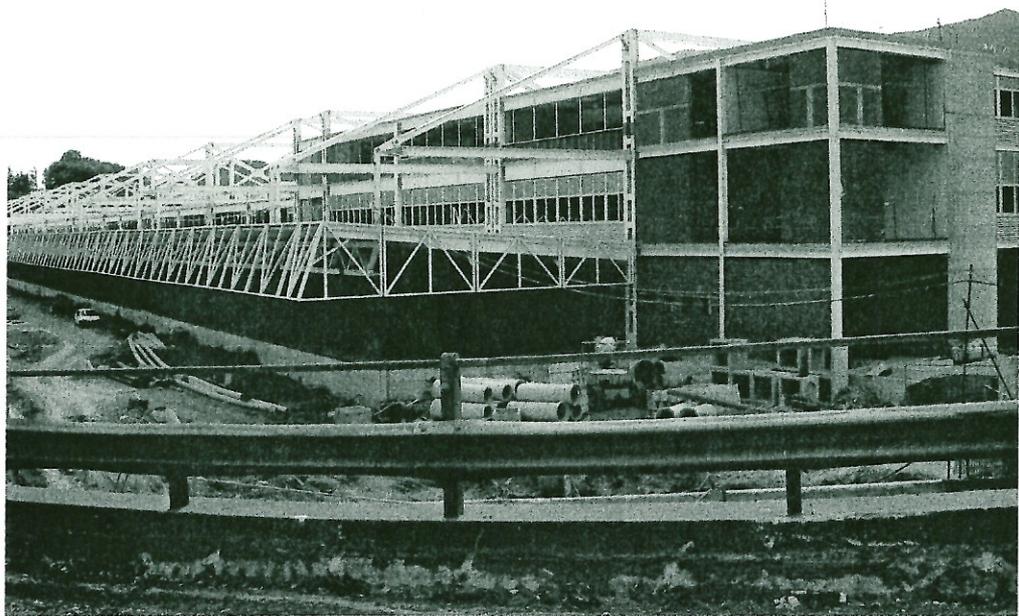


Fig. 8 - Palazzina di testa

un terzo padiglione tipico anch'esso di larghezza di 39m e lunghezza di 154m circa.

La piastra a livello della viabilità principale è occupata da una grande superficie di carico e stoccaggio, coperta ma aperta ai lati (4700 mq) per la redistribuzione delle merci acquistate nel Padiglione Ortofrutta. La zona uffici destinati ad ospitare gli uffici amministrativi, di larghezza pari a 11 m, si sviluppa al primo piano, accessibile dal piano terra a mezzo di due gruppi scale e ascensore. A fianco del padiglione, un sistema di colonne e tegoli in c.a.p. realizza la struttura di copertura della zona occupata dalle celle frigorifere (Fig. 10).

Il corpo di fabbrica principale si sviluppa su una griglia strutturale modulare, utilizzando il modulo tipico già descritto in precedenza: elemento principale della struttura è il telaio in profilati di acciaio che a mezzo di tiranti e puntoni accoglie tutte le funzioni portanti sia dei piani che ospitano volumi chiusi sia delle pensiline aperte. La dimensione longitudinale è definita dalla successione di telai binati con passo di 28m. Tali telai binati hanno larghezza, alterna-

tivamente, di 7m e 1m e costituiscono struttura di controvento verticale in direzione longitudinale e trasversale: le dimensioni e le caratteristiche delle strutture che costituiscono i telai, così come delle strutture delle pensiline e degli impalcati sono analoghe a quelle utilizzate per il padiglione ortofrutta, alla cui descrizione si rimanda, differendo solo per le dimensioni di taluni profili in ragione dei carichi previsti. La differenza sostanziale con il padiglione del mercato è costituita dalla struttura in c.a del piano interrato da cui spicca la struttura metallica descritta.

#### Il piano interrato della piastra logistica

Per il piano interrato della Piastra logistica è previsto un solaio gettato controterra e quindi scollegato dalle strutture fondali delle strutture d'elevazione.

La maglia strutturale è impostata su moduli di 14m/7m in direzione longitudinale e di 5.5m/7m in direzione trasversale. Gli elementi portanti verticali sono in parte prefabbricati e in parte gettati in opera.

