Nuovi tipi per il commercio: La relazione tra spazio e struttura nel Palazzo del Lavoro di Torino

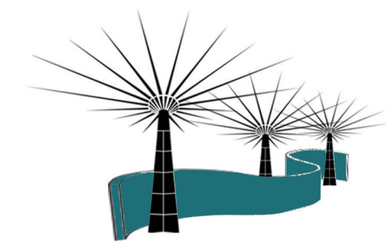
Francesca Gagliano

Candidato
Gagliano Francesca

Relatore
Barosio Michela

Corelatore
Venuti Fiammetta

POLITECNICO DI TORINO | Dipartimento di Architettura e Design
Corso di Laurea Magistrale in Architettura Costruzione e Città
Anno accademico 2018-2019
Dicembre 2019



Tesi di Laurea Magistrale

Nuovi tipi per il commercio: la relazione tra spazio e struttura nel Palazzo del Lavoro di Torino

CONTENUTI

00 INTRODUZIONE 6

01 PALAZZO DEL LAVORO: CENNI STORICI

1.1 Lavoro come parola chiave dell'evento Italia '61 8
1.2 Il bando-concorso e il progetto per il Palazzo del Lavoro 18
1.3 Gli elementi costruttivi 24
1.4 Cronistoria della vita del Palazzo del Lavoro: basi per l'ipotesi di riuso 36

02 IL CENTRO COMMERCIALE COME TIPO*

2.1 Origine, caratteristiche e fattori di attrazione 42
2.2 Criteri di classificazione dei centri commerciali 50
2.3 Schede studio tipologiche 52
2.4 Centri commerciali di terza generazione 78

03 NON SOLO COMMERCIO, NON SOLO SPORT: IL PROGETTO DI RIUSO

3.1 Genesi del progetto di rifunzionalizzazione 80
3.2 Analisi urbana 82
3.3 Un modulo ripetibile per uno spazio adattabile 94
3.4 Un giusto equilibrio tra sport e shopping 96

04 PROGETTO STRUTTURALE

4.1 Introduzione 128
4.2 Dimensionamento solaio di interpiano 135
4.3 Dimensionamento solaio di copertura 157
4.4 Dimensionamento della scala 164

05 CONCLUSIONI 172

06 ALLEGATI

07 BIBLIOGRAFIA

INTRODUZIONE

Alla base di questo studio progettuale vi è il riconoscimento di una delle icone del cambiamento della storia economica italiana, che oggi ci lascia in eredità la consapevolezza del ruolo internazionale della città. Immagine che riporta alla mente ricordi di una grande crescita economica e un altrettanto considerevole sviluppo tecnologico.

In particolare, si è posta l'attenzione sullo studio dell'esistente, con lo scopo di conoscere e valutare uno dei capolavori architettonici della città di Torino, al fine di recuperare il manufatto, ormai in stato di abbandono e degrado, ripensando ad una funzione che possa portare nuovamente in vita la zona, attraverso un progetto di ri-socializzazione del territorio.
La riqualificazione si pone, infatti, il massimo rispetto dell'esistente nei suoi caratteri architettonici e formali, ne prende spunto per la creazione di un disegno polifunzionale, con attività di promozione socio-culturale, il cui scopo principale è quello di offrire un luogo di incontro e aggregazione attraverso il connubio di attività sportiva e attività commerciale, volta allo stesso tempo a rispettare la volontà espressa dal Piano Regolatore e a non soffocare le piccole imprese locali.

La tesi affronta quattro tematiche attraverso le quali, linearmente, viene rielaborato il percorso conoscitivo e progettuale, strutturato in modo tale che le parole leghino, raccontino e accompagnino le immagini, i disegni d'epoca e le rielaborazioni: mezzi fondamentali per mettere in risalto gli elementi da me ritenuti basilari per lo studio e la strategia progettuale.
Il percorso comincia con una panoramica sul Palazzo del Lavoro, sull'evento che portò alla nascita di tale monumento, con un particolare approfondimento sulla parte costruttiva e strutturale e una breve storia, redatta secondo un puro ordine cronologico, del susseguirsi delle molteplici vite, dopo la fine dei festeggiamenti del centenario dell'Unità d'Italia.

Lo studio prosegue sviluppando la tematica del centro commerciale, attraverso un excursus sulla sua nascita, il successivo e graduale sviluppo in Italia e le caratteristiche che hanno reso sempre di più, tali spazi, una vera e propria parte della città da pianificare. E' stato, inoltre, opportuno stilare una classificazione dei centri commerciali, secondo alcune delle peculiarità reputate come importanti elementi di confronto, impiegate, inoltre, per la stesura di schede tipologiche, strumento iniziale di studio della tematica.

Il punto cardine della tesi, la riqualificazione del Palazzo del Lavoro, è svolto tramite una breve analisi di carattere urbanistico che motiva le scelte progettuali, basate su specifiche peculiarità non solo dell'edificio, destinato ad ospitare, per le sue caratteristiche intrinseche, una funzione prettamente pubblica, ma anche del contesto che lo ospita.

La tesi si conclude con uno studio strutturale del progetto di rifunzionalizzazione, attraverso il dimensionamento e la successiva verifica dei singoli componenti.

01 PALAZZO DEL LAVORO: CENNI STORICI

1.1 Lavoro come parola chiave dell'evento Italia '61

"Torino ricorda le antiche città di guarnigione, i doveri stanno prima dei diritti, il cattolicesimo conserva venature gianseniste, l'aria è fredda e la gente si sveglia presto e va a letto presto, l'antifascismo è una cosa seria, il lavoro anche e anche il profitto."

Giovanni Agnelli

La città della Mole, nel corso di due secoli, si è trovata, in più occasioni, a dover combattere con difficoltà, che sembravano quasi impossibili da superare. Nonostante ciò, Torino è sempre riuscita a ripartire creandosi un futuro nuovo, mettendosi in gioco e vincendo le sfide del cambiamento, della ricostruzione e dello sviluppo, come avvenne dopo il Secondo Conflitto Mondiale, negli anni del "boom economico".
Gli anni tra il 1950 e il 1965 segnano un periodo di rinascita economica e sociale, colmo di sogni e aspettative che, portarono con sé un miglioramento della qualità della vita e del benessere collettivo. Il Paese visse, così, un vero e proprio "**miracolo economico**", che ebbe il culmine negli anni tra il 1958-1963. Tale avvento modificò i modelli di vita e vide il trasferimento di gran parte della popolazione del Sud nel più avanzato Nord, in cerca di occupazione.

Fig.1 | Piazza San Carlo con uno dei simboli dell'Italia del miracolo economico

Proprio di questi gloriosi anni diventa simbolo il Palazzo del Lavoro, che rappresenta un'Italia che non solo produce, ma crea opere che si pongono come esempio, mostrando, così, l'**eccellenza tecnica produttiva ed intellettuale del Paese**.
Nato per festeggiare, nel 1961, il primo centenario dell'Unità d'Italia, diventa un vanto per la città di Torino, organizzando un'esposizione internazionale, che mette in campo i migliori esperti per poter riuscire in un progetto ambizioso. Il tema della mostra, presieduta da Giovanni Agnelli[1], sarà definito come "L'uomo al lavoro, 100 anni di sviluppo tecnico e sociale: conquiste e prospettive" in cui, ideatori, organizzatori, architetti, progettisti, costruttori, intellettuali ed artisti, uniranno i singoli contributi in una dimensione che si articola in forme nuove e composite. Concepita con scopi culturali e senza fini commerciali, la grande manifestazione, vedrà il contributo originale di 21 tra stati esteri e organismi internazionali e delle principali aziende italiane[2].
Già dall'elaborazione della prima bozza di studio per le celebrazioni dei 100 anni dell'Unità, si mostra necessario creare "**opere durature e utilizzabili in avvenire**"[3]. Ciò sottolinea le intenzioni del Comitato promotore riguardo questo imponente complesso espositivo, che avrebbe dovuto sottolineare la rinascita del sistema produttivo italiano e, allo stesso tempo, lasciare in eredità alla città un insieme di infrastrutture immediatamente riutilizzabili. Tale decisione segna il tradizionale pensiero secondo cui ogni grande Esposizione a Torino, porti a **realizzazioni durevoli**, che si pongono come simbolo dell'epoca e del progresso raggiunto, ma spinga anche al mutamento del piano urbanistico della città, che assume una nuova forma, con **nuove direttrici di espansione**.
A conferma di ciò, per l'occasione, sarà interamente creato un nuovo quartiere situato alla periferia sud della città, in un terreno paludoso, lambito dal Po, che verrà bonificato e messo a disposizione delle imprese costruttrici. Furono costruiti, così, grazie al contributo del Consiglio d'amministrazione, oltre il Palazzo del Lavoro, nuovi edifici dai più noti architetti dell'epoca: il Palavela, una monorotaia, un'ovovia tra il Parco Europa e il Valentino, di cui venne riprogettato il giardino roccioso.
La Fiat, inizialmente indifferente nei confronti delle celebrazioni del centenario, donò alla città una cospicua somma di denaro, che sarà, però, indirizzata per la sezione dedicata ai trasporti e soprattutto per la realizzazione del Circarama (brevetto Disney), un cinema a 360 gradi in cui verrà proiettato un film sull'Italia. Il nuovo quartiere denominato "Italia 61" attirò quattro milioni di spettatori, e rese Torino nuovamente capitale per sei mesi, pieni di incontri e presentazione delle opere appena costruite.

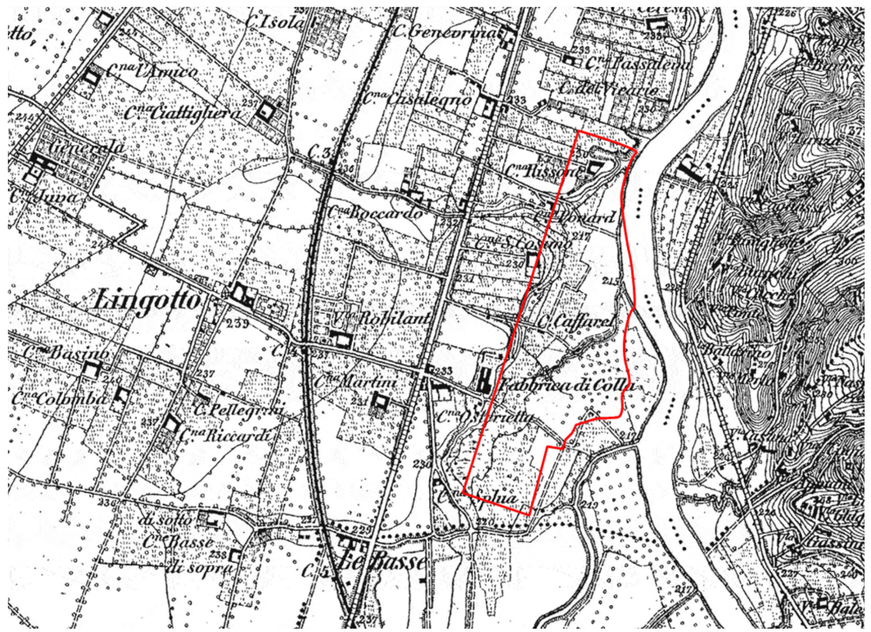
1 Presidente del Comitato Ordinatore della Mostra del Lavoro.
2 Cristina Chiorino, Ponti dentro Nervi. Il progetto di allestimento per l'Esposizione Internazionale del Lavoro di Italia '61 (1959-1961), S. Pace (a cura di), in Pier Luigi Nervi. Torino, la committenza industriale, le culture architettoniche e politecniche italiane, Silvana Editoria Spa, 2011.
3 Sergio Pace, Cristina Chiorino, Michela Rosso, Italia '61, la nazione in scena. Identità e miti nelle celebrazioni per il centenario dell'Unità d'Italia, U. Allemandi, Torino 2005.
3 Sergio Pace, Cristina Chiorino, Michela Rosso, Italia '61, la nazione in scena. Identità e miti nelle celebrazioni per il centenario dell'Unità d'Italia, U. Allemandi, Torino 2005.

Fig.2 | Panoramica da Via Ventimiglia. In primo piano il Circorama, sullo sfondo il Palazzo Vela e la monorotaia. (atlanteditorino.it)

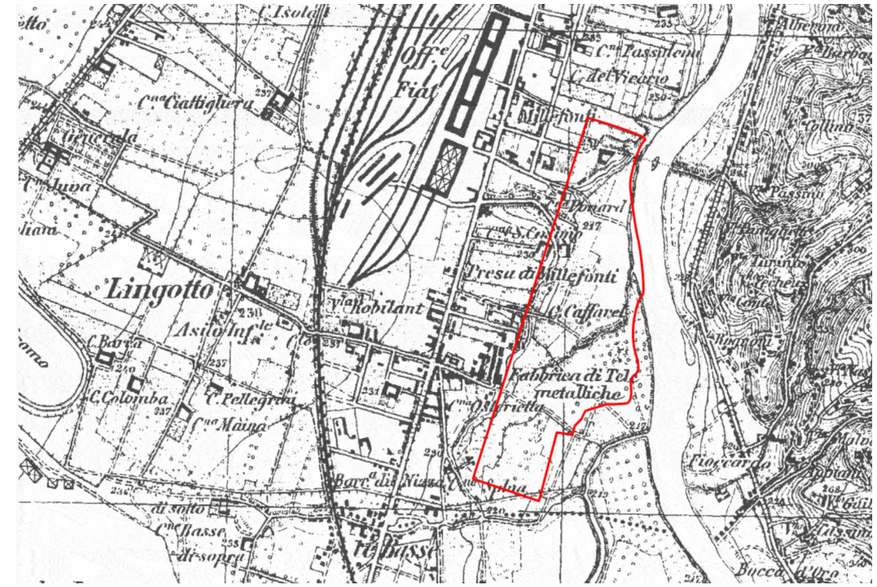
Fig.3 | Vista dei cantieri per la costruzione del nuovo quartiere a Torino nel 1960. (www.italia61.it)

La trasformazione dell'area

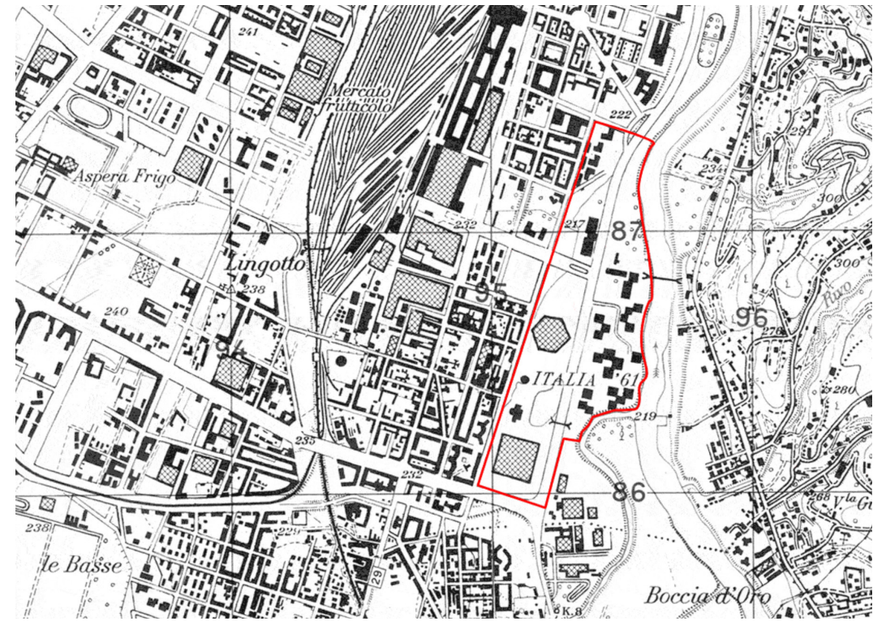
L'area di Italia '61 subì profonde trasformazioni nel corso del XX secolo, come mostrato dalle sottostanti carte IGM. Il terreno era caratterizzato da strapiombi sul fiume, ed era ricchissimo di risorgive, da cui il toponimo Millefonti, che chiarisce l'assenza di urbanizzazione prima del 1960. La zona in via di urbanizzazione, con l'avvento dell'Esposizione Internazionale, si dipartì da quella che oggi prende il nome di via Ventimiglia.



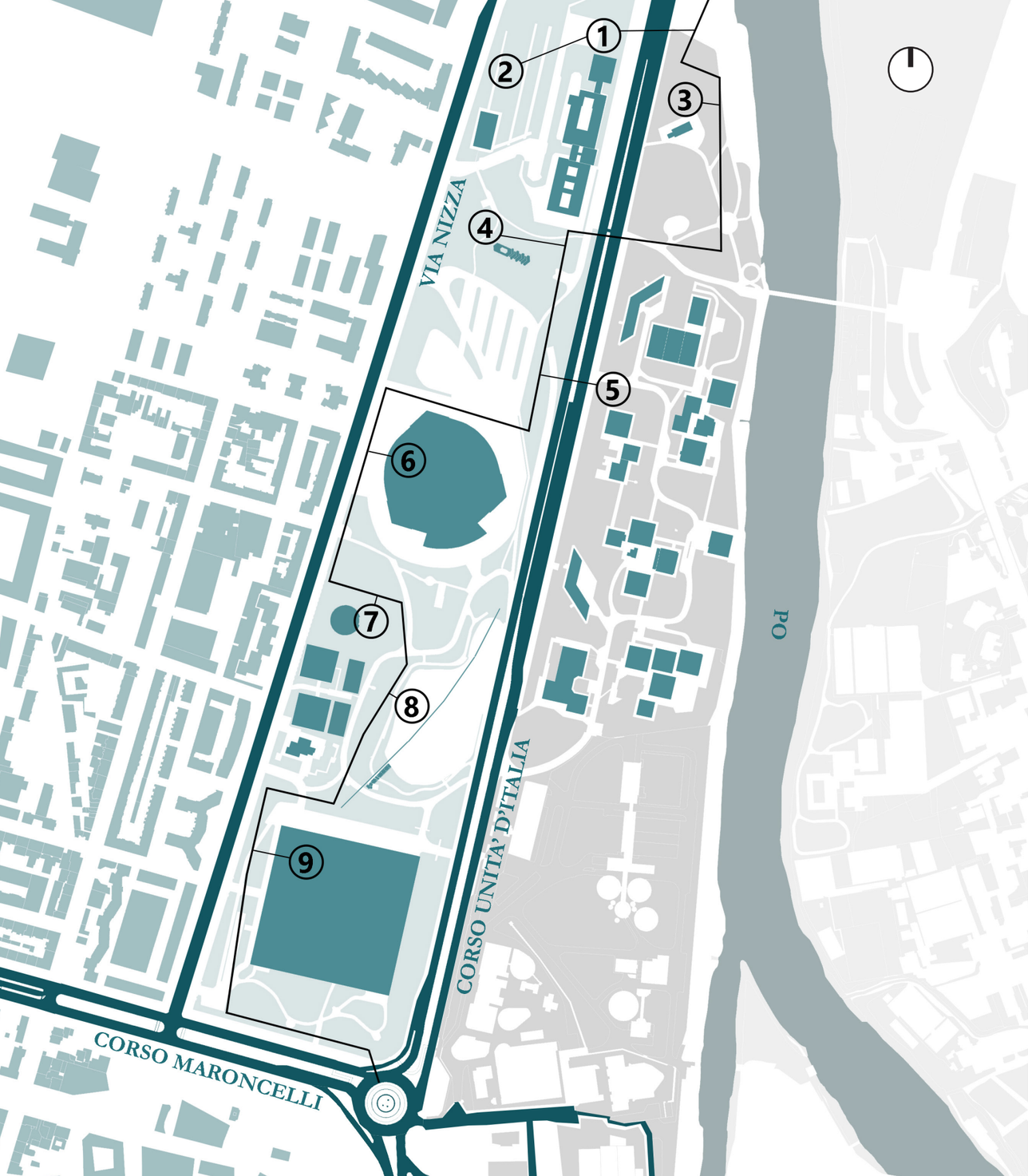
Carta IGM 1922



Carta IGM 1943



Carta IGM 1965



ITALIA '61

GLI SPAZI DELL'EVENTO

Concepita come un parco di oltre 50 ettari, sul bordo del fiume, Italia '61, ha dato vita agli edifici monumentali che hanno ospitato l'esposizione. Tale area costituisce, inoltre, il primo piano godibile dal Parco Europa, sulla collina ad est della città, collegata, nel 1961, all'Esposizione con un'ovovia.
L'asse viario preesistente, oggi impiegato come viale di ingresso della città, fu utilizzato come percorso principale per la visita.