Setti e telai in c.a. nelle due direzioni longitudinali e trasversali forniscono

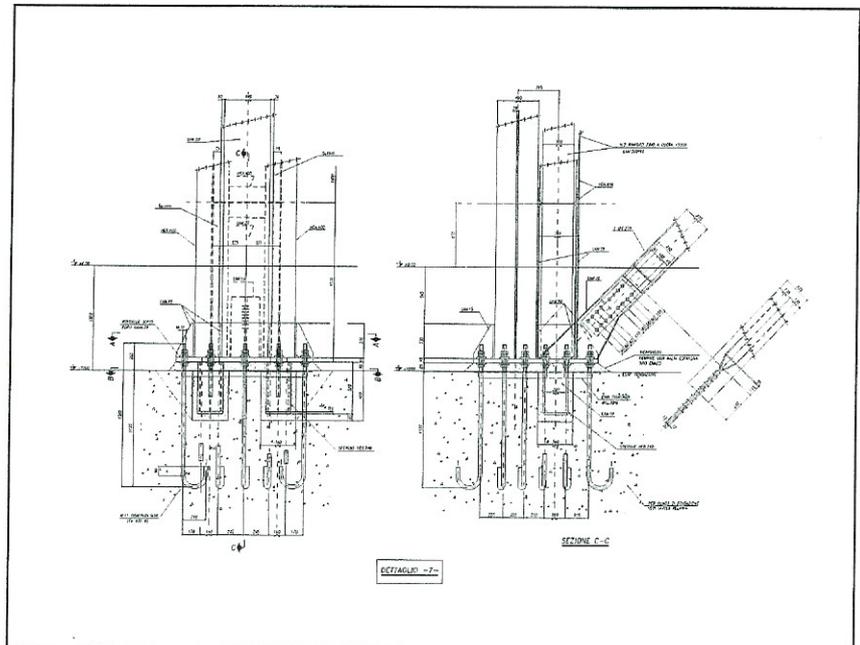
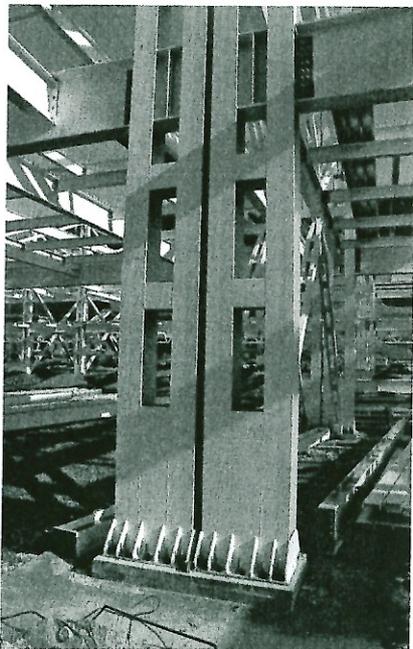
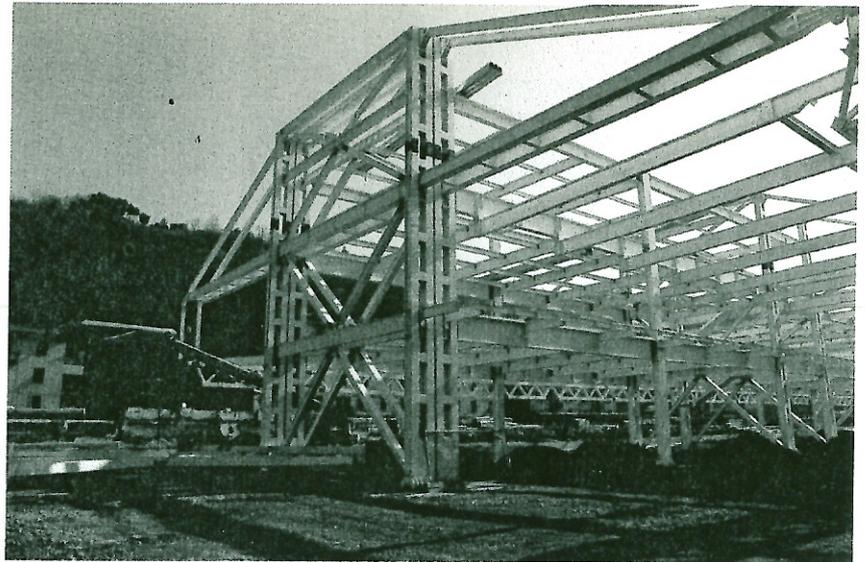


Fig. 9 - Telai strutturali e particolare attacco plinto di fondazione

no il necessario controvento verticale. Le colonne hanno sezione 80x80 o superiore in funzione del ruolo aggiuntivo che svolgono oltre a quello di sostegno dell'impalcato prefabbricato, di sostegno delle colonne della copertura delle celle frigorifere o di sostegno dei telai in acciaio della struttura in elevazione.

Nella direzione trasversale sono ordinate le travi di banchina prefabbricate in c.a.p. con sezione a T rovescia e altezza 105/120cm su cui appoggiano i tegoli prefabbricati in c.a.p. di altezza 65/80cm, che realizzano l'impalcato a quota 0.0m.

Analoga organizzazione strutturale

è prevista per la copertura delle celle frigorifere poste a quota 0.0m: le colonne sono in prosecuzione di quelle del piano interrato, i tegoli prefabbricati di copertura in c.a.p., orditi nella direzione maggiore (L=16m), hanno altezza 50cm e mentre le travi di banchina, di luce 14m, hanno altezza 100cm. Sulle pareti laterali cieche sono previste croci di S.Andrea, in acciaio, di controventamento.

Lungo il perimetro della piastra logistica è previsto un muro di contenimento del terreno circostante. L'altezza massima del muro è di circa 5.5m e varia in funzione del profilo di progetto del terreno cir-

stante. Quando il muro è adiacente alla banchina della piastra logistica, si fa affidamento all'azione di vincolamento orizzontale esercitata dalla soletta della banchina stessa.

Per la Piastra logistica, lo sbancamento necessario per realizzare il piano interrato ha consentito di ricorrere a strutture fondali dirette formate da travi continue aventi larghezza variabile da 2.40m a 3.20m ed altezza 1.50m ordite nella direzione trasversale.

### 3. IL PONTE

Il ponte si compone essenzialmente di due travi principali, continue su

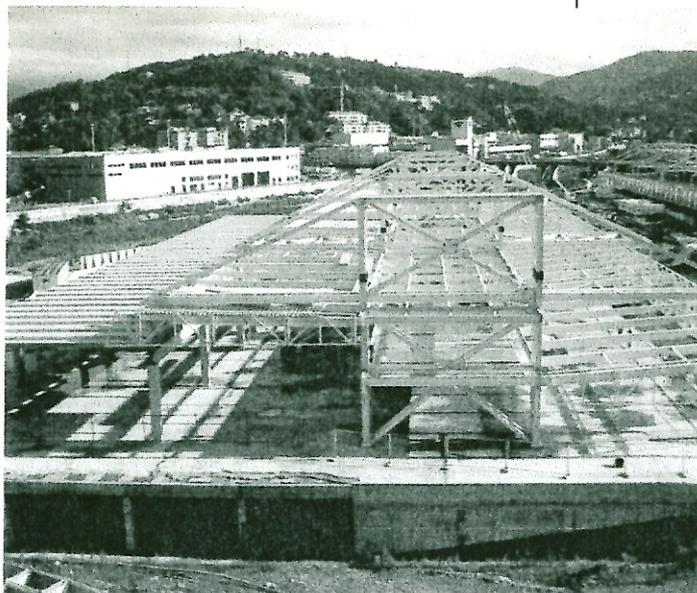
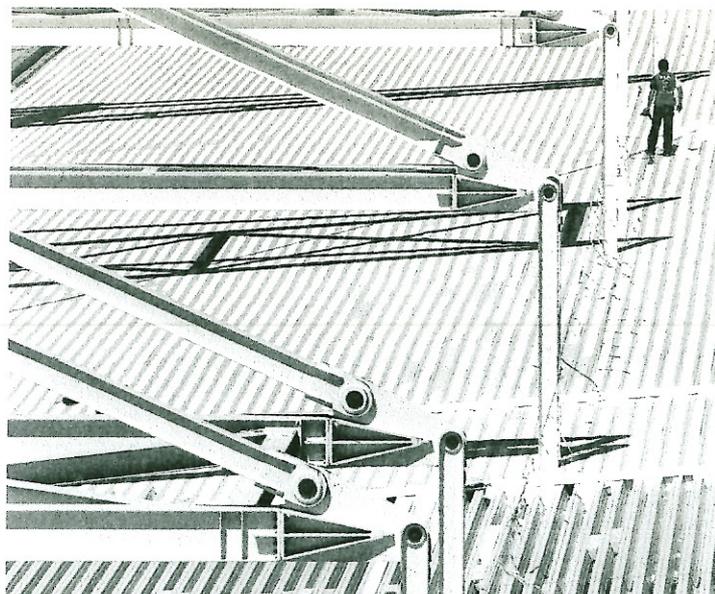


Fig. 10 - La piastra logistica

due campate e tre appoggi. La lunghezza totale è di circa 109 m e i tre appoggi sono costituiti dalle due spalle, da realizzare in corrispondenza degli attuali muri di contenimento dell'alveo, e da una pila centrale da realizzare a metà fra una spalla e l'altra.

Le due travi sono aiutate da altrettanti puntoni, sistemati in corrispondenza della pila centrale, che sostengono due coppie di tiranti fissati lungo le due campate (Fig. 11).

Per aumentare l'efficacia dei tiranti ed ottimizzare la distribuzione delle sollecitazioni dovuta ai carichi permanenti lungo le travi, è previsto di imprimere uno stato di presollecitazione nei tiranti in fase di montaggio (Fig. 11).

L'impalcato è costituito da una serie di travi secondarie che collegano le due travi principali e sostengono una soletta in calcestruzzo con esse collaborante. Alle due estremità del ponte, per facilitare il raccordo con le strade esistenti, le due travi principali sono divaricate in modo da aumentare sensibilmente la larghezza dell'impalcato. In corrispondenza della pila centrale, dell'attacco dei tiranti e dell'appoggio sulle pile, l'insieme dell'impalcato è irrigidito da cinque traversi che hanno anche funzione di trave secondaria.

Nelle zone laterali, dove l'impalcato si allarga, sono previste due ulteriori coppie di travi, parallele alle principali, che hanno la funzione di fornire appoggi intermedi

alle travi secondarie di maggior lunghezza.