1. Servizi generali
2. Luna park
3. Stazione Ovovia
4. Fontana luminosa
5. Mostra delle regioni italiane
6. Mostra dell'attività della cassa per il mezzoggiorno
7. Padiglione del Ministero del Lavoro
8. Stazione monorotaia
9. Esposizione internazionale del lavoro

Fig.4 | Foto di uno degli ingressi del Parco Italia '61

1.2 Il bando-concorso e il progetto per il Palazzo del Lavoro

Il Palazzo del Lavoro, uno degli edifici più singolari ed affascinanti del panorama architettonico torinese, è stato progettato e realizzato dall'ingegnere **Pier Luigi Nervi**, uno dei maggiori ideatori di architetture strutturali nello scenario internazionale del Novecento, che si pone come **immagine di un nuovo modo di fare architettura**, basandosi sulle esigenze di una società in continua crescita.
Proprio grazie a tali capacità e peculiarità Nervi riuscì a vincere l'appalto-concorso bandito il 4 luglio 1959[4], per la realizzazione dell'edificio che avrebbe ospitato la mostra del lavoro. La proposta avanzata dall'impresa di costruzioni Nervi e Bartoli[5] fu l'unica ad essere presa in considerazione, nonostante, essa stessa, non rispondesse a tutti i requisiti del bando.
Il progetto si basava principalmente sull'**economicità** e sull'**uso incisivo e razionale delle tecniche e dei materiali costruttivi** di facile leggibilità strutturale, che permisero la costruzione dell'edificio in tempi strettissimi[6]. I lavori iniziarono nei primi mesi del 1960 e terminarono a dicembre dello stesso anno.

4 Sergio Pace, Cristina Chiorino, Michela Rosso, Italia '61, la nazione in scena. Identità e miti nelle celebrazioni per il centenario dell'Unità d'Italia, U. Allemandi, Torino 2005.
5 Nel 1932 Pier Luigi Nervi fonda insieme al cugino Giovanni Bartoli l'impresa Nervi e Bartoli, che dirige fino al 1978
6 C. Chiorino, Il Palazzo del Lavoro, in C. Olmo, Pier Luigi Nervi. Architettura come Sfida, 2010

IL BRIEF DELLA COMPETIZIONE

Un progetto dettagliato, con calcoli strutturali presentanto prima del 7 Ottobre 1960.

La sezione principale della mostra del lavoro dell'Esposizione Itali '61 doveva essere ospitata nella sala principale dell'edificio.

Possibilità di utilizzare gli spazi interni per ulteriori funzioni dopo la fine dell'evento.

Simmetria della pianta dell'edificio.

La data di apertura al pubblico era fissata al pimo Maggio 1961

IL PROGETTO DI NERVI

Progetto essenziale: una piazza di 167 metri per lato con un neutrale open space.

Le scelte compositive ricordano il Crown Hall: la scuola industriale di Mies Van DerRohe.

Suddivisione della struttura in elementi indipendenti attraverso 16 piccoli tetti che coprono l'intera area.

Decisione di adottare diversi materiali: cemento armato e acciaio

L'organizzazione del cantiere può essere definito come un "work in progress": i lavori di finitura saranno iniziati nelle aree in cui eran già stati completati i principali lavori strutturali.

Fig.5 | Vista esterna del cantiere del Palazzo del Lavoro

Il progetto, le cui forme si pongono come portatrici di un'immagine del progresso tecnico raggiunto, predilige una **configurazione razionale, industriale e universale**. La struttura ideata da Nervi sarà, infatti, costituita da un prisma parallelepipedo a base quadrata[7], la cui forma viene ottenuta attraverso l'unione di **sedici moduli indipendenti e identici**, ciascuno dei quali è formato da un pilastro di cemento armato a sezione variabile[8] in altezza, dalla cui sommità si sviluppa una raggiera di mensole a sbalzo che sorreggono una copertura quadrata, di trentotto metri per lato. Il concetto di affiancare tanti elementi isolati, invece di creare un'unica grande copertura[9], sottolinea la **modularità** che contraddistingue la soluzione adottata da Nervi, basata altresì sulla linearità e sulla semplicità delle scelte progettuali. Il Palazzo del Lavoro può essere, infatti, suddiviso nelle sue diverse parti strutturali, costruite separatamente e con ordinata progressività.
Al di là dei dati formali, però, uno degli aspetti più innovativi fu l'**organizzazione di cantiere**, che può essere considerato il più complesso e innovativo del dopoguerra torinese, il quale, grazie anche alle scelte progettuali, frutto della ricerca di espedienti innovativi dettati dalla volontà di ridurre i tempi d'esecuzione[10], (come la scelta di elementi strutturali tra loro indipendenti), permise, quasi contemporaneamente, la messa in opera delle strutture. Parallelamente alla costruzione in cantiere dei pilastroni, infatti, in officina si creano le travi della copertura e sul perimetro del prisma si realizza la galleria del primo piano, struttura indipendente sorretta da pilastrini. Terminata la costruzione dei pilastri e degli elementi a raggiera, si monta il curtain wall di facciata, schermato su tre lati da un fitto brise soleil[11].
Proprio come la necessità, infatti, di realizzare l'immenso edificio in soli diciassette mesi, spinse Nervi ad abbandonare l'idea iniziale di costruire la struttura degli ombrelli interamente in cemento armato e, per la prima volta, a realizzare una **struttura composita di calcestruzzo e acciaio**. La struttura in acciaio si deve a Covre, uno dei principali ingegneri italiani di strutture metalliche[12].

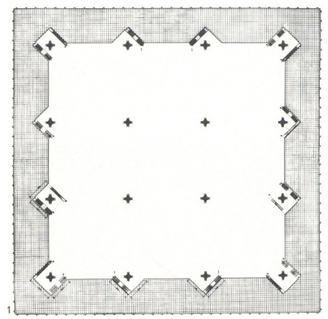


Fig.6 | Pianta del Palazzo del Lavoro. In quadrettato è rappresentata la galleria perimetrale. (Desideri Paolo, Nervi Pier Luigi jr, Positano Giuseppe (a cura di), Pier Luigi Nervi, p. 112).

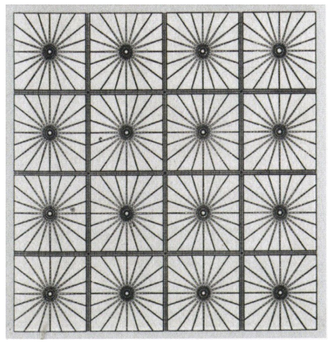


Fig.7 | Pianta vista dal basso della copertura.
(TAVOLA CXLIII in Nervi Pier Luigi, Costruire correttamente: caratteristiche e possibilità delle strutture cementizie armate).

"Il progetto presentato all'appalto concorso è sin da subito sottoposto a una serie di modifiche, sia per assicurare una maggiore rapidità di esecuzione sia per andare incontro alle esigenze dell'allestimento. Nel maggio del 1960, lo studio Nervi elabora il progetto definitivo."[13] Le modifiche, studiate in accordo con Ponti[14], che indirizzò parte delle scelte del contenitore della propria regia, portarono ad un innalzamento del salone seminterrato che, precedentemente, era stato pensato al di sotto del piano di campagna, e una diminuzione della larghezza della balconata al primo piano.
Nel progetto definitivo, l'area ricoperta è di circa 22.500 metri quadrati alla base, 150 metri per lato, mentre, a partire dal primo piano, lo sviluppo a sbalzo porta le dimensioni della pianta a 160 metri per lato.

7 T. Iori, Pier Luigi Nervi, 2009, pp. 62-63
8 Caratteristica ricorrente nelle opere di Nervi dal viadotto di corso Francia a Roma (1960), alla stazione ferroviaria di Savona (1961), fino alla volta della Cattedrale di San Francisco (1970)
9 P. Desideri, P.L. Nervi jr., G. Positano (a cura di), Pier Luigi Nervi, 1980 p. 110
10 M. A. Giusti, «Italia '61», Palazzo del Lavoro, in Guida all'architettura del Novecento in Piemonte (1902-2006), 2008
11 Tullia Iori, Pier Luigi Nervi, 2009, pp. 62-63
12 G. Covre, Il palazzo del Lavoro all'Esposizione "Italia '61" in "Costruzioni metalliche", n. 2/3, marzo-aprile/ maggio-giugno.
13 Pace, C. Chiorino, M. Rosso, Italia '61, la nazione in scena. Identità e miti nelle celebrazioni per il centenario dell'Unità d'Italia, 2005
14 Architetto milanese, che oltre ad Agnelli, si fa portavoce della mostra, attraverso l'incarico dell'allestimento e della supervisione artistica. Il progetto viene affidato a Ponti ben prima che Pier Luigi Nervi si aggiudicasse l'appalto concorso per la costruzione della sede della mostra

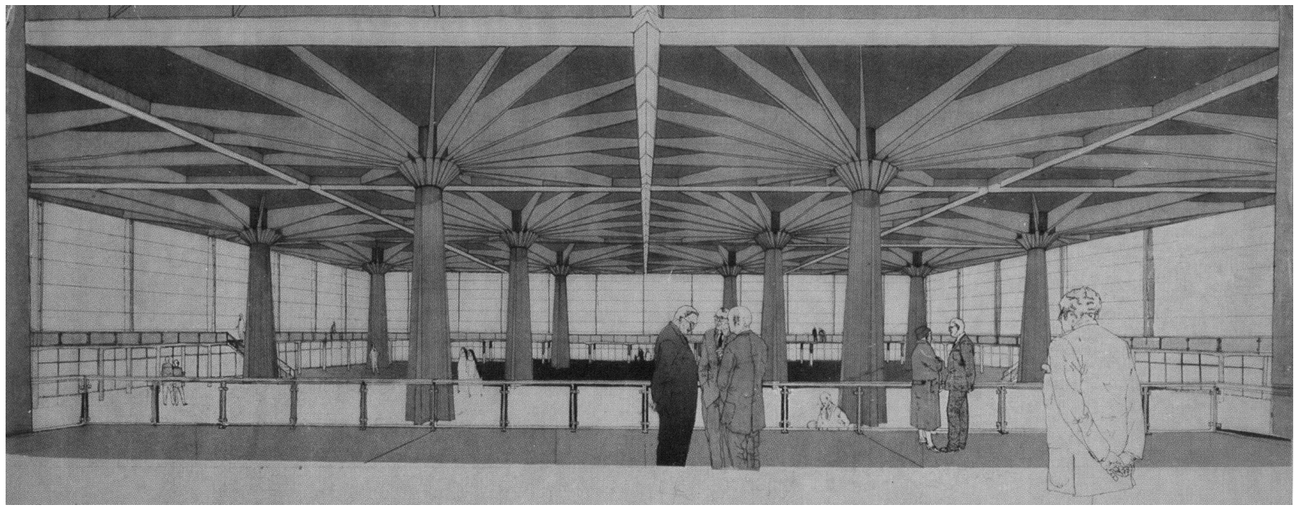


Fig.8 | Sezione prospettica del progetto definitivo con un solo livello di gallerie, 18 gennaio 1960
(C. Chiorino, Il Palazzo del Lavoro, in C. Olmo, Pier Luigi Nervi. Architettura come Sfida, p.169)

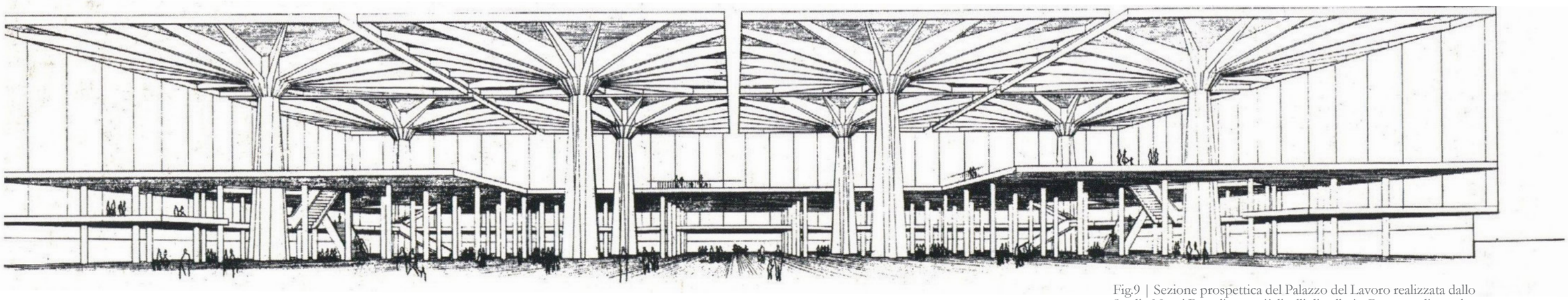


Fig.9 | Sezione prospettica del Palazzo del Lavoro realizzata dallo Studio Nervi Bartoli, con più livelli di gallerie. Progetto di appalto di concorso, ottobre 1959. (C. Chiorino, Il Palazzo del Lavoro, in C. Olmo, Pier Luigi Nervi. Architettura come Sfida, p.168)

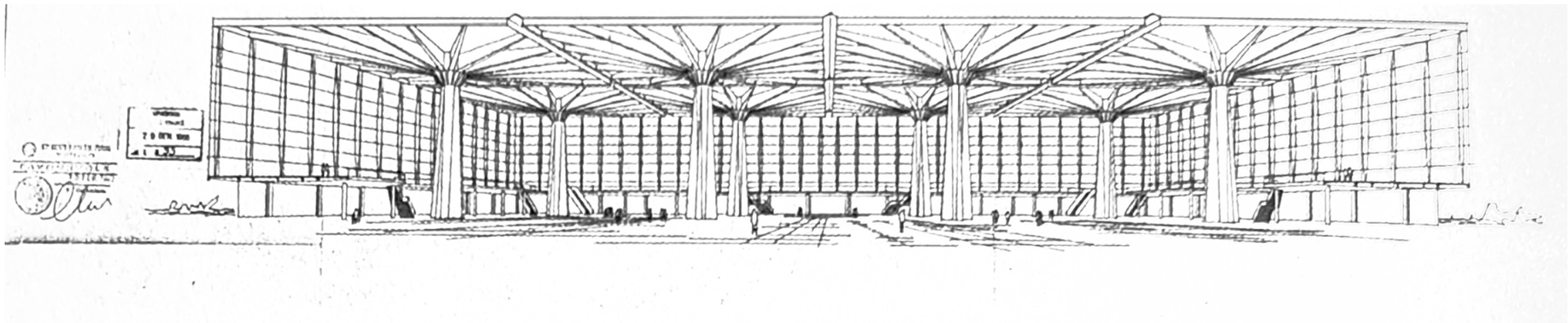


Fig.10 | Prospettiva interna della soluzione definitiva, gennaio 1960 (C. Chiorino, Il Palazzo del Lavoro, in C. Olmo, Pier Luigi Nervi. Architettura come Sfida, p.170)

1.3 Gli elementi costruttivi

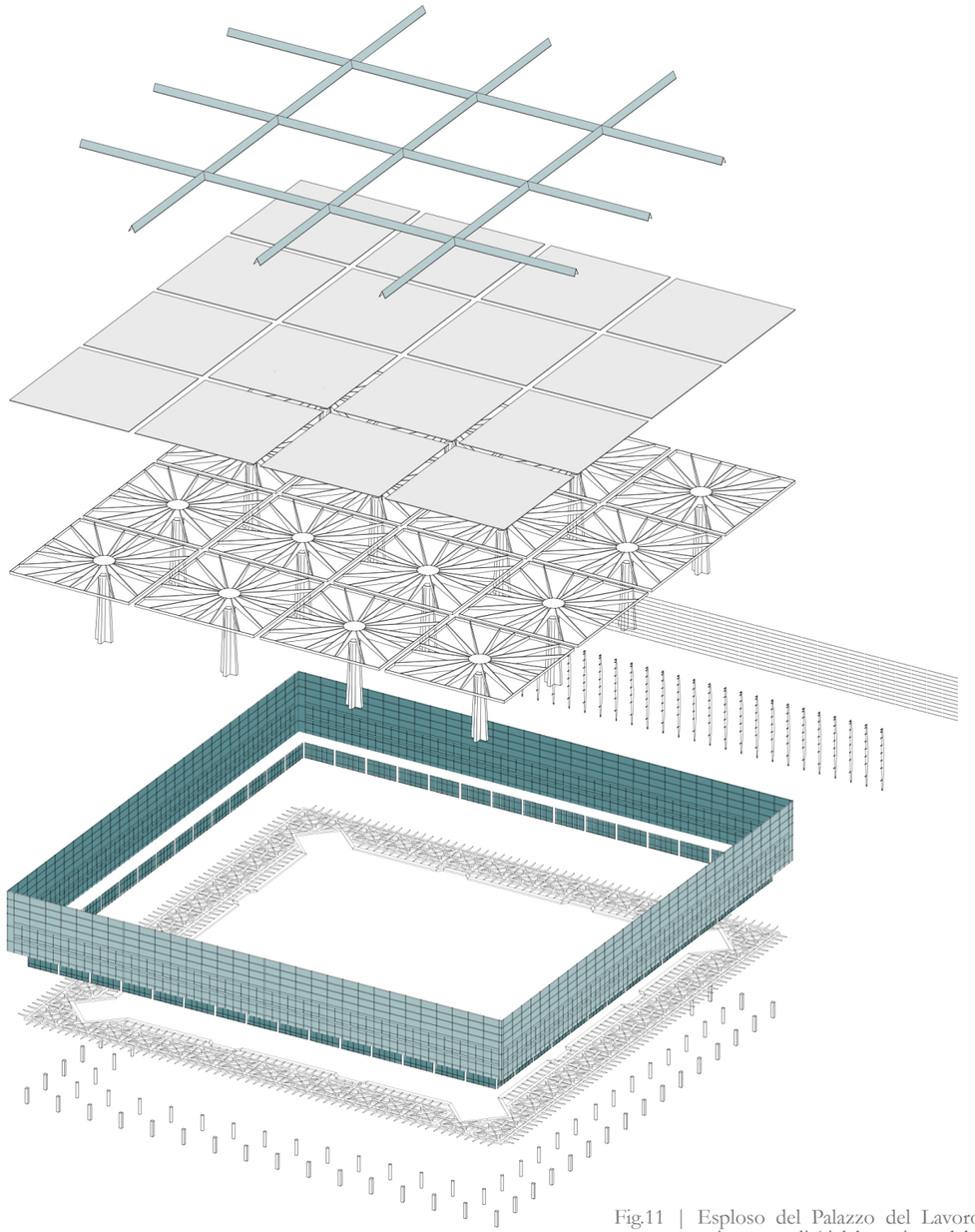


Fig.11 | Esploso del Palazzo del Lavoro nelle sue componenti strutturali (rielaborazione del candidato)

Gli anni che segnano il grande boom economico coincidono con il momento di massimo sviluppo dell'attività di alcuni dei maggiori progettisti architettonici e strutturali italiani del tempo. Uno tra questi sarà **Pier Luigi Nervi**, che si contraddistinguerà per i suoi grandi risultati ottenuti in ambito non solo italiano ma anche estero. La sua concezione architettonica è basata su alcuni principi: la forma geometrica come imprescindibile riferimento per la concezione del sistema strutturale; le proprietà dei materiali come base per ottenere il **massimo rendimento strutturale e il minimo impatto architettonico**, anche attraverso lo studio delle linee isostatiche, con accurata valutazione degli stati tensionali; infine, lo studio delle potenzialità del cemento armato tradizionale, come elemento da sfruttare in maniera innovata per le sue caratteristiche prestazionali[15].