Le travi secondarie sono del tipo a doppio T con ali differenziate, ottenute mediante saldatura di piatti di diverso spessore e dimensione; esse sono collegate alle travi principali mediante bullonatura e sono rese collaboranti con la soletta in calcestruzzo per mezzo di connettori tipo "Nelson".

Le travi principali, i traversi, le travi interne, i puntoni e i tiranti sono costituiti da profili scatolari chiusi realizzati mediante saldatura in opera di piatti di diverso spessore e dimensione.

La larghezza complessiva del ponte, nel tratto centrale, è di 13,60 m, determinata da due corsie di 3,50 m

Trave principale; Colonna ; Tirante e traverso centrale

SEZIONE S1

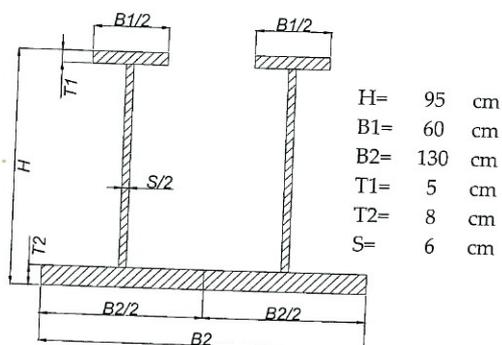
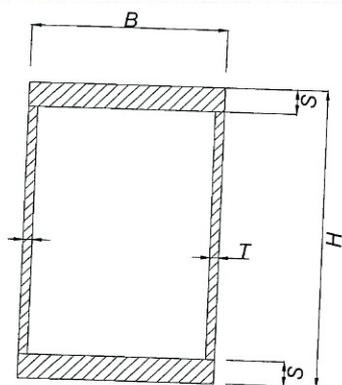
B=	93	cm
H=	250	cm
S=	5	cm
T=	2	cm

SEZIONE S2

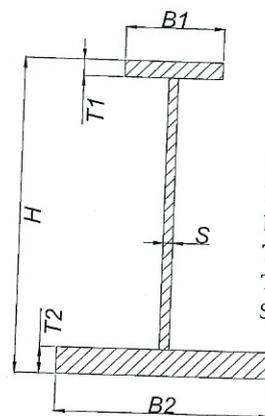
B =	93	cm
H =	250	cm
S =	6	cm
T =	3	cm

SEZIONE S3

B =	93	cm
H =	250	cm
S =	8	cm
T =	3	cm



H=	95	cm
B1=	60	cm
B2=	130	cm
T1=	5	cm
T2=	8	cm
S=	6	cm



H=	95	cm
B1=	30	cm
B2=	40	cm
T1=	2	cm
T2=	2	cm
S=	2	cm

Tab. 1 - Caratteristiche geometriche delle sezioni delle strutture metalliche

ciascuna, da due banchine da 1,50 m e da due marciapiedi di 1,55 m.

I due marciapiedi sono formati da due cordoli in c.a. solidali con la soletta che delimitano un cunicolo per l'alloggiamento di eventuali impianti.

Sul cordolo verso la banchina è montato il sicurvia, mentre il parapetto viene montato direttamente sulle travi principali.

Nei due tratti laterali, dove la larghezza del ponte aumenta fino a 26,60 m., le due corsie si allontanano e si formano ulteriori due banchine con relativo cordolo per il sicurvia. Nella parte compresa fra i due cordoli potrà essere creata una aiuola spartitraffico dove sistemare uno strato di terra di circa 50 cm per la messa a dimora di piante arbustive o striscianti.

La struttura del ponte viene messa in opera con l'intradosso delle travi alla quota minima di +45.65 m. per cui è previsto un raccordo fra le attuali quote stradali sulle due sponde e la quota minima del piano stradale sul ponte che sarà di +47.20 m (Fig. 11).

Adeguamento sismico

L'adeguamento normativo per costruzioni in zona sismica, introdotta con l'ordinanza n.3274 del 3/30/2003, prevede la classificazione del Comune di Genova in zona 4.

In accordo con l'ordinanza, confermata dal testo coordinato dell'allegato 3- "Norme tecniche per il progetto sismico dei ponti" aggiornamento del 9/9/2004, i ponti di 1° categoria, quale è il ponte progettato, sono definibili quali opere di carattere strategico (ponti di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico, e ponti il cui collasso potrebbe provocare un numero particolarmente elevato di vittime).

In base alla nota esplicativa del 20 Marzo 2003, del Dipartimento della Protezione Civile-Ufficio Servizio Sismico Nazionale, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (G.U. n.105 del 8.5.2003), "le nuove norme tecniche e la nuova classificazione sono immediatamente operative per

le opere strategiche e il cui collasso possa causare conseguenze rilevanti..." (Art. 2 comma 2 - Graduazione dell'applicazione della classificazione e delle norme tecniche).

In accordo con quanto sopra, il progetto esecutivo originale del 15 Ottobre 2002 è stato rivisitato con variazioni e modifiche indirizzate a minimizzare gli incrementi di costo. L'input sismico, la determinazione dello stato deformativo e di sollecitazione e le verifiche sono stati condotti in accordo con la nuova ordinanza sismica 3274 adottando la tecnica dell'isolamento sismico (pto. 10).