15 Sorace Stefano, Gloria Terenzi, Analisi e accertamento strutturale del Palazzo del Lavoro di Torino, 2013
16 Citato in Ernest O. Hauser, Un creatore del nostro tempo, Selezione dal Reader's Digest, aprile 196
17 Ferro, vetro e luce sono i materiali della modernità sin dal Crystal Palace del 1851

"Ogni volta che scopriamo nuove tecniche spesso ci atteniamo stupidamente alle vecchie forme. Un nuovo materiale, come il cemento, crea da sé le sue forme. Una struttura è architettonicamente valida quando è corretta" (Pier Luigi Nervi)[16].

Con questa espressione Nervi utilizza il termine "correttezza" nel senso dell'utilizzo del materiale sfruttato al massimo delle proprie potenzialità. Sottolinea, così, l'idea, precedentemente espressa, secondo cui la forma che consegue dalle scelte strutturali è espressione della correttezza dell'operato e dell'inscindibile rapporto tra le due. Basandosi su questi concetti, si nota come il Palazzo del Lavoro, maestosa esaltazione dei materiali che lo compongono, si ponga come continuità, in forma razionalista e moderna, delle costruzioni universali ottocentesche, che diventano dei modelli a cui fare riferimento[17].
L'unicità del Palazzo del Lavoro può essere meglio colta progredendo nella descrizione delle singole parti che lo compongono, frutto di un attento studio strutturale, le cui soluzioni portavano allo sviluppo parallelo e progressivo delle forme.

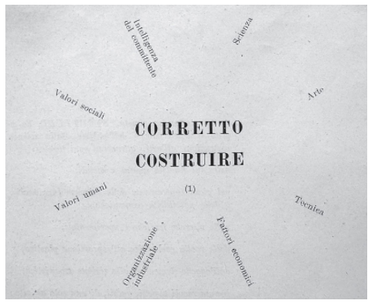


Fig.12 | Schema riassuntivo che mostra come elementi così eterogenei possano concorrere in maniera armonica all'ideazione e alla realizzazione di un unico fine. (Pier Luigi Nervi. Ingegneria, architettura, costruzione. Scritti scelti 1922-1971).

Le colonne

I pilastri, creati in modo da velocizzare l'esecuzione, sono realizzati attraverso la gettata all'interno di sei diverse casseforme tipo, di numero pari alla suddivisione in tronchi della colonna stessa, in modo da creare degli elementi di peso e grandezza tale da terminare l'esecuzione di un'intera colonna in giornata. La particolarità dei sedici pilastri sta nella variazione con continuità della sezione, che dal profilo cruciforme con lato pari a 5 metri della base, arriva ad essere gradualmente circolare di 2,5 metri di diametro, alla sommità. Tale conformazione, assolverà non solo ad una valenza simbolica e formale, ma soprattutto a motivazioni di carattere statico[18].

18 Cristiana Chiorino, Il Palazzo del Lavoro, in Carlo Olmo, Pier Luigi Nervi. Architettura come Sfida, 2010

PROBLEMATICHE

ALLINEAMENTO VERTICALE

Difficoltà nell'ottenere il perfetto allineamento, specialmente in sommità con le normali casseforme.

SUPERFICIE CONTINUA

Difficoltà nel garantire una superficie continua tra la forma cruciforme della base e la forma circolare in cima.

NESSUNA CORREZIONE

Progettazione dei pilastri con precisione, dovuta all'impossibilità do effettuare modifiche in cantiere, per la mancanza di tempo durante l'assemblaggio.

LA STABILITÀ DELLE CASSEFORMI

Stabilita' ottenuta tramite il posizionamento delle casseformi per mezzo di una gru.

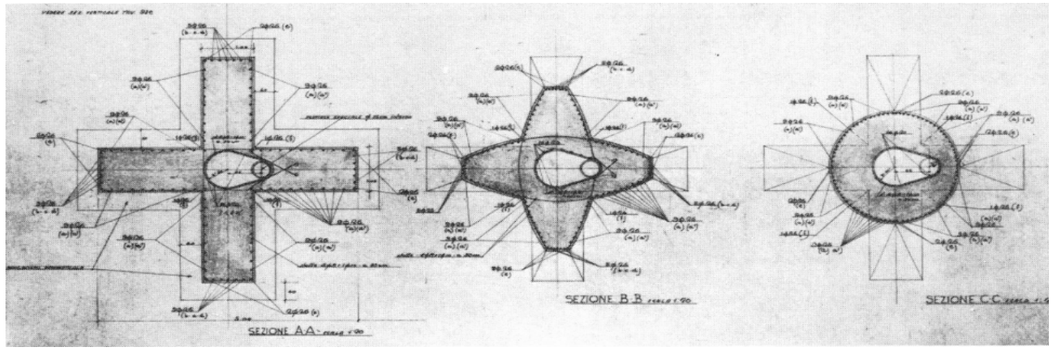


Fig.13 | Armatura e geometria del pilastrone. (Desideri Paolo, Nervi Pier Luigi jr, Positano Giuseppe (a cura di), Pier Luigi Nervi, p. 114).

Fig.14 | Vista di uno dei pilastroni

La copertura ad ombrello

La colonna è sormontata da un capitello troncoconico, fissato tramite tirafondi alla struttura cementizia: una corona poliedrica raccordata al tamburo, che funge da incastro delle venti travi a sbalzo. Le travi a "i", di differente aggetto, ad anima piena, sono collegate tra loro da una trave perimetrale che funge da elemento di irrigidimento e permette una migliore ridistribuzione dei carichi. Tali elementi sorreggono la copertura, realizzata in lamiera di ferro, per la leggerezza e la velocità di realizzazione in officina. I sedici ombrelli sono collegati, gli uni agli altri da una fila di lucernai larghi due metri, con una forma a "V" rovesciata.

COPERTURA IN ACCIAIO

16 TETTI PIANI INDIPENDENTI

PIANO CIRCOLARE COMPLESSIVO A CUPOLA

STRUTTURA A VOLTA

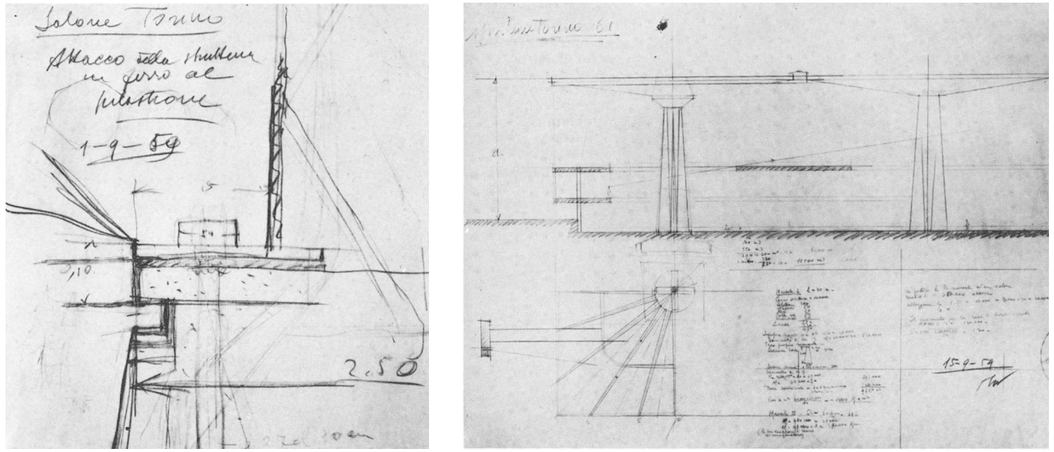


Fig.15-16 | Studi per l'attacco della struttura in ferro al pilastrone in c.a., Settembre 1959.
(Desideri Paolo, Nervi Pier Luigi jr, Positano Giuseppe (a cura di), Pier Luigi Nervi, p. 113).

Fig.17 | Dettaglio copertura ad ombrello

Il solaio perimetrale a nervature isostatiche

La logica progettuale del solaio isostatico, brevettato nel 1949, può essere paragonata a quella dell'antica volta a cassettoni romana, in cui gli apporti o le mancanze del materiale dipendevano dalle sollecitazioni tensionali a cui la struttura era sottoposta. In linea con questo concetto, il solaio perimetrale, in ferrocemento[19], materiale duttile, flessibile, elastico e molto leggero, segue le linee di forza della struttura. La forma, quindi, si definisce in funzione della resistenza che deve sopportare, seguendo il naturale andamento delle linee isostatiche di flessione di una piastra sottoposta a carico. Tale plasticità materica è resa possibile anche dall'applicazione del "Sistema Nervi": un sistema di casseforme modulari che permettono la rapida messa in opera di forme geometriche particolari.
Il solaio con una larghezza di 10 metri copre, così, una lunghezza di 500 ed è sostenuto dai pilastri perimetrali, quattro per ogni modulo quadrato, due con base circolare e due con base quadrata, che sostengono anche lo sbalzo esterno.

19 Materiale composto da numerosi strati di maglia d'acciaio costituiti da fili di ferro da 0,5 a 1,5 mm di diametro

QUADRATO DI 10 METRI PER LATO

STRUTTURA INDIPENDENTI

ANELLO AUTONOMO ATTORNO AL CENTRALE SPAZIO ESPOSITIVO

SOLAIO ISOSTATICO IN FERROCEMENTO

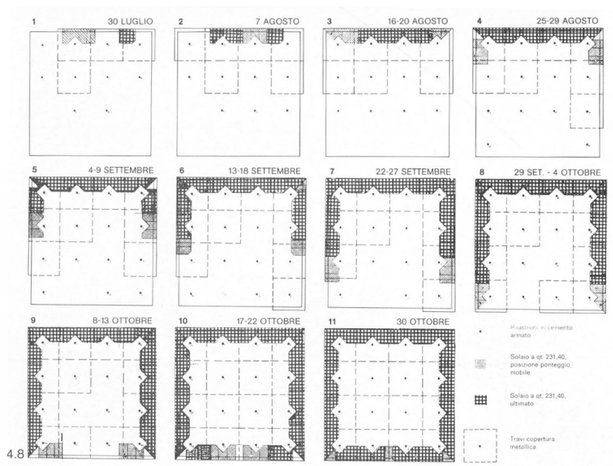


Fig.18 | Programma di assemblaggio per la struttura del solaio in metallo e per il versamento del soppalco su ponteggi mobili. (Chiorino Cristina, Nervi Elisabetta Margiotta, Leslie Thomas (a cura di), Pier Luigi Nervi, Aesthetics and technology in bulbing, p. 143).

Fig.19 | Vista della soletta del piano rialzato con le nervature seguendo linee isostatiche

La facciata

La parete esterna, alta 19 metri e completamente indipendente rispetto alla struttura, è divisa, in due da una fascia opaca, corrispondente allo spessore del solaio di futura realizzazione. Composta da un curtain wall[20] montato dall'interno, che risolve il problema delle dilatazioni termiche della copertura, la progettazione della facciata avverrà successivamente all'appalto-concorso, sotto la supervisione di Covre. La facciata strutturale è resa tale grazie alla creazione di fusi in lamiera che, incastrati alla base ma liberi di muoversi in sommità, fungono da doppio telaio e, contemporaneamente, assorbono gli spostamenti.
I fusi, consistenti in un guscio di lamiera d'acciaio, sono 32 per ciascuna facciata, hanno un interasse pari a 5 metri e sono uniti tra loro, eccetto che per la facciata esposta a nord, leggermente diverasa dalle altre, da brise soleil.
Ne risulta una facciata che, conformemente con il resto della struttura, è **modulare** e **facilmente montabile** in officina.

20 Stessa soluzione utilizzata nell'edificio progettato a Mantova da Pier Luigi Nervi per il produttore piemontese di carta (1961-1964)

VETRATA STRUTTURALE

32 FUSI PER LATO CON INTERASSE DI 5 METRI

SALDATURA DEI FUSI E RELATIVI PILASTRINI DIRETTAMENTE IN OFFICINA

FUNZIONE DI CONTROVENTATURA

Fig.20 | Veduta generali durante la conclusione dei lavori (Desideri Paolo, Nervi Pier Luigi jr, Positano Giuseppe (a cura di), Pier Luigi Nervi, pp. 110-117)

Fig.21 | Costruzione dall'interno del curtain wall

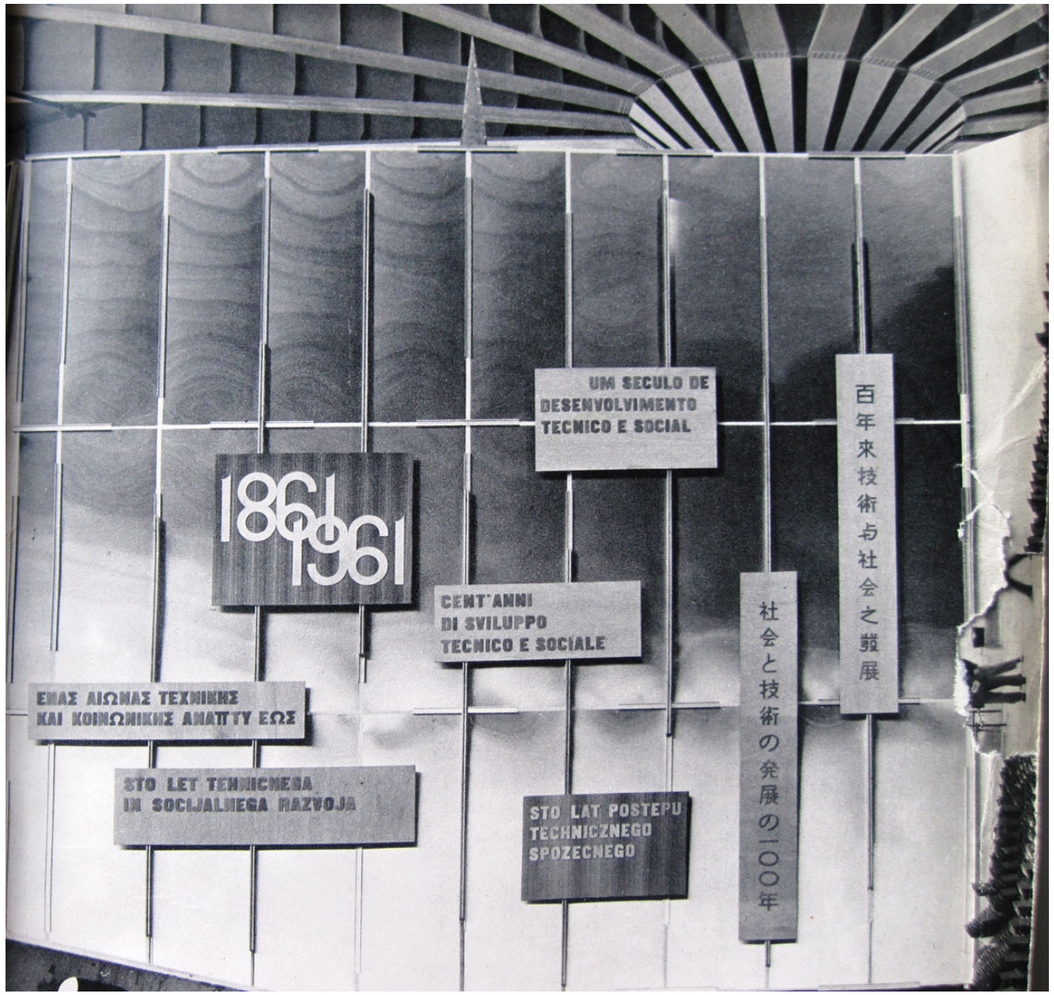


Fig.22 | Ottocento grandi piastre di ceramica (Melotti) su un'altezza di dodici metri. ("Domus", Anno XXXIII, n. 380, Luglio 1961)

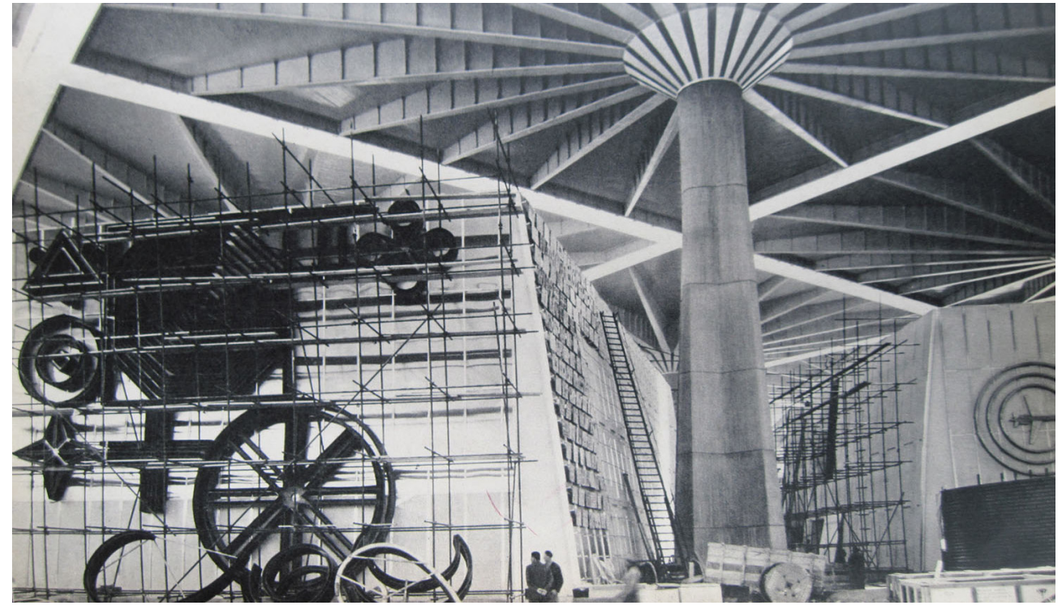


Fig.23 | "Evoluzione della forma nel lavoro agricolo"
(F. Grignani, 1961, in "L'Architettura Cronache e Storia", Anno VII, numero 4,agosto 1961)

Fig.24 | L'allestimento dell'esposizione internazione del Lavoro a cura di Gio Ponti
(www.pierluiginervi.org)

1.4 Cronistoria della vita del Palazzo del Lavoro: basi per l'ipotesi di riuso

Divenuto il simbolo per eccellenza di integrazione tra invenzione strutturale e architettonica, il Palazzo del Lavoro ha affascinato intere generazioni[21]. Nonostante ciò, a manifestazioni concluse, non mancarono le critiche riguardo la **difficoltosa riconversione** delle architetture, del parco e delle infrastrutture.
Il 31 ottobre[22] le aspettative, però, erano ben diverse. "Più che al passato, bisogna pensare al futuro"[23] con questa espressione, infatti, il sindaco Peyron si augurava un prosperoso futuro per le architetture che fino a quel momento avevano ospitato 6 milioni di visitatori, funzionari ed esperti provenienti da 21 paesi diversi.
A tale scopo il bando-concorso richiedeva un **complesso plurifunzionale utilizzabile nel dopo esposizione**: a chi fosse stata affidata la progettazione del Palazzo del Lavoro, infatti, spettava anche l'ipotesi di una sua rifunzionalizzazione. La proposta di Nervi era quella di realizzare un centro sportivo versatile, con impianti di molte **attività sportive**, tra cui quelle di atletica leggera, basket, tennis, pallavolo, pugilato, ma non venne mai presa in considerazione.

21 Le Corbusier a Nervi, cartolina, 25 maggio 1961 (Fondazione Maxxi)
22 Data della chiusura dell'esposizione di Italia '61
23 AA. VV., Catalogo Italia '61

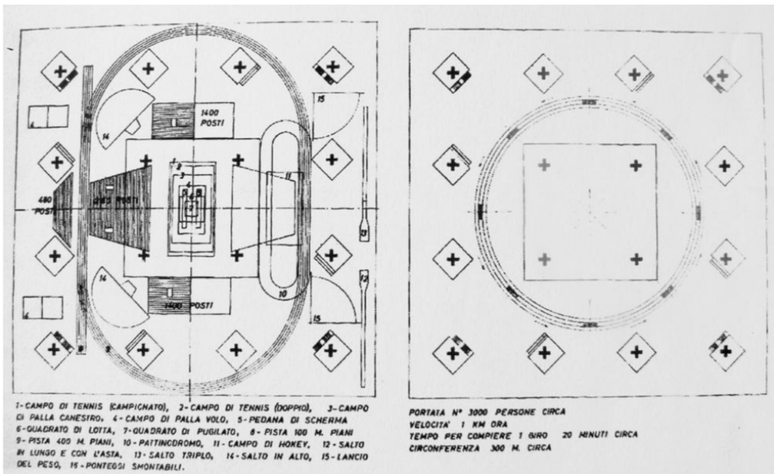


Fig.25 | Progetto di Nervi del centro sportivo come proposta di rifunzionalizzazione per il Palazzo del Lavoro.