La scelta progettuale prevede infatti l'utilizzazione di isolatori sismici del tipo elastomerico che fungono da:

- apparecchi d'appoggio per il traferimento delle azioni verticali agenti sull'impalcato alle strutture di supporto in c.a.;
  - dispositivi di vincolo orizzontale longitudinale nei confronti delle azioni orizzontali pseudostatiche (azione di frenatura del traffico e vento) e delle azioni sismiche.
- Tali dispositivi hanno le seguenti caratteristiche:

- 1) elevata rigidezza verticale;
- 2) rigidezza orizzontale decrescente all'aumentare dell'azione corrispondente.

Tali dispositivi sono collocati:

- a) in testa alle spalle in c.a. in corrispondenza delle estremità delle travi principali metalliche di bordo e in mezziera della trave trasversale di bordo (tot. 3 dispositivi per spalla);
- b) in testa alla pila centrale in c.a. in corrispondenza delle travi principali metalliche di bordo (tot. 2).

Il vincolamento orizzontale in senso trasversale rispetto all'asse ponte è garantito da denti di taglio previsti in numero di 2 per ogni spalla e 1 per la pila centrale.

Con tale configurazione è possibile ridurre la risposta sismica orizzontale della struttura in senso longitudinale in virtù dell'incremento del suo periodo fondamentale che, grazie alle caratteristiche di deformabilità degli isolatori, viene traslato nel campo delle minori accelerazioni di risposta.

Per tale direzione d'ingresso quindi, dovendo la struttura mantenersi in campo elastico per il corretto comportamento dell'intera sistema strutturale, non è necessario considerare le regole della gerarchia delle resistenze e della duttilità dei particolari costruttivi altrimenti richieste per ponti non isolati.

In senso trasversale come in senso verticale, invece, rinunciando all'azione isolante dei dispositivi, l'analisi e la verifica delle strutture è stata condotta con riferimento ad un fattore di struttura  $q = 1$  (come richiesto dalle norme).

Per la determinazione delle azioni sismiche si è fatto ricorso a due modelli matematici:

- 1) modello semplificato che, ipotizzando l'infinita rigidezza dell'impalcato nel suo piano, determina l'intensità dell'azione sismica globale;
- 2) modello 3D sottoposto ad analisi elastica lineare dinamica con scomposizione e sovrapposizione modale degli effetti della azione sismica agente nelle tre direzioni cardinali.

L'isolamento sismico in direzione longitudinale comporta una particolare attenzione per le condutture degli impianti che attraversano i giunti intorno alla sovrastruttura. Esse dovranno non subire danni e rimanere funzionanti per i valori di spostamento previsti nell'analisi.