Il palazzo fu successivamente ceduto al demanio per questioni economiche legate alle celebrazioni.
Nonostante ciò le proposte di rifunzionalizzazione non mancarono per i vari edifici. Non vi fu mai, infatti un'unica ipotesi di riqualificazione per l'intera area e il Palazzo del Lavoro era stato ipotizzato nel 1963 come sede torinese dell'international Training Centre del Bureau International du Travail dell'Onu e il centro di formazione per gli studenti in via di sviluppo.

Gli anni Settanta saranno caratterizzati dalla massima esaltazione della maestosità e duttilità degli spazi, attraverso l'organizzazione di eventi per lo più fieristici. Il Palazzo del Lavoro, in quegli anni, infatti, sarà sede di manifestazioni di alta moda, tecnologia e sport.
Nel 1983 parte dell'edificio fu adibito ad ospitare la sede di Economia e, sul finire degli stessi anni, divenne sede del Salone Internazionale del Veicolo Industriale e Commerciale e, successivamente, grande mercato di mezzi stradali e veicoli nautici.

Gli anni Novanta vedono i più distinti eventi che abbiano mai caratterizzato il Palazzo del Lavoro, il quale divenne inizialmente sede del Festival dello Sport e Spettacolo. Evento in cui, esternamente, venivano svolte varie dimostrazioni sportive, internamente, invece, erano organizzati tornei di diversi sport olimpici e il tutto era accompagnato da eventi di musica e cabaret.

Verso la metà della decade l'edificio divenne sede di eventi musicali, veglioni e, addirittura ospitò un luna park di carnevale, per trasformarsi poi in luogo di preghiera.
Nel duemila, dopo l'iniziale ambizioso progetto di creare uno Science Center, idea portata avanti dal Politecnico e abbandonata poi nel 2004, si susseguirono altre proposte di riutilizzo come quella di localizzare il Museo Egizio, anch'essa successivamente abbandonata.
Il 19 ottobre 2005, con lo scopo di modificare la destinazione d'uso dell'edificio "di carattere turistico-ricettivo, culturale, terziario, espositivo, congressuale, fieristico, contri di ricerca, Università, attività di

24 Cristiana Chiorino, Cronistoria di una vita grama. Il Palazzo del Lavoro dal 1961 ad oggi, in "Il Giornale dell'Architettura", 20 settembre 2015, <http://ilgiornaledellarchitettura.com/web/2015/09/20/cronistoria-diuna-vita-grama-il-palazzo-del-lavorodal-1961-a-oggi/>, [consultato il 6 luglio 2019].
25 Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo

servizio alle persone e alle imprese", è stata adottata una variante del Piano regolatore. L'ampiezza delle possibili destinazioni d'uso, però, crea qualche problematica riguardo la scelta da adottare e le possibili proposte da accettare[24].

Nel 2006, in occasione delle olimpiadi, per evitare una costosa manutenzione, l'edificio sarà soggetto ad un "impacchettamento" tricolore. Nel 2007 una società di sviluppo immobiliare acquista il palazzo dal Demanio per trasformarlo nella sua utilizzazione finale, ovvero quella di un centro commerciale. Nel 2011 è stato riconosciuto come Bene paesaggistico dal Mibact[25], stesso anno in cui, per celebrare il Centocinquantenario dell'Unità d'Italia, la struttura esterna fu nuovamente ricoperta da teli tricolori.

Fig.26 | L'impacchettamento eseguito in occasione dei 150 anni dell'unità nazionale.

Nel 2012 il progetto per la creazione di un centro commerciale, firmato dall'architetto torinese Alberto Rolla, attraverso la creazione di ingombranti volumi interni, viene bloccato a causa di un ricorso mosso dal vicino centro commerciale 8Gallery.
Il 20 agosto 2015 un incendio provocherà gravi danni all'edificio e bloccherà del tutto la lenta prassi per l'approvazione del progetto.
Ormai fatiscente e segnato dallo scorrere del tempo, il Palazzo del Lavoro oggi è in completo abbandono.

Fig.27 | L'impacchettamento eseguito in occasione dei 150 anni dell'unità nazionale.

Fig.28 | Lo stato di abbandono in cui riversa oggi il Palazzo del Lavoro, Foto del candidato, marzo 2019

02 IL CENTRO COMMERCIALE COME TIPO*

2.1 Origine, caratteristiche e fattori di attrazione

La rigenerazione urbana e la trasformazione delle città "centriche" in città "policentriche", richiede degli investimenti non solo economici ma anche sociali e culturali con un rewamping della connotazione storica del sito in cui il centro impatta[1].

Gli spazi dedicati alla dimensione dell'acquisto e la conseguente organizzazione del vendere sono mutati notevolmente rispetto al tradizionale modo di acquistare, tanto da costituire, ormai, un elemento rilevante non solo dal punto di vista economico ma anche sociale. Tradizionalmente il centro commerciale attirava i consumatori semplicemente per il vasto assortimento di negozi e merci disponibili in un solo luogo, organizzato in modo da essere una delle realtà più innovative del sistema distributivo. Nel corso degli anni sono diventati più grandi e la loro comodità è stata ampliata per includere spazi funzionali e ricreativi, al quale la comunità può far riferimento, ponendosi, così, come strumento non solo di estrema **funzionalità** e **autosufficienza**, ma anche **flessibilità**. Diventano spazi in cui non solo i visitatori possono consumare prodotti e servizi in una vasta varietà di modi, ma anche ottenere, dal centro commerciale stesso, esperienze soddisfacenti che non sono consumabili.

** Il concetto di tipo viene considerato qui come punto di partenza per la progettazione, un metodo che permette di seguire uno schema ideale, adeguandosi, successivamente, alla specifica situazione, studiandone il contesto storico e geografico in cui si va a progettare.*

1 "Centri Commerciali il modello è la microcittà", Francesco Oldani, 13 Novembre 2019.

DEFINIZIONE

A LIVELLO INTERNAZIONALE

1947 Prima definizione coniata dalla Community Builders Council, che lo definisce come un "complesso di esercizi commerciali architettonicamente omogeneo, concepito, sviluppato, amministrato e gestito come un'unica unità operativa, commisurata in dimensione e tipologia dei negozi e dei servizi all'area commerciale di attrazione. La struttura comprende un parcheggio, le cui caratteristiche sono rapportate alla tipologia e alla dimensione degli esercizi".

1957 Nasce la prima associazione di commercio globale del settore dei centri commerciali: International Council of Shopping Centers (ICSC) che tuttora usa questa definizione.

1983 Nasce il NCC: Consiglio Nazionale dei Centri Commerciali che integraga alla definizione del 1947 i **requisiti da soddisfare** per potersi ritenere uno shopping center.

In Italia, in ritardo rispetto agli Stati Uniti di 30 anni, la nascita dei centri commerciali può essere fatta risalire al 1970[2]. La fase iniziale dell'affermarsi del consumo di massa fu segnata da un periodo caotico, che portò sempre più alla richiesta da parte della clientela di una maggiore quantità e varietà merceologica, tanto da mostrare sempre di più l'inadeguatezza delle piccole botteghe e negozi tradizionali concentrati nei centri urbani[3].
Successivamente si susseguirono diverse fasi evolutive:

Dal 1988 al 1992 si assiste alla fase di maggior sviluppo con apertura di nuovi commerciali sempre più ricchi e complessi.

Dal 1993 al 1997 alcune regioni italiane si distinguono per un grande dinamismo, nascono i primi centri nel mezzogiorno e iniziano a svilupparsi le prime strutture orientate al leisure con grandi multiplex cinematografici.

Dal 1998 al 2002 si comincia ad affrontare il tema delle aree dismesse e nascono i primi Factory Outlet Centre (FOC) insieme all'arrivo di importanti investitori stranieri.

Dal 2003 al 2008 gli operatori stranieri prestano sempre più attenzione al mercato italiano. Nascono i grandi centri commerciali di livello regionale. Contemporaneamente, però, si avvertono i primi effetti della crisi economica e i risultati economici declinano, nonostante la presenza di centri con significative qualità e potenzialità. In questo periodo il fenomeno FOC subisce una forte accelerazione e si sperimentano anche formule ibride tra FOC, parco commerciale[4] e centro commerciale. Lo sviluppo positivo favorisce anche l'arrivo di nuovi brand stranieri.

2 Invenzione da parte dell'architetto Victor Gruen nei primi anni '50 per la catena commerciale J.L. Hudson.
3 Fenomeno dovuto anche ad altri effetti di contorno, quali l'aumento del traffico veicolare e al cambiamento dello skyline della città, che si adegua al cambiamento delle esigenze.
4 Aggregazione di negozi di medie-grandi dimensioni ciascuno con entrata indipendente dove è quindi assente una galleria coperta.

STATI UNITI

NASCITA E SVILUPPO

PRIMA METÀ DEL XX SECOLO

Evoluzione tecnologica che porta ad un mutamento drastico della produzione e ad una conseguente **evoluzione dei consumi** della città.

Passaggio da una società domanata dalla produzione ad una società dominata dal consumo.

Scoperta dell'automobile

Mutamento degli **spazi extraurbani**: diventano spazi più consoni, non solo per le industrie ma anche per il **settore terziario**

Strumento necessario per rispondere alle esigenze di una società rivolta al **consumo di massa**

1916 Nascita del primo centro commerciale "Lake Forest" vicino Chicago, progettato da Arthur Aldis.

1931 A Dallas viene inaugurato l'Highland Park Shopping Village, in cui, per la prima volta, i negozi si spostano dalla strada pubblica all'interno di un'area centrale organizzata.

1956 Nella periferia di Detrit nasce il primo shopping center interamente coperto. Il Northland Center, progettato da **Victor Gruen**, diventa il modella per i successivi centri commerciali.

EUROPA

NASCITA E SVILUPPO

PRIMI ANNI '60

Crescita economica

Massificazione dei consumi

Due diversi modelli

1 NORD EUROPA

Il centro commerciale nasce come evoluzione dell'ipermercato.

2 RESTO DELL'EUROPA

La nascita del centro commerciale è più tardivo e vede lo sviluppo contemporaneo del modello di ipermenrcato e del modelli del centro commerciale

GERMANIA Città in ricostruzione dopo la seconda guerra mondiale: creazione di grandi strutture periferiche e strutture di dimensioni inferiori per consolidare il tessuto cittadino.

GRAN BRETAGNA Mancanza di leggi sulla programmazione commerciale: nascita dei primi ipermercati come riqualificazione di grandi edifici abbandonati nelle zone suburbane.

FRANCIA Città in espansione: nascita di nuovi quartieri periferici che portano allo sviluppo dei centri commerciali, per rispondere alle esigenze degli abitanti troppo lontani dal centro città.

ITALIA

NASCITA E SVILUPPO

Lenta ripresa economica nel periodo del dopo guerra.

1971 Nascita della legge 426: definizione delle speciali autorizzazioni per la costruzione di punti vendita.

ANNI '70

Introduzione della formula distributiva del centro commerciale che segue la formula francese.

Presenza di un grande polo di attrazione (ancora) intorno al quale si sviluppano punti vendita di modeste dimensioni.

1980 Espansione del centro commerciale in tutte le regioni d'Italia ancora legati alla formula distributiva francese

FINE ANNI '80 Nascita delle prime sfide di mercato: il modello dello shopping center alla francese, che si concentra esclusivamente sull'ipermercato, non basta a rispondere a tutte le esigenze e aspettative dei clienti.

ANNI '90 Nascita di altri modelli di centro commerciale, differenti, a seconda del luogo geografico in cui sorgono, nelle dimensioni e nella formula distributiva.

Conformemente con le trasformazioni della città, che dipendono principalmente dalle esigenze e dal modo in cui l'uomo sfrutta gli spazi, l'evoluzione del centro commerciale, di pari passo con quella tecnologica, informatica e delle telecomunicazioni, dipende strettamente dalla **costante evoluzione dell'esigenze del cittadino di sfruttare al meglio gli spazi**.
Anche nel caso della pianificazione urbana, possono essere trovati dei collegamenti tra città e centro commerciale. Tale strumento, in una società complessa e fortemente tecnologica come quella odierna, serve, infatti, per tutelare i diritti ed **offrire migliori condizioni di vita** al cittadino, basandosi sull'analisi di diversi aspetti, criteri, necessità e problematiche.
Attraverso la pianificazione degli spazi commerciali, infatti, si è in grado di riconfigurare l'atmosfera della città, intervenendo nei contesti urbani già consolidati o creando nuovi spazi destinati all'utente, imponendosi come mezzo di comunicazione e condivisione e non solo come mezzo di consumo.
Da questa comunione di fattori scaturisce l'**inscindibilità tra spazi pubblici e luoghi del commercio**, che porta, in modo inconsapevole, il consumatore a concepire lo shopping center, non solo come uno strumento di consumo ma anche come un luogo d'incontro, dove è piacevole trascorrere il proprio tempo libero.
Nonostante, però, i grandi centri commerciali rappresentino una significativa istituzione nella cultura moderna occidentale, le attività dei consumatori, svolte all'interno di essi, sono state spesso sottovalutate. Per questo motivo, il *Journal of Retailing*, esplora l'esistente relazione tra centri commerciali e consumatori, attraverso il concetto di habitat[5]. Nella ricerca, con concetto di habitat, si intente, lo "spazio fisicamente circoscritto in cui si trovano normalmente i consumatori", i quali possono essere suddivisi in gruppi in base al comportamento che assumono nell'interagire con il centro commerciale e a seconda dei tipi di benefici che ricercano. Lo studio afferma che gli individui saranno più abbondanti laddove le condizioni dell'habitat soddisfano maggiormente il loro ideale di spazi per il consumo. La base per determinare l'habitat ideale

5 "The shopping mall as Consumer Habitat", Journal of Retailing, volume 70, No. 1, 1994 pp. 23-42.

è la ricerca dei benefici che attirano i consumatori.A tale scopo, è importante identificare i fattori di attrazione basandosi su un mercato segmentato, in modo da comprendere al meglio il tipo di strategie da sviluppare all'interno dei centri commerciali. Questo tipo di studio è stato sviluppato per la prima volta presso il *College of Business & Economics* degli Emirati Arabi. Nel documento *"Shopping malls attractiveness: a segmentetion approach"*[6] vengono identificati sei fattori di attrazione del centro commerciale dal punto di vista degli acquirenti: comfort, intrattenimento, diversità, tipologia di negozi, comodità e lusso.
In base allo studio comportamentale degli acquirenti si è arrivati anche a definire tre segmenti di shopper mall, per ognuno dei quali sono stati riconosciuti diversi fattori determinanti il desiderio di rimanere all'interno del centro commerciale. Il concetto di soddisfazione del cliente viene ulteriormente studiato negli anni e nell'articolo *"Sources of customer satisfaction with shopping malls: A comparative study of different customer segments"*[7], viene considerato come la reazione emotiva di un individuo alla valutazione personale dell'esperienze vissute all'interno del centro commerciale. Il livello di soddisfazione, infatti, è il risultato di una valutazione di quanto l'esperienza corrisponda alle aspettative. Il divario tra esperienza e aspettativa diminuisce man mano che il consumatore diventa familiare con il prodotto o il servizio che gli viene proposto. Le esperienze dipendono, a loro volta, dalla performance percepita che si pone come miglior costrutto per spiegare la variazione nella soddisfazione del cliente. Da queste ricerche, quindi, è emerso il forte impatto che spazi confortevoli, accattivanti e gradevoli, con un alto potenziale di intrattenimento e interazione sociale, possano avere nell'attrarre anche solo un determinato segmento di clientela, verso gli spazi destinati all'esperienza d'acquisto.L'atmosfera diventa una variabile da utilizzare strategicamente per creare un vantaggio competitivamente forte, per creare luoghi di relazione e di scambi tra imprese e pubblico al quale si riferisce, non solo attraverso strumenti di marketing e di comunicazione ma anche attraverso l'architettura e il design.

6 International Journal of Retail & Distribution Management Vol. 35 No. 11, 2007 pp. 936-950.
7 "Sources of customer satisfaction with shopping malls: A comparative study of different customer segments", The International Review of Retail, Distribution and Consumer Researc, Vol. 16 No. 1, 2006, pp 115-138

2.2 Criteri di classificazione dei centri commerciali

Nonostante non sia possibile trovare un'unica formula distributiva dei centri commerciali, il concetto di tipo, inteso come struttura della forma, capace di sviluppi molteplici, pone le basi per una possibile classificazione degli shopping center, attraverso la definizione di alcuni caratteri comuni, facendo riferimento a delle variabili che ne caratterizzano l'aspetto in funzione di criteri diversi. In questo caso sono stati presi in considerazione parametri che riguardano la funzione, la dimensione e la localizzazione.[8]

8 Fonte dati it.nielsen.com

DESTINAZIONE FUNZIONALE

1. Leasure based (rispondono a specifici target di mercato, basandosi principalmente sulle attività di entertainment con spazi dedicati al fitness, alla ristorazione, coworking..).
2. Non Leasure based (centri a tema non collegabili all'area sportiva-ricreativa).
3. Factory Outlet Centers (evoluzione tipologica dei tradizionali spacci, negozi di piccole e medie dimensioni con ampio assortimento di prodotti, che si rivolgono a bacini di utenze ampi. Presenza, talvolta, di strutture complementari dedicate al tempo libero, che arricchiscono l'offerta commerciale).

DIMESIONE

1. Piccoli centri commerciali (unico polo attrattivo, gli altri negozi presenti, di piccole dimensioni, fanno da contorno e sono presenti in quantità ridotta (n° < 10))
2. Centri monocentrici (unico polo attrattivo ma, in questo caso, i negozi presenti non fanno solo da contorno, hanno dimensioni varie e sono presenti in quantità maggiore (n°>10))
3. Centri policentrici (numero di ancore > 2)

LOCALIZZAZIONE

1. Centro commerciale Urbano: è collocato nelle aree centrali ad alta densità commerciale.
2. Centro Commerciale Periferico: è collocato in zone semicentrali o al margine dell'area urbana, a densità commerciale limitata.
3. Centro commerciale Extraurbano: generalmente ha un'attrazione sovra comunale, in aree a densità commerciale bassa, ma ben servite da vie di comunicazione.

TIPOLOGIA DI USO

1. Centri commerciali ad uso singolo: l'unico utilizzo del complesso è quello di centro commerciale.
2. Centri commerciali ad uso multiplo: complesso polifunzionale che comprende il centro commerciale e attività come quella residenziale, alberghiera, spa o uffici.

SCHEDE STUDIO TIPOLOGICHE

In base alle classificazioni precedentemente citate, sono stati sviluppati dei casi studio differenti tra loro, suddivisi principalmente per la loro localizzazione.
L'obitettivo della ricerca è stato quello di analizzare diverse tipologie di assetti, prendendo in considerazione, nello specifico, esempi di nuova costruzione ed esempi di riqualificazione di edifici già esistenti.
Partendo da casi extraeuropei, il campo si va via via restringendo con un particolare focus sui modelli torinesi, che si pongono come strumento di analisi delle strutture esistenti da cui partire per la progettazione.

Al fine di preservare le qualità spaziali dell'edificio, si è mantenuta la struttura costituita dalle colonne in cemento che permettono, grazie al vuoto centrale a tutt'altezza, di sperimentare la scala impressionante del cantiere.

Fig.29 | Vista edificio nel complesso, con affaccio sul fiume.

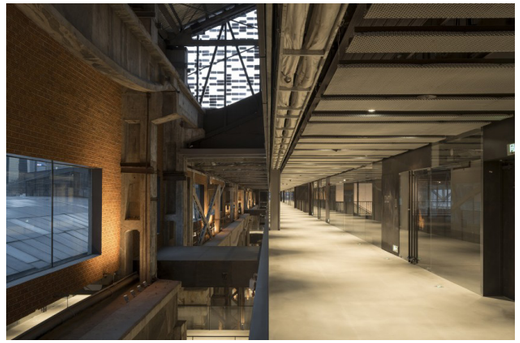


Fig.30 | Vista corridio piano primo.

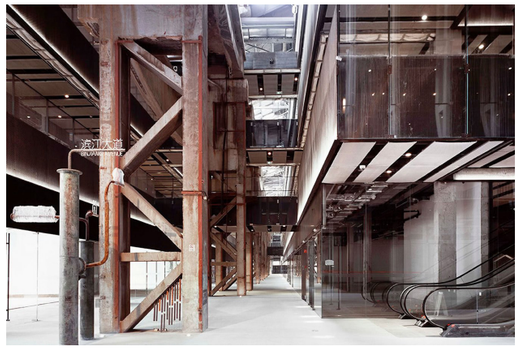


Fig.31 | Vista piano terra zona a tutta altezza.

SHIPYARD 1862

LOCALIZZAZIONE: SHANGHAI (CINA)

APERTURA: 2017

PRESENZA SUPERMERCATO: NO

ORIGINE: RIQUALIFICAZIONE ESISTENTE

LOCAZIONE: URBANO

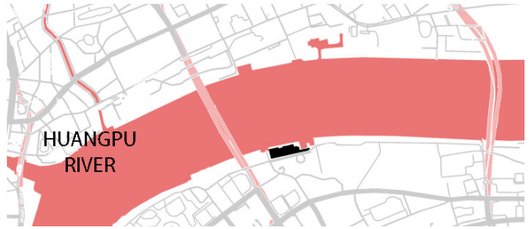
SUP. TOT: 31.626 mq

N° ATTIVITÀ: -

TIPOLOGIA: LEASURE BASED

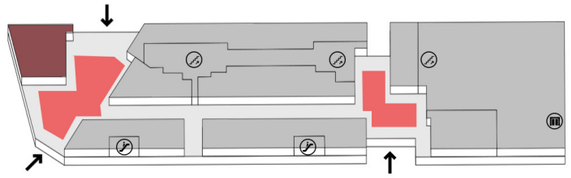
POLO DI ATTRAZIONE: POLICENTRICO

RAPPORTO OGGETTO-CONTESTO

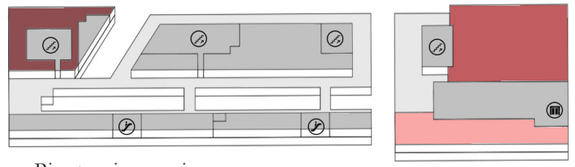


Localizzato lungo il fiume Huangpu, in una zona raggiungibile a piedi o in bici.

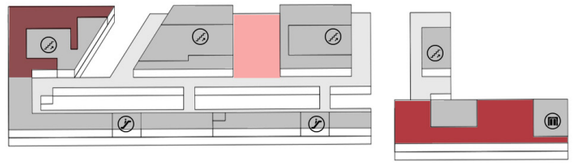
OGGETTO



Pianta piano terra



Pianta piano primo



Pianta piano secondo

↑ Ingressi principali posti sui lati lunghi dell'edificio a cui corrispondono due atri (in uno dei quali convergono due entrate) collegati a tutta altezza.

● Atri d'ingresso, collegati da un vuolto alto 30 m che corre lungo l'intera struttura.

● Spazi commerciali e di collegamento tra i tre piani tramite scale, scale mobili e ascensori.

Presenza di un mix funzionale
- Teatro
- Food court
- Zona espositiva
- Sala multimediale

LANE 189

LOCALIZZAZIONE: SHANGHAI (CINA)

APERTURA: 2017

PRESENZA SUPERMERCATO: NO

ORIGINE: NUOVA COSTRUZIONE

LOCAZIONE: URBANO

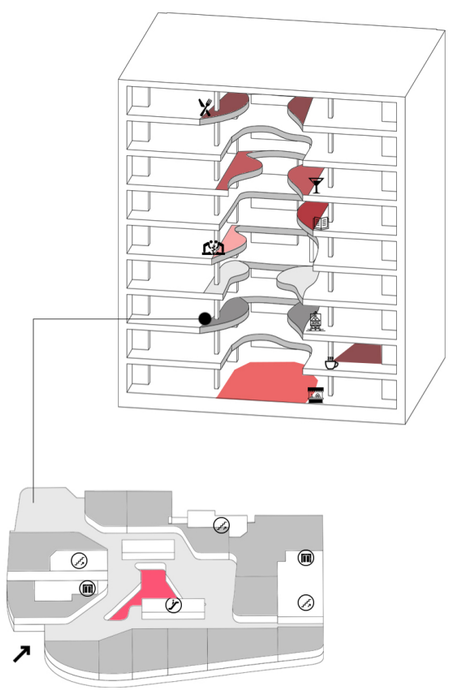
SUP. TOT: 38.800 mq

N° ATTIVITÀ: -

TIPOLOGIA: LEASURE BASED

POLO DI ATTRAZIONE: POLICENTRICO

OGGETTO



RAPPORTO OGGETTO-CONTESTO

Situato di fronte al parco Changshou, nel distretto di Putuo nel centro di Shangai in una zona residenziale.

↑ Ingresso principale, anticipato da una piazza.

Collegamento tra i diversi piani grazie alla presenza di scale mobili, scale e ascensori, posti in diverse zone dell'edificio.

● Negozi di retail

Presenza di un mix funzionale nell'organizzazione delle balconate che si affacciano sul vuoto centrale, che organizza la circolazione verticale e l'orientamento, crea una vista tra i diversi livelli e facilita una chiara visualizzazione dal secondo livello del seminterrato fino all'istallazione del lucernaio.

- Piazza del mercato
- Cocktail bar
- Food court
- Fattoria urbana
- Zona di lettura
- Zona espositiva
- Arte di strada

Assetto di un centro urbano verticale, in cui elementi della vita di strada sono mescolati con le caratteristiche del retail lifestyle e sono distribuiti in tutto l'edificio. L'organizzazione dell'edificio incoraggia il visitatore a passeggiare ed esplorare i diversi lielli del complesso, dove gli spazi commerciali seguono un layout aperto e sono punteggiati da piccoli chioschi.

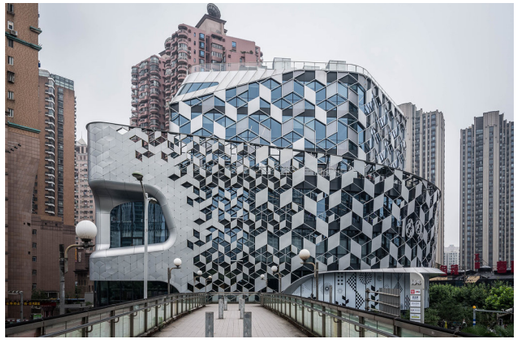


Fig.32 | Vista esterna edificio.

Fig.33 | Vista della piazza del mercato al piano terra.

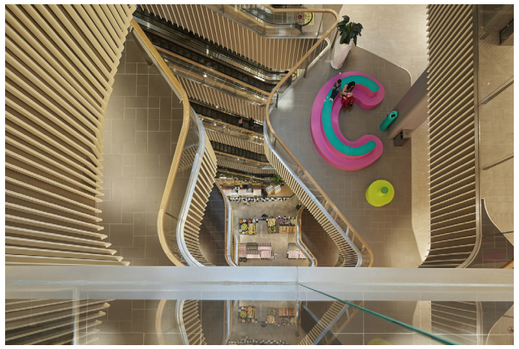


Fig.34 | Visto gioco creato dagli spazi di forma diversa che si affacciano sul "buco" centrale.

Pianta a base trapeziodale, caratterizzata da una struttura stratificata orizzontalmente. Le diverse aree dei piani di vendita, situati al piano interrato, piano terra e piano primo, sono intrecciate tramite scale mobili, le quali forniscono punti di orientamento, dividono l'edificio e forniscono l'illuminazione naturale.

Fig.35 | Vista esterna edificio.

Fig.36 | Vista piano secondo.

Fig.37 | Vista dal terzo piano verso la zona centrale di collegamento tra i tre piani.

EUROPA

KULTURBAU AND MALL

LOCALIZZAZIONE: COBLENZA (GERMANIA)

APERTURA: 2013

PRESENZA SUPERMERCATO: NO

ORIGINE: NUOVA COSTRUZIONE

LOCAZIONE: URBANO

SUP. TOT: 20.000 mq

N° ATTIVITÀ: -

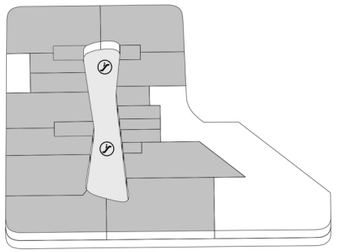
TIPOLOGIA: LEASURE BASED

POLO DI ATTRAZIONE: POLICENTRICO

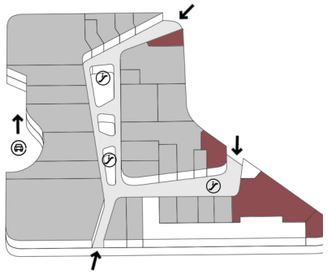
RAPPORTO OGGETTO-CONTESTO

Situato all'interno del tessuto urbano. Fa parte dell'azione di riqualificazione della piazza centrale di Coblenza, la quale collega i quartieri e ha un'importante funzione di interscambio di trasporti pubblici e flussi pedonali.

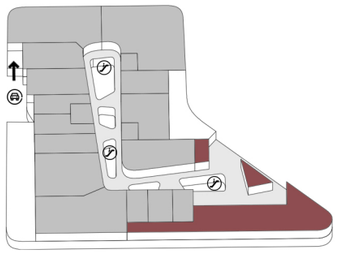
OGGETTO



Pianta piano interrato



Pianta piano terra



Pianta piano terra

↑ Ingressi principali spaziosi, due posizionati sulla piazza e uno sulla via adiacente.

↑ Ingresso parcheggi: 740 posti, situati al terzo e quarto piano dell'edificio.

Collegamento tra i diversi piani grazie alla presenza di scale mobili posizionate lungo la hall che presenta dei "vuoti" per dare maggiore visibilità tra i piani.

● Food court

BIKINI BERLIN

Recupero di uno dei maggiori simboli del paesaggio urbano di Berlino Ovest, denominato "Zentrum am Zoo", una delle poche testimonianze rimanenti della turbolenta storia del dopoguerra.

LOCALIZZAZIONE: BERLINO (GERMANIA)

APERTURA: 2014

PRESENZA SUPERMERCATO: NO

ORIGINE: RIQUALIFICAZIONE ESISTENTE

LOCAZIONE: URBANO

SUP. TOT: 40.000 mq

N° ATTIVITÀ: >50

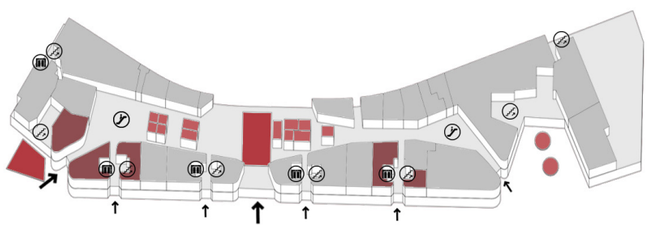
TIPOLOGIA: LEASURE BASED

POLO DI ATTRAZIONE: POLICENTRICO

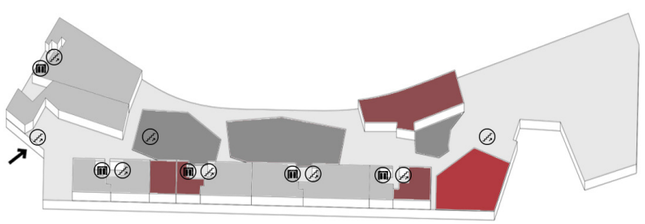
RAPPORTO OGGETTO-CONTESTO

Situato nel pieno centro storico della vecchia Berlino Ovest, offre un filtro quasi naturale tra l'isola verde costituita dallo zoo e dalle propaggini di Tiergarten e la zona dello shopping più frenetica e rinomata nel lato Ovest della città.

OGGETTO



Pianta piano terra



Pianta terrazza panoramica

↑ Due ingressi principali, uno posizionato al centro dell'asse maggiore dell'edificio, l'altro, sul lato ovest, vicino alle scale che conducono direttamente alla terrazza panoramica. Presenza di altri ingressi di secondo ordine.

Parcheggi: 223 posti auto in loco, altri aggiuntivi nelle vicinanze.

Collegamento tra i due piani grazie alla presenza di scale mobili posizionate lungo la grande hall centrale che, al piano terra, prevede la presenza di BOX POP-UP modulari. Distribuiti su tutta l'area anche scale e ascensori, che permettono un maggiore accesso alla clientela.

- Bikini Berlin boxes
- Area eventi
- Area verde
- Negozi di retail
- Food court

Distribuzione dei negozi ai lati dell'edificio, sia la pianto terra che al primo piano, i quali sono percorribili tramite un corridoio che si affaccia sulla hall sottostante, elemento distributivo ma, caratterizzato dalla presenza di scatole modulari, dal design minimalistico, in cui il locale e l'artigianale si mescolano in armonia ai colossi commerciali. Una delle maggiori attrazaioni del Bikini Berlin è la spettacolare roof terrace di 7.000 mq, accessibile gratuitamente e dalla quale si può godere di una vista mozzafiato sullo zoo e sul polmone verde.

Fig.38 | Vista esterna dell'edificio, con ingresso sulla terrazza panoramica.

Fig.39 | Vista dal piano primo sulla zona centrale del piano terra con i box temporanei.

Fig.40 | Pop-up box al piano terra.

Progetto di riqualificazione centro commerclia "Modelo" già esistente. E' costituito da due piani commerciali che si estendono in lunghezza dalla rotonda a sud (ingresso principale) fino al quartiere delle case a nord (altro ingresso per i residenti). Si presenta come un lungo percorso sinusoidale tra i vari negozi che si sviluppano lateralmente, talvolta da un solo lato, talvolta su entrambi.

Fig.41 | Vista ingresso principale.

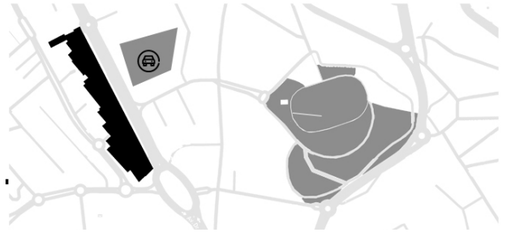
Fig.42 | Vista su una delle piazze di sosta con connessione al piano superiore tramite scala mobile

Fig.43 | Vista della zona ristoro.

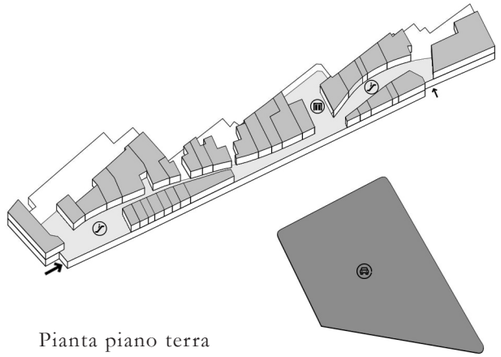
8° AVENIDA

LOCALIZZAZIONE: SÃO JOÃO DA MADEIRA (PORTOGALLO)
APERTURA: 2007
PRESENZA SUPERMERCATO: SI
ORIGINE: RIQUALIFICAZIONE ESISTENTE
LOCAZIONE: URBANO
SUP. TOT: 30.500 mq
N° ATTIVITÀ: 125
TIPOLOGIA: LEASURE BASED
POLO DI ATTRAZIONE: POLICENTRICO

RAPPORTO OGGETTO-CONTESTO



Situato a 20 minuti da un'area di influenza, si trova in una delle vie più importanti della città ed ha una rete di accesso diversificata.



Pianta piano terra

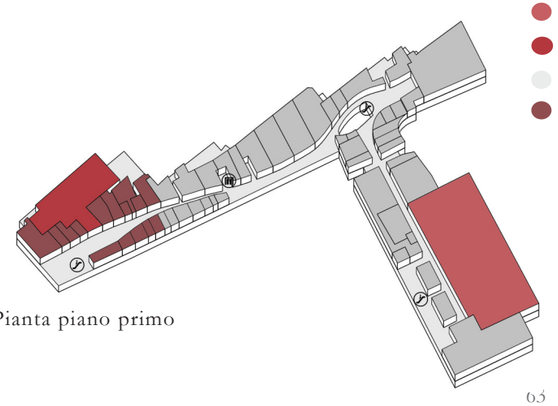
↑ Ingresso principale sul lato sud della struttura.

Parcheggio: sotterraneo e esterno per un totale di 1.700 posti auto.

Collegamento tra i due piani commerciali tramite scale mobili, poste sul corridoio sinuoso che percorre l'intera struttura e che si apre in una piazza all'ingresso sud.

Distribuzione delle ancore all'interno dell'edificio in modo sparso

- Supermenrcato
- Cinema
- Negozi di retail
- Food court



Pianta piano primo

VASCO DE GAMA

LOCALIZZAZIONE: LISBONA (PORTOGALLO)

APERTURA: 1999

PRESENZA SUPERMERCATO: SI

ORIGINE: NUOVA COSTRUZIONE

LOCAZIONE: URBANO

SUP. TOT: 48.914 mq

N° ATTIVITÀ: 165

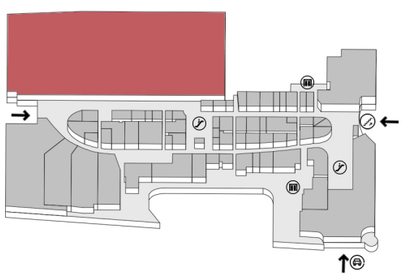
TIPOLOGIA: LEASURE BASED

POLO DI ATTRAZIONE: POLICENTRICO

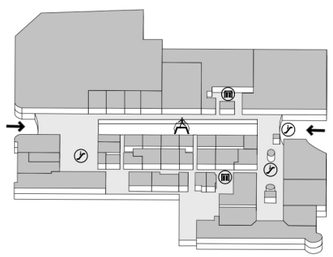
RAPPORTO OGGETTO-CONTESTO

Posizione centrale, a 10 minuti dal centro di Lisbona e a 5 minuti dall'aeroporto internazionale. Facilmente raggiungibile grazie ad un'efficiente rete di trasporti con accesso diretto al centro commerciale.

OGGETTO



Pianta piano interrato



Pianta piano terra

Pianta piano primo

↑ Ingresso principale posto di fronte alla stazione di Lisbona Oriente. Presenza di un altro ingresso nel lato opposto, al quale si può accedere sia al piano interrato, tramite scale, sia al piano primo grazie all'utilizzo di scale mobili.

Ingresso parcheggio: 2.523 posti auto al chiuso.

Collegamento tra i tre piani tramite scale mobili, ascensoli e passerelle.

Distribuzione delle ancore all'interno dell'edificio in modo sparso

- Supermercato
- Cinema
- Area verde
- Negozi di retail
- Food court

Progetto di riutilizzo dell'area expo di Lisbona. Distribuito su tre piani su uno spazio di percorrenza che va via via diminuendo man mano che saliamo di piano, per lasciare una vista a tutt'altezza dell'edificio. I piani sono ben collegati con ascensori, passerelle escale mobili, che creano prospettive sempre diverse.

Fig.44 | Vista ingresso principale dalla stazione collegata direttamente alla struttura.

Fig.45 | Vista dal terzo piano sui sottostanti con collegamento tramite passerelle.

Fig.46 | Vista complessiva dei tre piani.

ITALIA

Recupero urbano di Valle Aurelia. Zona commerciale che offre un'esperienza in un'area archeologica con interessanti espressioni architettoniche. Distribuzione dinamica su quattro livelli dei negozi che si affacciano a picco sulla galleria semiaperta e non climatizzata, la quale culmina con una piazza ad uso pubblico.