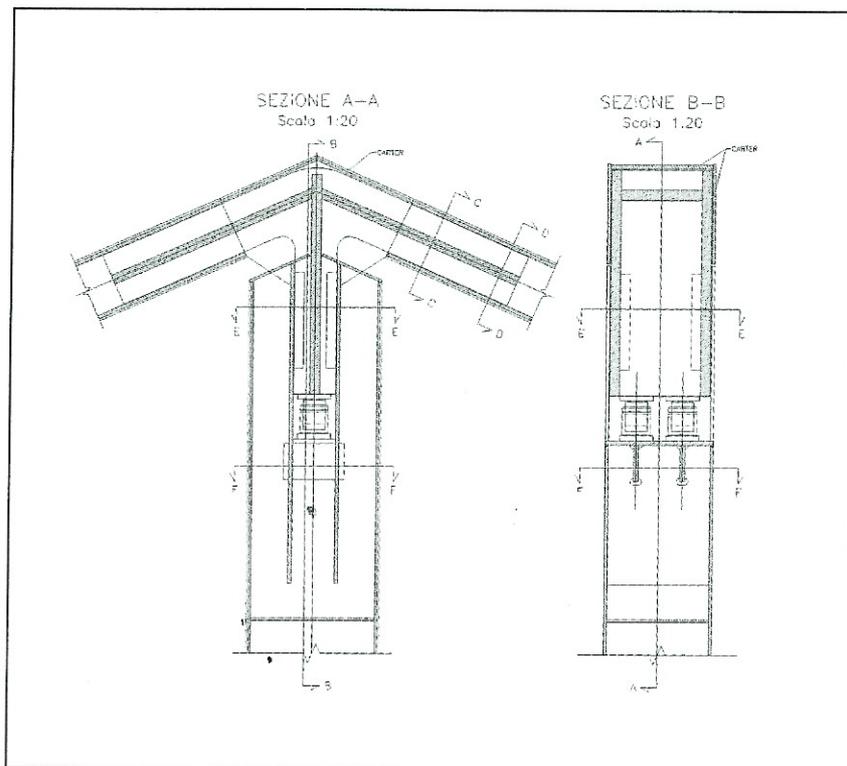
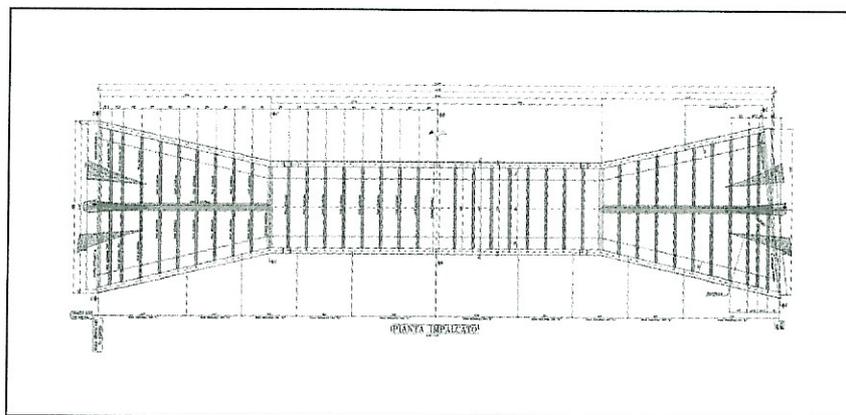
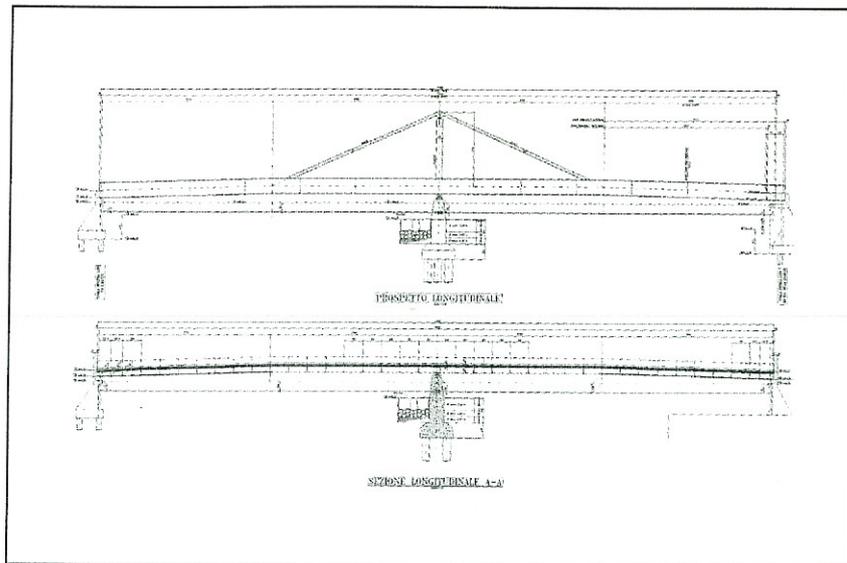
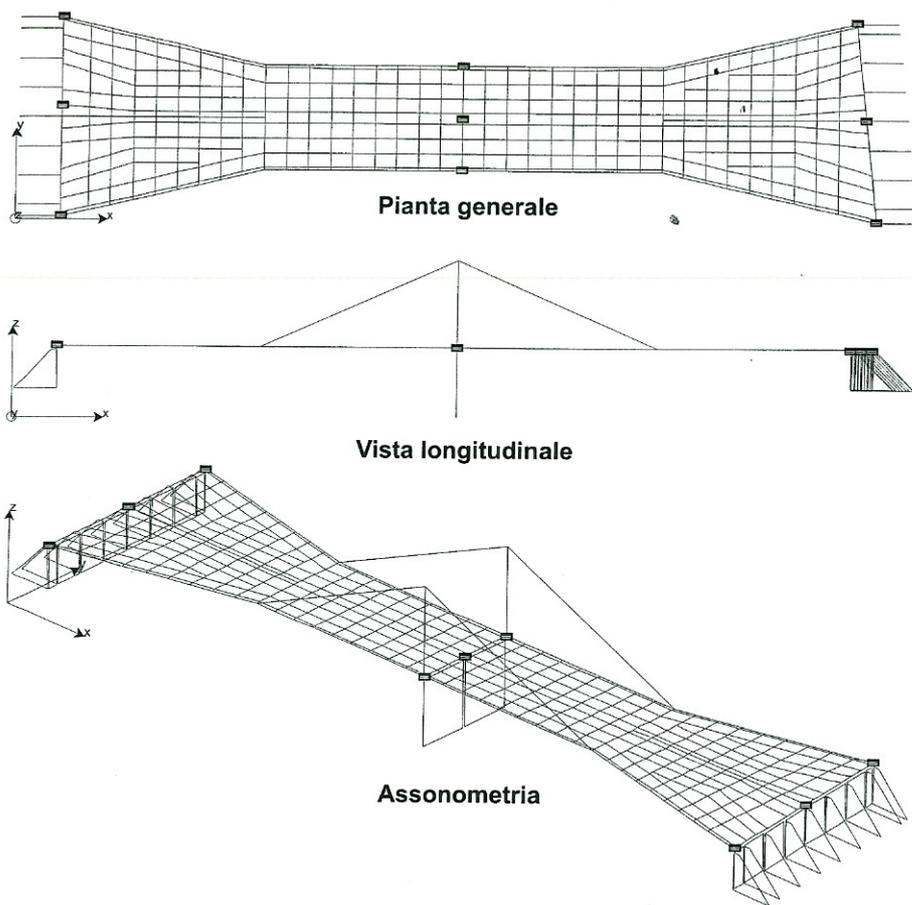