Fig.47 | Vista ingresso piano secondo.

Fig.48 | Vista sulla galleria del piano terra.

Fig.49 | Vista zona centrale di smistamento.

CENTRO COMMERCIALE AURA

LOCALIZZAZIONE: ROMA

APERTURA: 2018

PRESENZA SUPERMERCATO: SI

ORIGINE: RIQUALIFICAZIONE ESISTENTE

LOCAZIONE: URBANO

SUP. TOT: 20.000 mq

N° ATTIVITÀ: 60

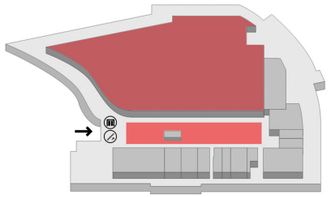
TIPOLOGIA: LEASURE BASED

POLO DI ATTRAZIONE: POLICENTRICO

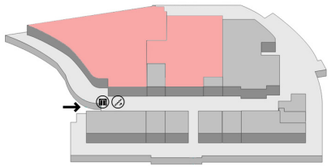
RAPPORTO OGGETTO-CONTESTO

Collocato tra due grandi vie di connessione alla città che lo rendono facilmente raggiungibile. Collegato alla linea metropolitana e ferroviaria. Presenza di pista ciclopedonale che permete di attraversare l'area.

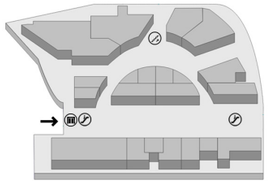
OGGETTO



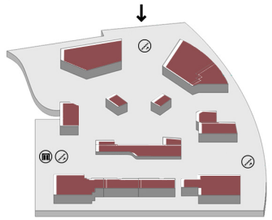
Pianta piano terra: beni di prima necessità



Pianta piano primo: shopping



Pianta piano secondo: marchi di tendenza



Pianta piano terzo: spazi di aggregazione e ristoro

↑ Diversi ingressi distribuiti sui diversi piani, quelli principali che si affacciano su strada, permettono di accedere, uno direttamente al secondo piano, l'altro al primo, dai lati opposti della galleria. I vari livelli, in cui sono distribuiti i negozi, sono collegati ai piani superiori grazie alla presenza di scale mobili, scale e ascensori, posizioniati principalmente ai due estremi della galleria.

parcheggi: 600 posti auto (parcheggio coperto).

Distribuzione sparsa delle ancore

- Supermercato
- Negozi
- Food court
- Galleria centrale di distribuzione

ANTEGNATE GRAN SHOPPING

LOCALIZZAZIONE: BERGAMO

APERTURA: 2009

PRESENZA SUPERMERCATO: SI

ORIGINE: NUOVA COSTRUZIONE

LOCAZIONE: SUBURBANO

SUP. TOT: 35.000 mq

N° ATTIVITÀ: 90

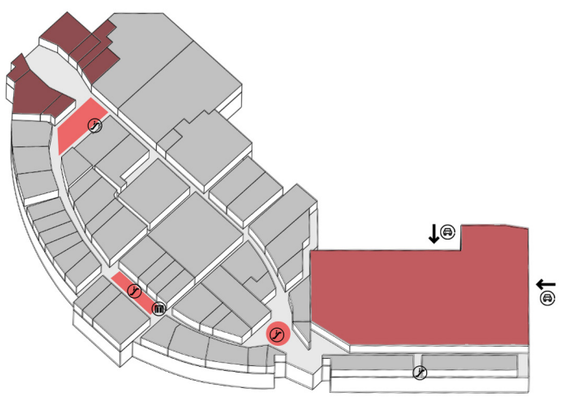
TIPOLOGIA: FACTORY OUTLET CENTER

POLO DI ATTRAZIONE: POLICENTRICO

RAPPORTO OGGETTO-CONTESTO

Posizione strategica tra Milano, Brescia e Bergamo. Facilmente raggiungibile sia da Nord che da Sud (S.S. 498), e da Est e Ovest (strada provinciale 11).

OGGETTO



Pianta piano primo

↑ Ingresso parcheggi. 2.000 posti auto che occupano interamente il piano terra.

Ingressi posizionati nelle tre piazze di distribuzione, accessibili grazie alla presenza di scale mobili, scale e ascensori, che portano direttamente ai parcheggi del piano terra.

Distribuzione sparsa delle ancore

- Supermercato
- Food court
- Piazze di distribuzione
- Negozi di retail

Si sviluppa su tre livelli che comprendon la parte commerciale, quella dei servizi e un'area di parcheggio.
All'interno la strutura è caratterizzata da un percorso a galleria, con l'ancora (supermercato) posizionata ad un estremo del centro e la food court in quello opposto. Presenza di tre piazze che permettono la distribuzione e definiscono il percorso.

Fig.50 | Vista ingresso principale.

Fig.51 | Vista sulla zona dedicata alla ristorazione

Fig.52 | Vista zona d,ingresso dalle scale mobili.

Esempio notevole di come un intervento per la realizzazione di strutture commerciali nell'ambito di programmi complessi per la riqualificazione di aree urbane dismesse, possa diventare esso stesso un elemento di ricomposizione urbana. Grande complesso suddiviso in due livelli. Grande piazza centrale, come punto di accesso (dall'esterno e dai parcheggi sotterranei) e di snodo sui due piani.

Fig.53 | Vista ingresso principale con affaccio sulla piazza

Fig.54 | Vista dal primo piano sulla piazza centrale di ingresso e distribuzione

Fig.55 | Vista sull'ingresso principale

CENTRO COMMERCIALE FRECCIA ROSSA

LOCALIZZAZIONE: BRESCIA

APERTURA: 2007

PRESENZA SUPERMERCATO: SI

ORIGINE: RIQUALIFICAZIONE ESISTENTE

LOCAZIONE: URBANO

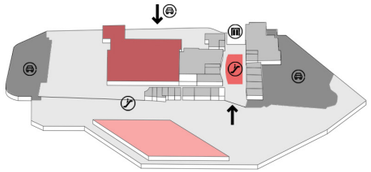
SUP. TOT: 28.000 mq

N° ATTIVITÀ: 120

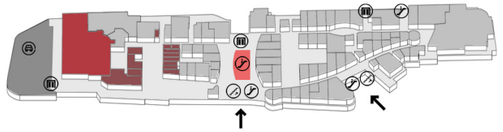
TIPOLOGIA: LEASURE BASED

POLO DI ATTRAZIONE: POLICENTRICO

OGGETTO



Pianta piano terra



Pianta piano primo

RAPPORTO OGGETTO-CONTESTO

Collocato sull'anello che circonda il centro storico della città, a 200 m dalla stazione ferroviaria e dal terminal degli autobus. Facilmente raggiungibile dalla tangenziale di Brescia.

↑ Ingresso principale posto al piano terra sul lato della piazza pedonale. Altri due ingressi con accesso diretto al primo piano sono presenti nello stesso lato dell'edificio, quali si accede tramite scala mobile, scala o ascensore.

↑ Ingresso parcheggi sotterranei. Parcheggi con 2.500 posti auto in 80.00 mq di superficie.

- Palestra
- Piazza centrale di accesso, di distribuzione e collegamento tra i due piani
- Negozi di retail

Distribuzione sparsa delle ancore

- Cinema multisala
- Food court
- Supermercato

I VIALI SHOPPING PARK

LOCALIZZAZIONE: NICHELINO

APERTURA: 2017

PRESENZA SUPERMERCATO: SI

ORIGINE: NUOVA COSTRUZIONE

LOCAZIONE: SUBURBANO

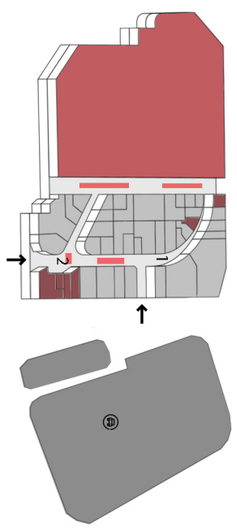
SUP. TOT: 42.000 mq

N° ATTIVITÀ: 90

TIPOLOGIA: FACTORY OUTLET CENTER

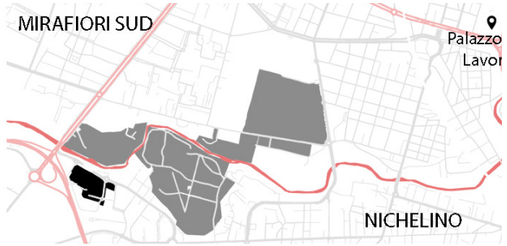
POLO DI ATTRAZIONE: MONOCENTRICO

OGGETTO



Pianta piano terra

RAPPORTO OGGETTO-CONTESTO



Ben integrato con il tessuto urbano e collocato nel cuore di una direttrice di trasporto. E' facilmente raggiungibile in auto (tangenziale sud), tram, bici (il progetto prevede la creazione di una nuova pista ciclabile).

↑ Ingressi posizionati lungo due lati del complesso, uno direttamente collegato al parcheggio esterno.

Parcheggi: 2.950 posti auto esterni, di cui 470 coperti

Principale ancora posta infondo al complesso

- Supermercato
- Zona di sosta e aree gioco bambini
- Negozi di retail
- Food court

Aggregato di più elementi. Galleria commerciale costituita da un corridoio centrale che permette al visitatore un percorso tra i negozi articolato da alcune stazioni di sosta, di gioco e di informazione che arricchiscono il paesaggio degli interni.

Fig.56 | Vista esterna edificio, ingresso principale.

Fig.57 | Vista su un'area usata come zona gioco per i bambini.

Fig.58 | Vista sulla piazza di dislocazione tra i corridoi di collegamento.

TORINO

L'area è un organismo di edifici diversi in cui ogni volume ha una funzione. Organizzazione dello spazio attorno ad una piazza esterna centrale, attraversabile da una passerella e raggiungibile attraverso i tappeti mobili, che collega i negozi che si affacciano direttamente su strada e quelli più interni dell'edificio di maggiore grandezza.

Fig.59 | Vista del complesso: collegamento tramite passerelle.

Fig.60 | Vista piazza centrale dei negozi al piano terra e terrazza superiore.

Fig.61 | Veduta dei diversi moduli con altezze e caratteristiche differenti.

PARCO DORA

Progetto facente parte di un più vasto disegno di trasformazione urbanistica della Spina 3. Territorio che, fino agli ultimi anni del Novecento, ospitava i vastissimi impianti della Fiat e della Michelin.

LOCALIZZAZIONE: TORINO

APERTURA: 2013

PRESENZA SUPERMERCATO: SI

ORIGINE: RIQUALIFICAZIONE ESISTENTE

LOCAZIONE: URBANO

SUP. TOT: 38.620 mq

N° ATTIVITÀ: 45

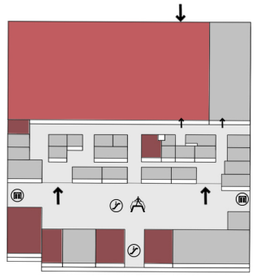
TIPOLOGIA: LEASURE BASED

POLO DI ATTRAZIONE: POLICENTRICO

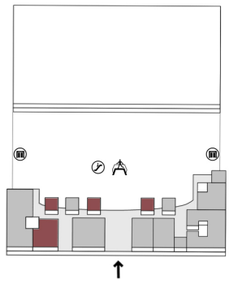
RAPPORTO OGGETTO-CONTESTO

Posizionato nel lotto Michelin, sulla sponda sud della Dora e del Parco post-industriale, che si pone come elemento connettivo degli interventi che hanno definito il massiccio mutamento di questa parte della città. Facilmente raggiungibile in auto dalla Tangenziale, in bus e presenza della stazione ferroviaria Dora.

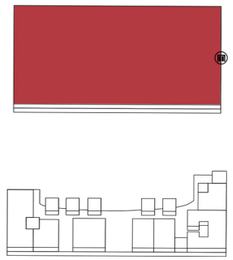
OGGETTO



Pianta piano interrato



Pianta piano terra



Pianta piano primo

- Supermercato
- Cinema
- Negozi di retail
- Food court

↑ Due ingressi principali: uno su strada che permette l'accesso al complesso dal primo piano e, tramite una passerella, il collegamento con l'edificio più grande e uno dal lato dei parcheggi, sul retro della struttura. Ulteriori accessi vengono rappresentati per chiarire gli ingressi al centro direttamente dalla piazza centrale.

Parcheggi posizionati sul retro del complesso: 3.300 posti auto. di cui 2.700 coperti.

Collegamenti tra le diverse zone dell'edifiio tramite scale mobili e ascensori. Due passerelle che collegano gli edifici prospicienti la strada con la struttura più grande, sia al piano terra che al primo piano.

8 GALLERY

Progetto facente parte di un più vasto disegno di trasformazione urbanistica di uno dei principali stabilimenti di produzione della fabbrica automobilistica FIAT.

LOCALIZZAZIONE: TORINO

APERTURA: 2002

PRESENZA SUPERMERCATO: SI

ORIGINE: RIQUALIFICAZIONE ESISTENTE

LOCAZIONE: URBANO

SUP. TOT: 23.400 mq

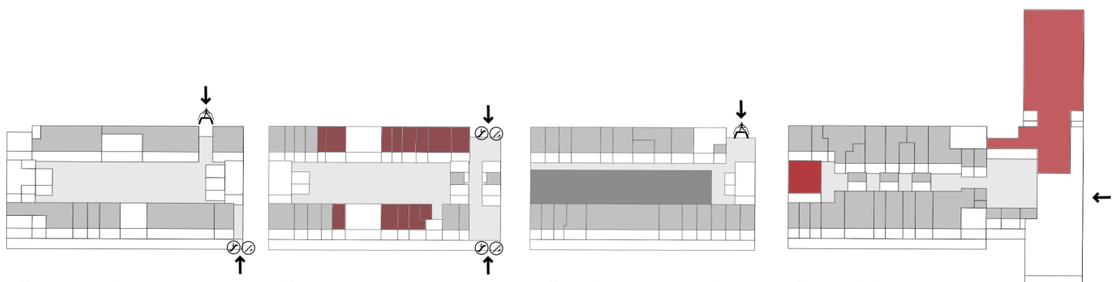
N° ATTIVITÀ: 105

TIPOLOGIA: LEASURE BASED

POLO DI ATTRAZIONE: POLICENTRICO

RAPPORTO OGGETTO-CONTESTO

Situato nel quartiere Nizza Millefiori, chiuso tra Via Nizza e un ramo del passante ferroviario, adiacente al quartiere Lingotto. Raggiungibile con la metro e in auto.



Corte giochi — Corte ristorazione — Giardino meraviglie — Corte del cinema

↑ Cinque ingressi principali: due raggiungibili da Via Nizza tramite scala mobile e scale
Tre, invece, dal lato opposto. Due di questi, accessibili tramite passerella, che collega l'edificio al parcheggio e alla passerella olimpica.

Parcheggi: 4.000 posti auto.

Distribuzione delle ancore all'interno dell'edificio in modo sparso

- Supermercato
- Cinema
- Negozi di retail
- Food court
- Giardino

Il centro commerciale occupa tutto il primo piano della palazzina centrale del complesso, dalla quale si può accedere ai piani superiori, dove sono collocati uffici di diverse aziende. Due grandi corridoi, che circondano il giardino delle meraviglie, visibile tramite ampie vetrate, permettono al visitatore di camminare lungo i negozi. Due grandi piazze, all'inizio e alla fine utilizzate per eventi e mostre.

Fig.62 | Vista su uno degli ingressi principali.

Fig.63 | Galleria che circonda il giardino delle meraviglie.

Fig.64 | Corte dei giochi.

2.3 Centri commerciali di terza generazione

Una delle classificazioni maggiormente utilizzate, per differenziare i centri commerciali, nel mondo della grande distribuzione organizzata, è legata alla generazione di appartenenza.
Non si tratta, anche in questo caso, di una suddivisione tipologica estremamente rigida, ma di un metodo per semplificare il riconoscimento delle diverse categorie di strutture sul mercato.
Nella maggior parte dei casi i centri commerciali rispondono alle esigenze più svariate degli utenti, creando, in un unico luogo, diversi punti vendita, che permettono all'utente una vasta scelta, ottimizzando il rendimento del percorso d'acquisto.
Come abbiamo visto precedentemente, però, negli ultimi anni, gli acquirenti sono diventati più sofisticati e selettivi, motivo per cui, per la creazione di un centro commerciale, non basta esclusivamente pensare all'inserimento di negozi ricercati e riconosciuti, ma bisogna individuare i mezzi attraverso i quali invogliare i clienti, tramite **nuove ed eccitanti motivazioni**, che diventano i principali **elementi di attrazione** dei centri commerciali.[9]
Ciò spiega il motivo per il quale i centri commerciali di prima generazione, sono i più soggetti ad interventi di ristrutturazione, trattandosi dei centri più obsoleti, basati sulla presenza di un'ancora alimentare alla quale viene subordinata la galleria commerciale. Tale caratteristica viene superata dai centri di seconda generazione, basati principalmente sull'abbigliamento e su categorie secondarie subordinate ad esso.
I centri di terza generazione o specializzati in un settore, al contrario, non sono destinati a soddisfare le necessità primarie dell'utente, ma rispondono a bisogni di beni e servizi secondari.
Il loro maggiore punto di attrazione è costituito da una serie di attività commerciali specializzate e qualificate, che diventano le ancore dell'intero sistema, proponendo, altresì, attività mirate a precisi segmenti di mercato con un livello qualitativo al di sopra della media. Le categorie merceologiche sono multiple ma

9 Shopping Centers and Malls: book 2, Robert Davis Rathbun, Retail Reporting corporation, New York, 1988.

tutte legate tra loro da un'unica principale tematica, che diventa la caratteristica del centro. Ciò permetterà di offrire al cliente la sicurezza di trovare ciò di cui necessita, ma consente soprattutto di avere un riscontro immediato su prodotti simili tra loro.
In Italia ne esistono pochi esemplari ma le tematiche più ricorrenti sono quelle che riguardano il benessere, la salute, il lusso, la promozione dei prodotti del territorio, attraverso la valorizzazione di elementi del tutto biologici e naturalistici.
Un esempio torinese di questo tipo può essere considerato il Mercato Centrale, già presente in altre città come Roma e Firenze, che, attraverso questo centro, rinnoveranno il concetto di mercato e di luogo del cibo, attraverso l'utilizzo degli spazi non solo come botteghe del gusto in cui poter acquistare i prodotti, che oscillano dallo street food a ristorati stellati, ma prevedendo anche spazi dedicati all'organizzazione di mercatini a tema, scuole di cucina e sommelier, il tutto accompagnato da eventi di musica e arte contemporanea.
Quello che era l'immenso mercato nel cuore di Torino diventa, così, contenitore non solo di gastronomie ma soprattutto di luoghi culturali e sociali, attraverso un sempre attivo scambio di storie, idee e opinioni, con lo scopo principale di restituire centralità alla figura degli artigiani e creare un luogo per eventi culturali legati ad una tematica cara alla città.
Di futura realizzazione sarà, invece, la rifunzionalizzazione del Margherita d'Este, primo centro commerciale di Brescia che cerca di rinnovarsi attraverso la creazione di un centro commerciale interamente dedicato al bio, tornando così ad essere un luogo di iniziative, ispirandosi all'attualità. Si tratta, quindi, di un'innovazione rispetto ai classici centri commerciali, con i quali ormai non può più competere cercando di essere nuovamente un polo di attrazione, attraverso l'unicità della tematica del biologico e dell'ecosostenibile. I tre piani saranno quindi divisi in modo tale da avere al piano terra locali dedicati alla ristorazione vegani e vegetariani, nei piani successivi tutto ciò che ha a che fare con il benessere naturale, negozi di prodotti bio..

03 NON SOLO COMMERCIO, NON SOLO SPORT: IL PROGETTO DI RIUSO

3.1 Genesi del progetto di rifunzionalizzazione

"Riusare conviene, riduce il prelievo di materie prime e la produzione di rifiuti, promuove condivisione di gusti e stili di vita, e aumenta l'occupazione."

Guido Viale

Dallo studio dei singoli elementi dell'edificio ne deriva il riconoscimento dei **valori** intrinseci, come quello storico e testimoniale, che porta all'idea generale di rifunzionalizzazione del Palazzo del Lavoro, esempio di architettura espositiva, sia per le dimensioni che per l'innovazione tecnologica e costruttiva. L'approccio utilizzato si basa, dunque, su un primo attento studio dell'esistente con lo scopo di riadattarlo alle mutate esigenze, salvando e valorizzando al massimo i manufatti architettonici che, attraverso un'opera di risanamento ed integrazione, possono ancora svolgere il loro compito.
La volontà è quella di recuperare la vocazione dell'edificio, come porta sud di Torino, restituendo, così, alla città la fruizione di un'area di importanza strategica nel processo di trasformazione urbana, mantenendo **le caratteristiche di un luogo di incontro e di intrattenimento**, in cui si tende a tornare volentieri.

L'idea di base era quella di creare una stretta relazione tra l'eredità storica, mantenendo l'esistente con tutte le sue accezioni e valori, e la produzione di nuovi significati con forme del tutto avulse dalla regolarità del progetto di Nervi, la cui particolare conformazione permette di pensare ad un uso prettamente pubblico. Considerando l'ambiente interno, dunque, come una piazza al chiuso l'obiettivo principale è stato quello di creare, attraverso l'inserimento di forme di integrazione che si adattano al luogo, un ambiente che si ponga come soluzione alle necessità economiche e formali dell'edificio e del quartiere in cui si trova.
Prese in considerazione le perplessità da parte dei cittadini nel trasformare il monumento nell'ennesimo centro commerciale, come previsto nella variante del Piano Regolatore approvata nel 2009, l'idea di progetto presuppone, in parte, la stessa destinazione d'uso, associata a quella di centro sportivo, basandosi su scelte volte a rispettare e a tutelare quello che oggi può essere definito come un monumento dell'architettura del Novecento.
Per rispondere alle critiche volte a tale destinazione d'uso, principalmente mosse a favore del piccolo commercio, si è indirizzato quest'ultimo verso un taglio specifico, in modo tale da non drenare il commercio già esistente, ma con lo scopo di creare un **polo di attrazione** per quella determinata clientela interessata a quella specifica vocazione commerciale. Con ciò non si intende creare un luogo che possa essere frequentato esclusivamente da una cerchia ristretta di persone, ma lo scopo è quello di dar vita ad un **centro ibrido** che possa coinvolgere i cittadini e che favorisca l'integrazione fra le varie attività, sia agonistiche che ricreative, coniugando l'amore per lo sport con attività di fattispecie sociale e conviviale.

3.2 Analisi urbana

L'edificio, come già precedentemente affermato, si trova in un'area di accesso alla città, caratterizzata da un'urbanistica frammentaria, in cui l'impostazione rigorosa degli edifici a corte, tipica della città torinese, prevalentemente a carattere residenziale, va via via scemando man mano che si procede ad Est del Palazzo. La zona in esame, facilmente raggiungibile, segna il limite tra Torino e Moncalieri, e si caratterizza per la qualità ambientale data dalla presenza del vasto parco in riva al Po, e per spazi privi di un'identità definita, con esercizi commerciali, di vario genere, distribuiti all'interno del quartiere.

Importante nell'analisi urbana risulta lo studio del vicino Palavela di Annibale e Giorgio Rigotti, nato anch'esso per i festeggiamenti di Italia '61, con lo scopo di ospitare esposizioni e mostre.[1] Oggi stadio del ghiaccio grazie alla riprogettazione da parte di Gae Aulenti nel 2005, si afferma come punto di riferimento per la città di Torino per eventi e attività di intrattenimento in ambito sportivo, ma anche per l'allestimento di diversi spettacoli e feste.

Proprio la vicinanza con il Palavela e il parco fluviale, che collega la città da Sud a Nord, e la non convenzionalità del Palazzo del Lavoro ha portato alla concezione di un progetto che si ponga come continuazione della città, legandosi, sviluppando e sfruttando le potenzialità dei servizi che la zona già dispone, dando, così, nuovamente attività all'intera area di Italia '61 con un nuovo tema che fa da legante: lo sport.
L'idea principale era quella di ricreare una zona che potesse essere sfruttata interamente dai cittadini, attraverso passeggiate, intrattenimenti e servizi vari legati allo sport, orientando il tutto sul tipo di esperienza che si vuol far provare ai visitatori. Attraverso l'arricchimento di stimoli e opportunità e grazie alle caratteristiche intrinseche del luogo che permette di

1 Progetti e costruzioni, Giorgio Rigotti, Stamperia Artistica Nazionale, 1992.

impiegare gli spazi in modo differente rispetto ad altre parti della città, si cercherà di rendere questa zona nuovamente un luogo in cui i cittadini sono spinti ad andare per la particolarità che la contraddistingue.
La parola chiave sarà quella di **complementarità**, attraverso la creazione all'interno del Palazzo del Lavoro, di aree commerciali dedicate allo sport, che sovvenzionano e accompagnano la creazione di spazi in cui si possa svolgere attività sportiva. Attraverso questa soluzione si cerca di creare un'esperienza che non sia esclusivamente legata all'occasione dello shopping, ma la possibilità di acquisto diventa solo uno degli elementi che caratterizza il progetto più ampio, basato su un'occasione volta al recupero dell'area per la creazione di **spazi unici all'interno del territorio torinese**.

Di segiuto alcuni studi condotti sull'area che circonda il Palazzo del Lavoro, sotto alcuni degli aspetti più importanti, che permettono di definire alcune delle peculiarità della zona, che si pongono come importanti punti di riferimento e di partenza per poter definire le scelte compositive.

Fig.65 | Google heart, luglio 2019

MORFOLOGIA DEL COSTRUITO

L'area che interessò l'evento di Italia '61 è tuttora inserita in un contesto quasi inalterato, caratterizzato dalla fascia fluviale, lo sfondo della collina e il disegno dei grandi edifici espositivi. Le uniche modifiche riguardano la fascia ad ovest, urbanizzata nei due decenni successivi al centenario.

LANDMARK

1. Palazzo del Lavoro
2. Laboratori della Camera di commercio per l'estero
3. Palavela
4. Fiume Po
5. Lago Italia '61
6. Grattacielo Regione Piemonte
7. Rotonda Maroncelli

SPAZI VERDI

- Verde pubblico
- Verde privato
- Golene e coltivazioni
- Fiume e lago

TRACCIATI

- Corsi principali
- Vie secondarie
- Strade terziarie
- Sottopasso
- Percorsi pedonali
- Fiume
- Rete ferroviaria
- Fermata metro Lingotto
- Fermate autobus: linee 45, 34, 74, 1, 18, 35, 2

FUNZIONI

- Istruzione e sport
- Commercio
- Ristorazione
- Aziende

3.3 Un modulo ripetibile per uno spazio adattabile

Attraverso lo studio delle forme dell'edificio si è riusciti a definire l'utilizzo di un sistema geometrico modulare. Dalla minima unità, rappresentata da un quadrato di 1,25 m per lato, sono generati tutti gli spazi del complesso, sia in pianta che in alzato.
La distanza tra i fusi metallici è di 5 m (4 moduli), l'interasse dei pilastri perimetrali è di 10 m (8 moduli), l'altezza dei pilastri a fungo è di 25 m (20 moduli), 40 m è l'interasse tra i pilastri a fungo (32 moduli) ed infine 160 m la lunghezza dei prospetti (128 moduli).[2]
Tale modulo è stato ripreso in modo tale da definire una regola di base sulla quale creare delle variazioni attraverso una griglia modulare che permette di stabilire una forte corrispondenza tra le parti dell'edificio.
L'idea principale si basa, dunque, sull'utilizzo del Palazzo del Lavoro come una scatola che, attraverso le sue forme e le sue rigide regole compositive, pone le basi per un progetto di rifunzionalizzazione che, ad un primo sguardo, sembra essere completamente estraneo alla regolarità del complesso che ne fa da contenitore. Nella realtà, la difficoltà del progetto è rappresentata dalla messa in forma del disegno compositivo, che sfrutta **forme nuove** in modo da creare un s**egno forte**, **distaccandosi dall'esistente attraverso l'uso di un linguaggio architettonico che deve essere chiaro ed uniforme ma che, allo stesso tempo, utilizza le originarie regole progettuali dell'architettura che lo ospita**.

2 Il Palazzo del Lavoro di Torino: Da Palazzo per l'Esposizione internazionale del Lavoro a polo culturale, Grosso Adrea, Relatori Orio De Paoli, Antonio Basso Marcheis, 2016.

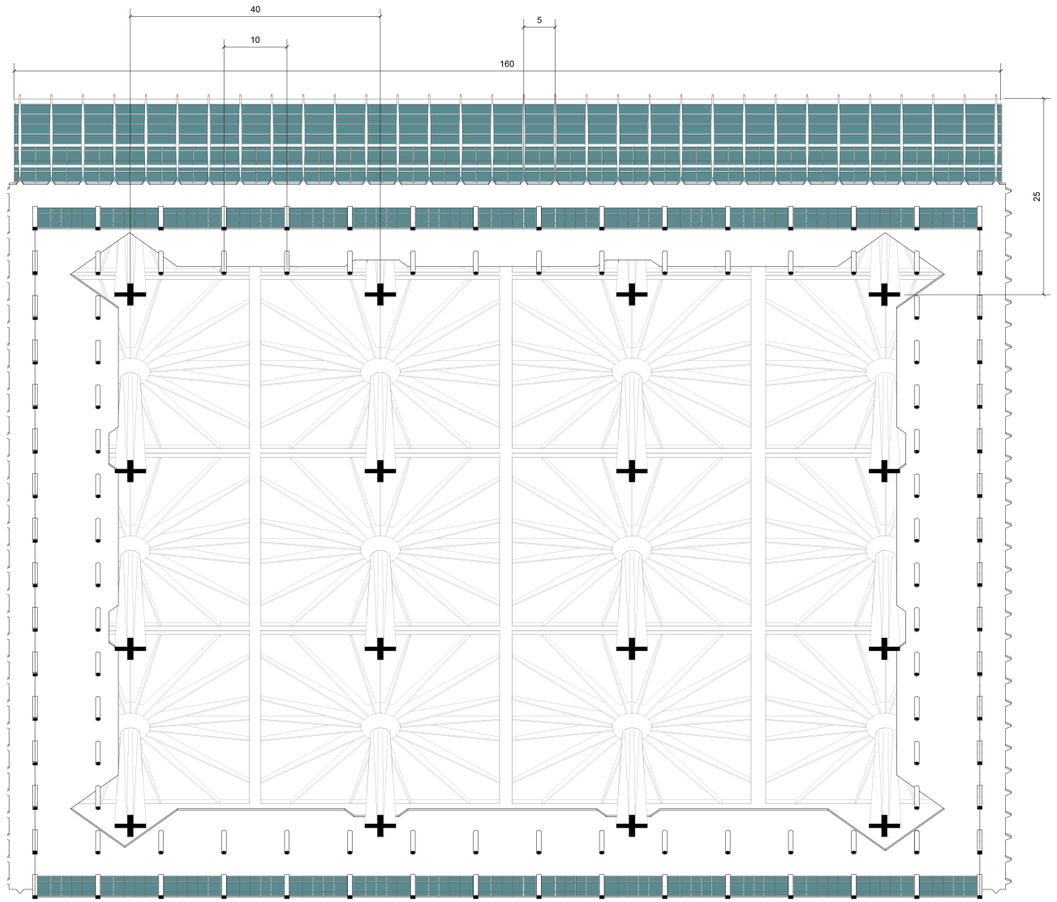
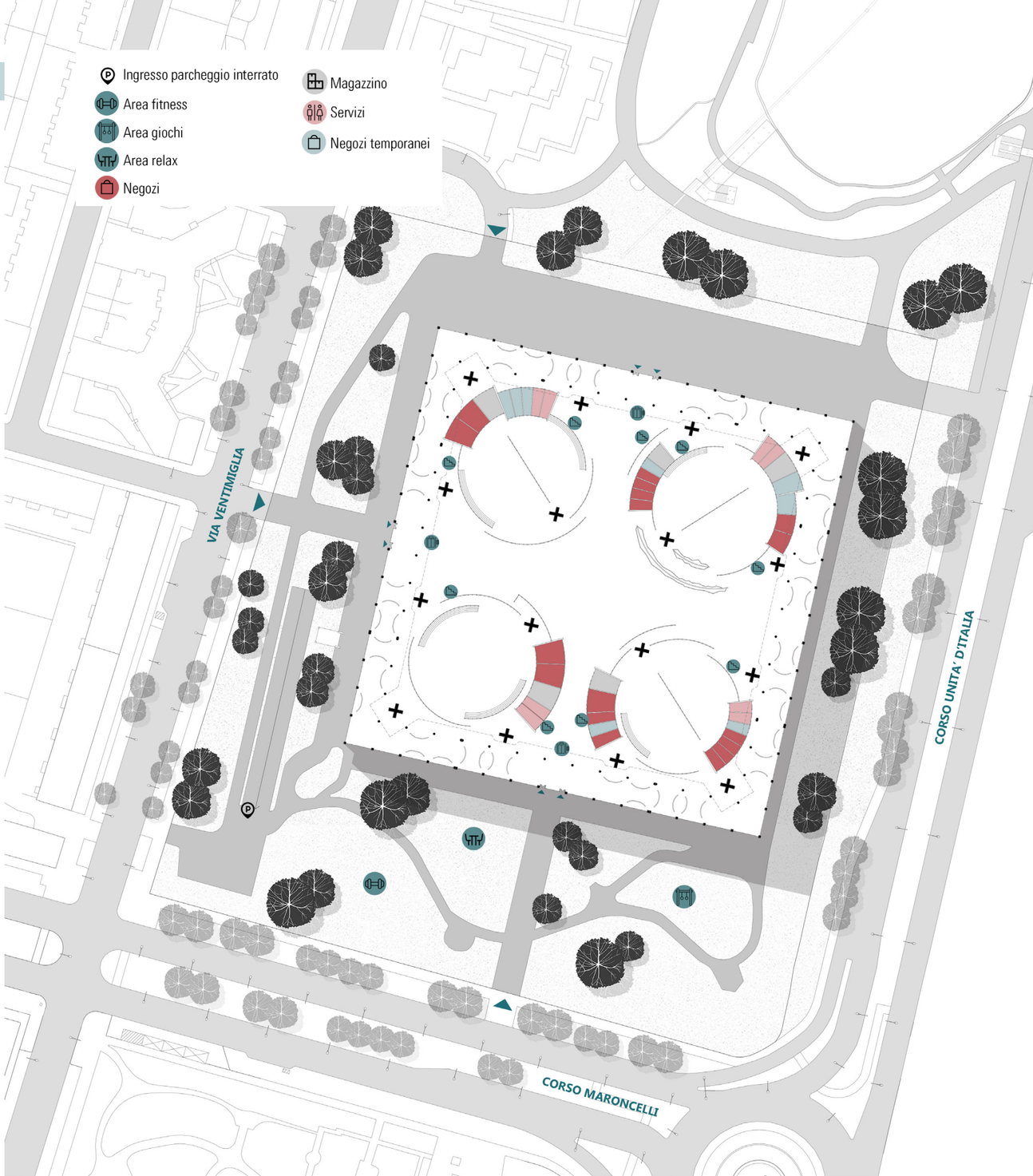


Fig.66 | Il modulo del Palazzo del Lavoro, disegno del candidato.

3.4 Un giusto equilibrio tra sport e shopping

A destra inquadramento edificio con ingressi dalle principali vie e funzioni dei volumi al piano terra.

L'enorme spazio fornito dall'edificio è stato considerato come una grande piazza coperta in cui si sviluppano, in maniera armoniosa, diverse funzioni che non sono contraddistinte da percorsi preferenziali ma l'utente gode di una grande libertà di movimento all'interno dell'edificio, per via di una vasta gamma di funzioni e scelte disponibili. Gli ingressi principali sono posti su tre lati del grande quadrato di base, uno su via Ventimiglia, uno su Corso Maroncelli e uno sul giardino di Italia '61.
Il ragionamento per lo sviluppo del progetto si è basato su diversi sistemi che si distribuiscono su due piani dell'edificio: uno connesso allo svolgimento dello sport, uno alle singole attività (bar, ristoranti, servizi) e uno legato al percorso commerciale, tutti caratterizzati da un **fortissimo rapporto con la pelle esistente** e tutti in continua connessione tra loro.
Gli elementi che principalmente contraddistinguono il progetto e che si differenziano per la loro eterogeneità, sono i quattro nuclei autonomi che suddividono la vasta area, difficile da gestire nella sua interezza, in spazi più racchiusi. Con lo scopo di creare zone che non siano totalmente chiuse, per svolgere diverse attività contemporaneamente, sfruttando al massimo le grandi dimensioni dell'edificio, si ricercheranno **forme organiche**, in modo da generare un percorso attraverso il quale l'utente possa avere un'**interazione sempre diversa** ma costante con l'esistente.



Fin dal principio i quattro nuclei erano stati creati a ridosso delle maglie quadrate disegnate dall'unione dei quattro pilastri a partire dagli angoli dell'edificio; in un primo momento, tali quadrati rappresentano il tratto rigido all'interno del quale iscrivere i cerchi che definiscono spazi più chiusi e ancora molto poco flessibili.
In secondo luogo, al fine di creare un segno ancora più tangibile, è stata attuala una dilatazione degli spazi verso il centro della "piazza", in modo da distaccarsi dalla rigida disposizione di base dell'edificio e creare un disegno continuo che si sviluppi cercando il più possibile la disomogeneità. In questo caso, però, si era ritenuto necessario allungare il solaio isostatico esistente, creandone una nuova porzione che permettesse una connessione e una continuità tra la nuova e la vecchia costruzione, idea accantonata per non andare ad intaccare la forma esistente e per non aggravare sul peso della soletta.

Qui di seguito sono riportate le foto del modello di studio in scala 1:200 che ha peresso di ragionare sulle forme, le dimensioni, gli spazi e le possibili soluzioni compositive.