Fig. 11 - Il ponte: Sezioni longitudinali e pianta



Tab. 2 - I modelli matematici

Le condutture del gas e di altri impianti pericolosi che attraversano i giunti di separazione dovranno essere progettati per consentire gli spostamenti relativi della sovrastruttura isolata corrispondenti allo SLU, con lo stesso livello di sicurezza adottato per il progetto del sistema di isolamento.

#### La normativa

La normativa di riferimento, vigente in fase progettuale, è la seguente:

- D.M. 04-05-1990 - Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali

- CIR: MIN: N.34223 del 25-02-1991 - Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali

- CNR 10016-85: Travi composte di acciaio e calcestruzzo Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni

- CNR-UNI 10011-88: Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manu-

tenzione.

- D.M. LL.PP. 09/01/66 norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. LL.PP. 16/01/96 Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Ordinanza nr. 3274 del presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"

#### La protezione antincendio

È stata prevista una resistenza antincendio: REI 60, per le strutture in c.a o in carpenteria metallica che si affacciano sui, o realizzano, i vani scala ed ascensore del Padiglione, della Palazzina di testa e della Piastra logistica; REI 90 per le strutture in c.a., c.a.p. del piano interrato della

Piastra logistica.

Tali livelli di resistenza sono stati garantiti per le strutture in c.a. mediante l'adozione di opportuni copriferri; mentre per le strutture in carpenteria metallica e le lamiere grecate dei solai tale resistenza sarà ottenuta attraverso l'applicazione di rivestimento in vernice intumescente nella quantità necessaria in funzione del-

## Crediti

Committente: Comune di Genova

Gruppo di progettazione:

OPEN PROJECT s.r.l

ing. Romano Piolanti

ing. Silvio A. Manfredini

STUDIO TECNICO MAJOWIECKI

Prof. ing. M. Majowiecki

Direzione lavori: OPEN PROJECT

ing. Romano Piolanti

Impresa:

- Nuovo Mercato: A.T.I. Impresa COGEL Infrastrutture S.r.l. (capogruppo) - SIEMENS S.p.A., CFM Cooperativa Fabbri Meccanici s.c.r.l., Roma.

- Ponte: A.T.I. Cave Strade (capogruppo) - Società Sistema Ambiente S.p.A - Cimolai S.p.A.

Carpenterie metalliche:

- Nuovo Mercato: CFM Cooperativa Fabbri Meccanici s.c.r.l.

- Ponte: Cimolai S.p.A.

Peso totale dell'opera:

- Mercato: 2300 tonnellate

- Piastra logistica: 1100 tonnellate

- Ponte: 1000 tonnellate

Superfici:

- Mercato: 22.500 mq

- Piastra logistica: 11.480 mq interrato;

8.200 mq piastra

- Ponte: 1.800 mq

Qualità dei materiali impiegati:

- Acciaio per carpenteria: Fe 510 C,

- Bulloni: ad alta resistenza classe 8.8

Tempi di realizzazione:

- Nuovo Mercato:

inizio lavori - 15/01/03

fine lavori - opere strutturali: maggio 2006;

opere complementari: ottobre 2006

- Ponte:

inizio lavori - 09/12/03

fine lavori - opere strutturali: giugno 2006;

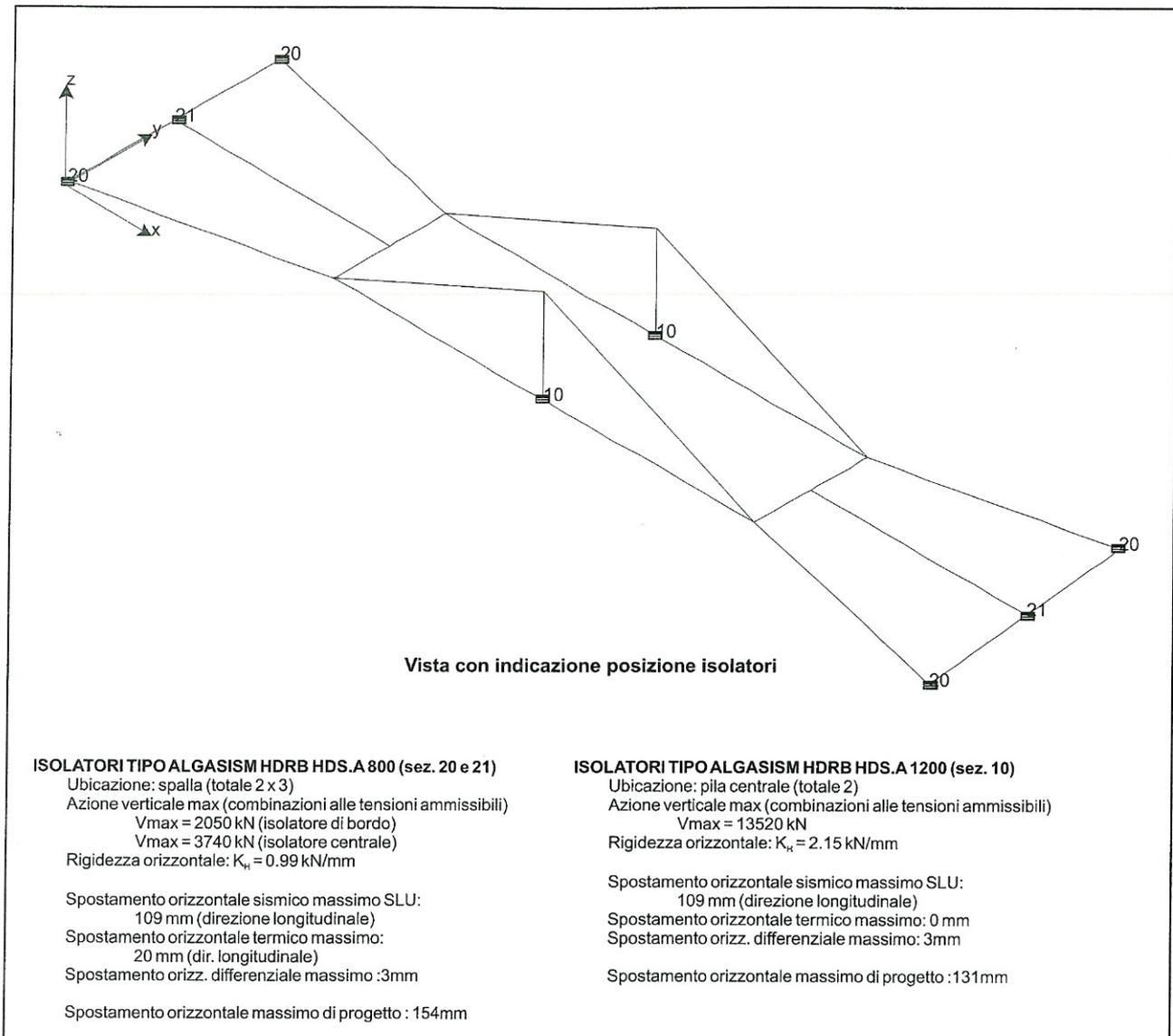
opere complementari: ottobre 2005

Importo complessivo dell'opera:

- Nuovo Mercato: 25.000.000 Euro

di cui 8.000.000 per opere in acciaio

- Ponte: 2.600.000 Euro per opere in acciaio



Tab. 3 - Dati per il dimensionamento degli isolatori sismici

la resistenza richiesta e del tasso di utilizzazione dei vari elementi strutturali.

#### Ispezioni e controlli

La costruzione ed il montaggio delle carpenterie metalliche è stata assistita dal piano controllo qualità redatto dall'impresa sotto la supervisione della direzione lavori.

Nel piano della qualità sono descritti tutti i controlli effettuati sia durante la costruzione in officina sia durante il montaggio in cantiere, per ogni controllo viene prescritta la estensione in termini percentuali coerenti con le norme assunte a riferimento. I controlli sulle saldature consideravano una estensione pari al 100% per le saldature a piena penetrazione, la

stessa estensione è stata garantita anche sui giunti saldati realizzati in cantiere.

In particolare per i giunti saldati della trave Vierendel si è proceduto alla qualificazione di procedura di saldatura secondo UNI EN 288.3.

Durante la fase di costruzione in officina si è proceduto a verificare la correttezza della costruzione attraverso pre-montaggi di alcuni portali tipici della struttura, la fase di montaggio ha confermato la correttezza della costruzione.

Il piano dei controlli attuati durante il montaggio ha riguardato, oltre alle saldature in opera, il corretto serraggio dei bulloni (100% sui giunti ad attrito), gli allineamenti, le verticalità e la rispondenza delle verniciature ai

parametri contrattuali e di progetto. A montaggio ultimato si è proceduto alla realizzazione di prove di carico estese su alcune strutture che rappresentavano la tipicità del costruito. Le prove sono state eseguite con l'ausilio del dipartimento di ingegneria strutturale dell'Università di Genova; nel maggio 2005 si è realizzata una prima prova di carico sul portale tipico del padiglione mercato, nel novembre 2005 è stata sottoposta a prova di carico una trave mista di impalcato della piastra logistica. Gli spostamenti previsti a progetto sono stati confermati con precisione durante le prove di collaudo.

*Prof. dr. ing. Massimo Majowiecki  
Università IUAV, Venezia*