Sequenza di montaggio del modello fisico in scala 1:200. Distribuzione volumi al piano terra (Fig.67), Aggiunta della porzione di solaio perimetrale (Fig.68), Inserimento edifici facenti parte dei nuclei al piano primo (Fig.69), Distribuzione edifici piano primo (Fig.70), Visione d'insieme: rapporto con i pilastri (Fig.71 - Fig.72)

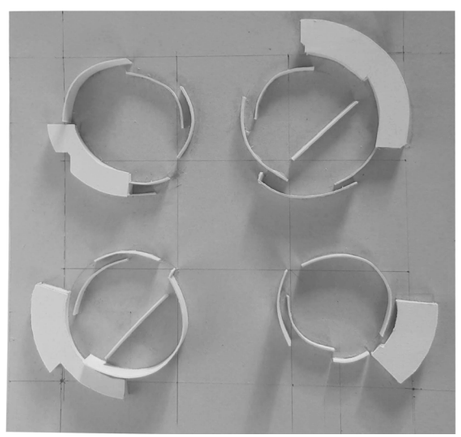


Fig.67

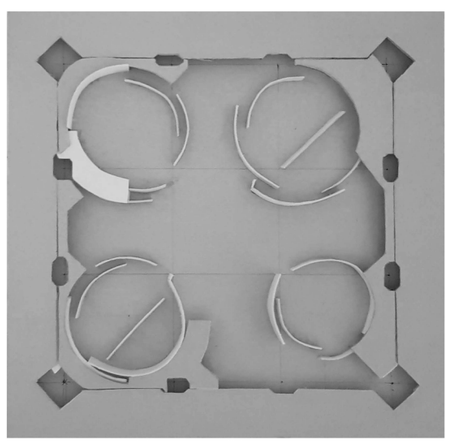


Fig.68

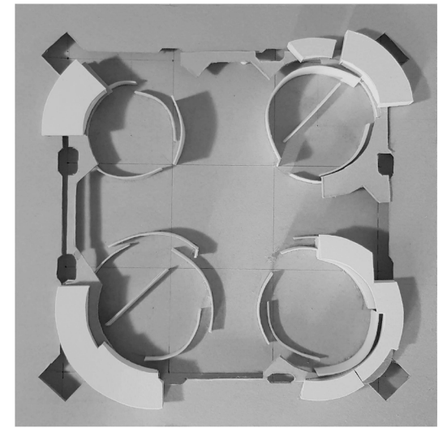


Fig.69

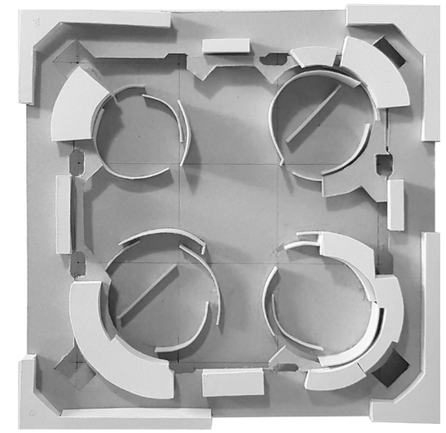


Fig.70

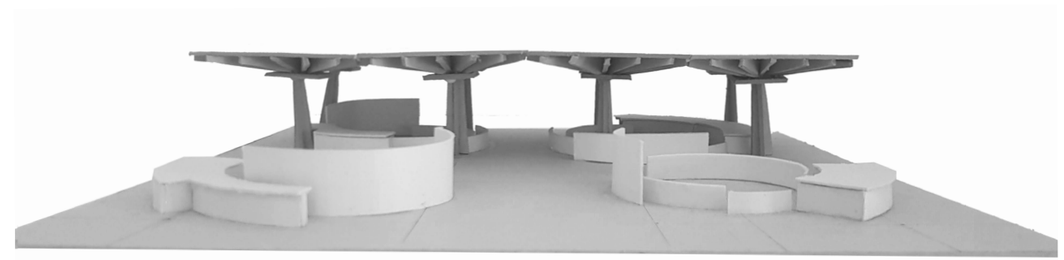


Fig.71

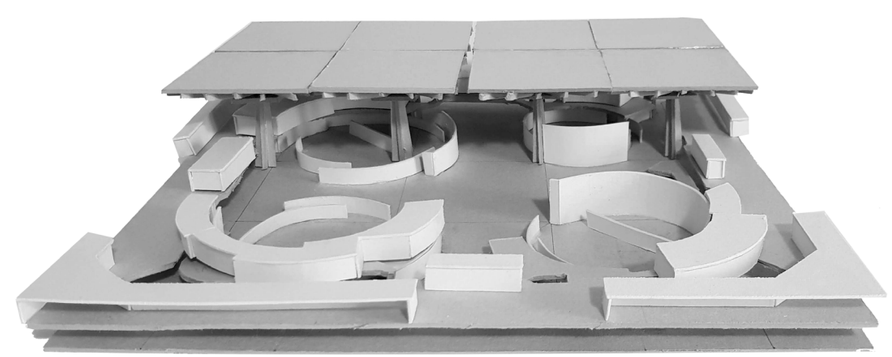


Fig.72

Il concept

La soluzione definitiva è stata raggiunta ragionando a partire dalle maglie quadrate che scandiscono l'edificio, da cui sono stati definiti i quattro punti base per il tracciamento delle circonferenze. Da tali **cerchi concentrici**, per ogni nucleo, sono stati creati **setti** di diverse dimensioni, utilizzando, anche in questo caso, la **ripetizione del modulo**, in modo tale da definire gli spazi che scandiscono il susseguirsi dei cerchi con diverse funzioni: talvolta creano zone d'ingresso, delimitano le diverse aree funzionali, fungono da elemento di confine per le gradinate, sono utilizzati come elemento portante per le scale o ancora rappresentano la facciata dei volumi chiusi. In questo caso, col fine di non intaccare in alcun modo la struttura esistente ma, creare una compenetrazione armoniosa, i nuovi volumi saranno caratterizzati da una **struttura autonoma**, a doppia altezza, che sembra addossarsi al solaio di Nervi ma che, in realtà, dal punto di vista strutturale si adatterà alle forme dell'elemento esistente.
La grandezza delle aree, delimitate dalle pareti curve, è diversa per ogni nucleo, all'interno delle quali si svolgeranno attività ben definite, sia al livello amatoriale sia a livello agonistico. Sono presenti, infatti, un campo da basket, un campo da pallavolo, una zona dedicata alle discipline inerenti l'arte marziale e di combattimento, un campo da beach volley, una zona attrezzata dedicata esclusivamente ai bambini con grandi vasche di sabbia, una parete di arrampicata, un campo da tennis e uno skatepark.

Nella pagina che segue le tre fasi che descrivono il ragionamento seguito per raggiungera la definitiva combinazione delle forme. Creazione dei quattro centri a partire dalle diagonali delle maglie quadrate esistenti (Fig.73), Sviluppo cerchi concentrici (Fig.74), Suddivisione delle aree attraverso la creazione di raggi (Fig.75), Sviluppo delle porzioni che delimitano gli spazi (Fig.76), Definizione dei principali setti con funzioni differenti (Fig.77).

PRIMA FASE

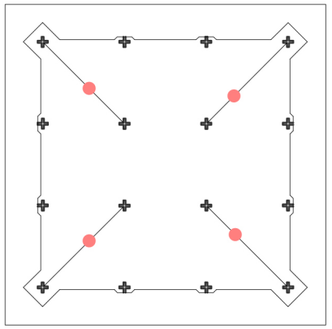


Fig.73

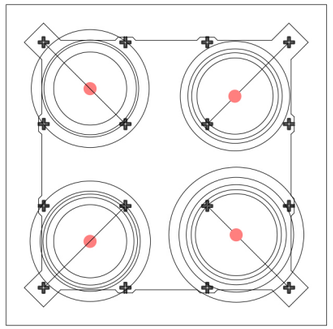


Fig.74

SECONDA FASE

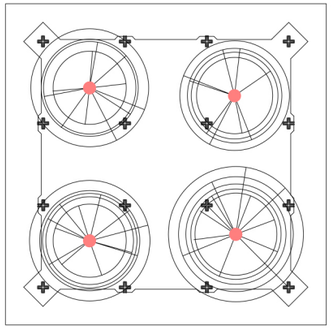


Fig.75

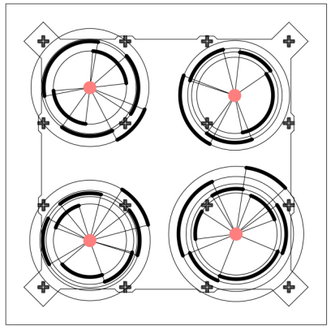


Fig.76

TERZA FASE

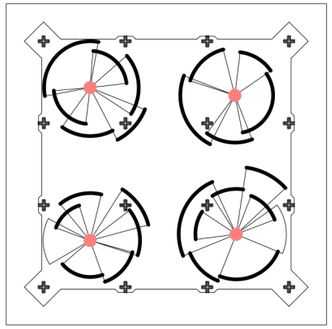


Fig.77

Con lo scopo, inoltre, di creare spazi forniti di **elevata versatilità** dal punto di vista funzionale, si adopera un principio compositivo basato sull'unione di elementi di dimensioni ridotte che si declinano per seguire le forme volute. Tutti i componenti sono studiati per formare un sistema costruttivo che funzioni e che rispetti l'idea di spazio e di qualità dell'ambiente che ci si è imposti di creare, attraverso l'uso principalmente di **elementi prefabbricati** che cambiano totalmente la percezione dello spazio all'interno dell'edificio.
Questo concetto si lega ulteriormente all'idea di creare un **segno forte**, lineare e chiaro, sviluppando una struttura che sia visibile, costituita da elementi verticali che formano lo scheletro delle pareti sinuose composte da pannelli, in modo tale da dar vita a prospetti che siano formati da una nervatura che scandisca visivamente il ritmo delle curve.
Gli elementi portanti, che danno vita all'ossatura del progetto, saranno costituiti da pilastri in acciaio cavi di forma quadrata che si sviluppano con una scansione di 1,25 metri, che equivale alla minima unità utilizzata da Nervi per il progetto del Palazzo del Lavoro. Tra tali elementi, che danno ritmo alle forme curvilinee, si alternano pannelli, di materiali diversi a seconda della funzione, che costituiscono l'elemento variabile dell'organismo. Con riferimento al sistema modulare, i pannelli, incastrati tra loro e agganciati, attraverso degli ancoraggi, ai pilastri in acciaio, saranno caratterizzati da un'altezza di 2,5 metri e da una larghezza di 1,25 metri.
Come già definito precedentemente, le pareti curve assolvono diverse funzioni, per tale motivo, i pannelli che le compongono avranno materiali diversi: i muri che fungono da elementi divisori, quelli con funzione portante per le scale e di chiusura per le tribune sono costituiti da elementi opachi, per i quali si è deciso di utilizzare lastre in gesso fibrato, connubio perfetto per ambienti soggetti a forti sollecitazioni meccaniche e ottime per la facilità e velocità di applicazione.
Tali lastre saranno ricoperte da una resina sintetica che permetterà di caratterizzare le pareti di un colore bianco, donando ad esse maggior risalto rispetto al

cemento armato a vista dell'edificio e alle strutture portanti in acciaio. Per gli ambienti, invece, dedicati alla ristorazione del primo piano e al commercio del piano terra, le facciate saranno costituite da un'alternanza di pareti opache e vetrate.
Tali elementi leggeri sono, inoltre, associati ad un'altra famiglia di oggetti in calcestruzzo, ovvero muri di tamponamento disposti radialmente in modo da intersecare le pareti curve, suddividendo e delimitando gli spazi generati dai cerchi concentrici. I muri in questione, costituiti attraverso l'utilizzo di casseri continui, rappresentano un elemento spesso e robusto che si oppone al linguaggio della struttura delle pareti in vetro o in gesso fibrato, ma che allo stesso tempo dialoga con la struttura esistente, e mette maggiormente in risalto le affusolate pareti curve.

Un'importante linea guida progettuale riguarderà l'uso dei materiali a vista, in modo tale da richiamare l'impiego del cemento armato della struttura esistente, e per rendere visibile la semplicità e la purezza delle nuove forme. Il dato strutturale, come si potrà notare successivamente, sarà considerato uno dei vincoli progettuali dal quale partire per prendere le decisioni compositive. In tal senso, nonostante l'idea iniziale fosse quella di creare le strutture chiuse interamente con tubolari d'acciaio, attraverso i calcoli strutturali si è considerato maggiormente opportuno utilizzare solamente pilastri tubolari ai quali bullonare delle travi IPE.
La soluzione adottata per riuscire a conciliare le esigenze strutturali con quelle compositive è stata quella di impiegare travi di sezione aperte di tipo IPE, trasformandole in una sezione di tipo scatolare, attraverso la saldatura di piastre alle estremità. Questo metodo, oltre a dare il risultato estetico ricercato, aumenta le capacità di sviluppare deformazioni plastiche e riduce le sollecitazioni che la struttura deve prendere in campo elastico.
Il piano terra è destinato, quindi, ad accogliere non solo aree aperte per eventuali presentazioni ed eventi e zone semiaperte per lo svolgimento di attività sportive,

ma prevede l'inserimento di zone chiuse per ospitare il commercio, fatto di piccoli, medi e grandi negozi, dimensionati in modo tale da contenere il magazzino e i servizi. Nonostante la maggior parte degli esercizi commerciali sia specializzato nella vendita di prodotti sportivi per le attività più comuni, la gamma di negozi può spaziare in modo tale da rispondere ad ogni tipo di esigenza: negozi di alimentazione specializzata, negozi di abbigliamento e attrezzature per sport estremi, negozi più ricercati per la vendita di attrezzature per sport aquatici, quali il surf o il kitesurf…

Tali aree chiuse si estendono anche al primo piano, creando delle zone ristoro a ridosso dei campi, per costituire un ulteriore luogo dal quale poter osservare gli eventi sportivi, ma anche spazi ideali per accogliere un gran numero di presenze per ogni tipo di organizzazione ricreativa.

Le aree limitrofe agli ingressi, che si distribuiscono lungo il perimetro dell'edificio, rappresentano delle zone di grande potenzialità, trattandosi del primo luogo con cui l'utente entra in contatto una volta varcata la soglia d'ingresso. Proprio per questo motivo, tali porzioni di spazio, sono state pensate per creare un percorso commerciale formato da stand aperti, dedicati a negozi temporanei o a zone espositive, che si sviluppassero lungo la galleria del piano terra, permettendo ai visitatori di passeggiare tra gli allestimenti ed osservare le bellissime nervature isostatiche, le cui curvature e forme hanno dato le linee guida per la creazione degli elementi espositivi.

Per quanto concerne l'organizzazione degli spazi al primo piano, raggiungibile tramite scale circolari e ascensori, distribuiti in tre dei quattro lati, in corrispondenza degli ingressi principali, la progettazione è pensata per moduli, tale da creare spazi che possano essere sfruttati in maniera differente a seconda delle richieste. Vengono, infatti, elaborati gli elementi divisori come prototipo da inserire nel punto di separazione desiderato, al fine di creare degli spazi

flessibili che possano essere dimensionati in modo differente a seconda della funzione di cui si necessita. Gli agganci per la creazione di questi spazi vengono strutturati in corrispondenza degli elementi verticali della facciata, riprendendo, in questo caso, lo schema dei prospetti. Queste aree modulari avranno, dunque, una cadenza di 5 metri in lunghezza, equivalente alla distanza degli elementi della facciata, e saranno caratterizzati da dimensioni differenti in larghezza e in altezza, in modo tale da accogliere diversi servizi.
Anche in questo caso, però, tali spazi, essendo caratterizzati da una forte flessibilità, potranno essere sfruttati per svolgere le più svariate attività, organizzando non solo le dimensioni degli ambienti ma anche il tipo di pannellatura desiderata, opaca o trasparente, a seconda della destinazione.
Seguendo il concetto di modularità, i prospetti di questi volumi sono stati pensati per adattarsi alla scansione verticale della facciata, creando, però, delle scatole per lo più opache, che, quindi, si sovrappongono alla stratigrafia dell'esistente, ma con cromatismi diversi. Tale scansione si contrappone al resto degli edici che sono, invece, caratterizzati da pannelli opachi e trasparenti distribuiti in maniera random.
Con l'intento, inoltre, di raggiungere la massima adattabilità delle strutture e al fine di non intaccare gli elementi esistenti, l'organizzazione di questi spazi si baserà, nuovamente, sull'utilizzo di elementi autonomi. In corrispondenza degli elementi di facciata, infatti, saranno associati dei pilastri tubolari di eguale dimensione facenti parte di una struttura a portale, costituita da un altro elemento verticale congiunto da una trave principale, alla quale si appoggiano travi secondarie che avranno la funzione di aggancio per i tiranti metallici di sostegno del controsoffitto, elemento fondamentale per l'inserimento degli impianti.
La scelta di ragionare per moduli è stata una decisione quasi dettata dalla rigida organizzazione spaziale del Palazzo del Lavoro, scelta che ha permesso di creare spazi che possano essere sfruttati per diverse funzioni. I volumi più grandi sono stati pensati per essere delle palestre, o degli spazi più chiusi per praticare sport

da sala; i volumi più piccoli sono, invece, pensati per ospitare uffici, associazioni e federazioni sportive, l'infermeria e le stanze dedicate agli "sport tecnologici", ovvero la realtà virtuale. Gli unici volumi che non godono di alcun affaccio sono dedicati ai servizi e agli spogliatoi.
Per quanto concerne l'organizzazione degli spazi esterni si prevede la creazione di un percorso che permetta di raggiungere e collegare tra loro gli ingressi principali e consenta, inoltre, di connettere le varie aree attrezzate per lo svolgimento di attività all'aperto, quali l'area fitness, l'area giochi e l'area relax.

Qui di seguito vengono proposti alcuni schizzi grafici che definiscono i rapporti tra le parti esistenti e le nuove costruzioni e ne stabiliscono gli indirizzi metodologici.

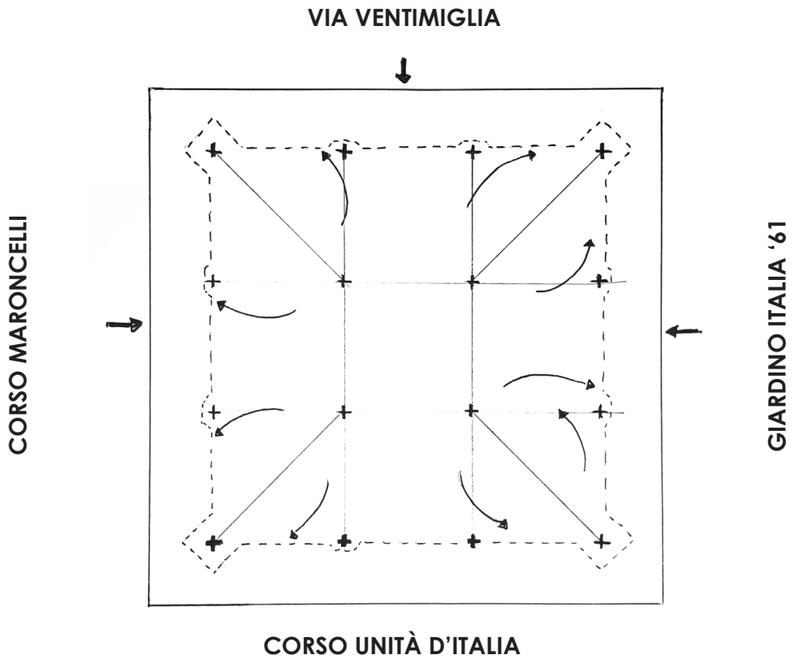


Fig.78 | Studio degli ingressi e degli accessi al piano primo.

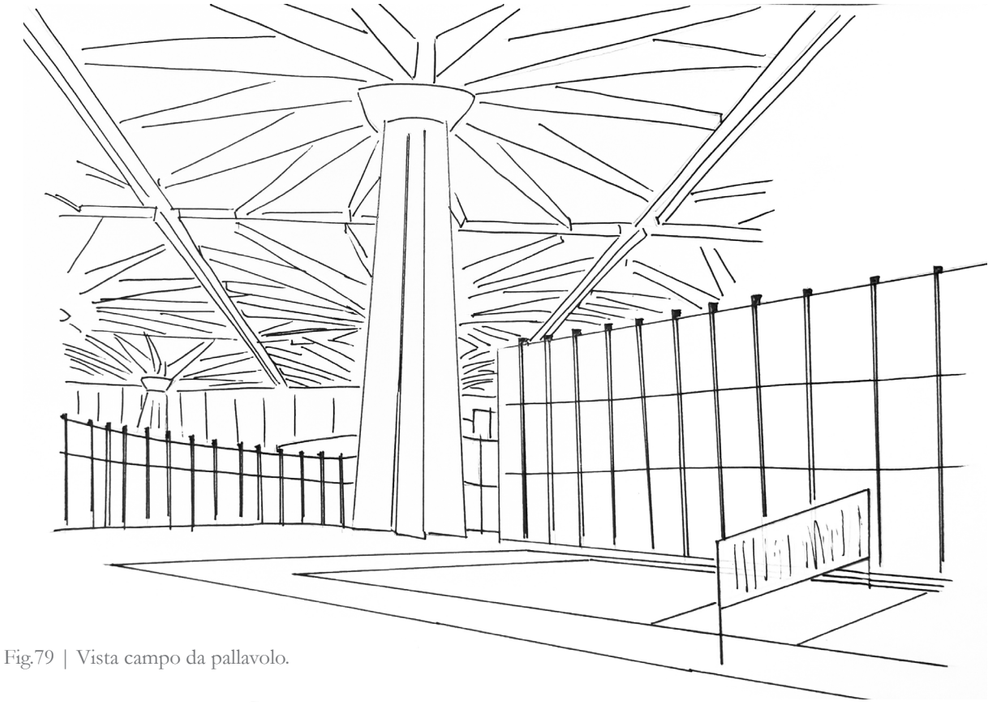


Fig.79 | Vista campo da pallavolo.

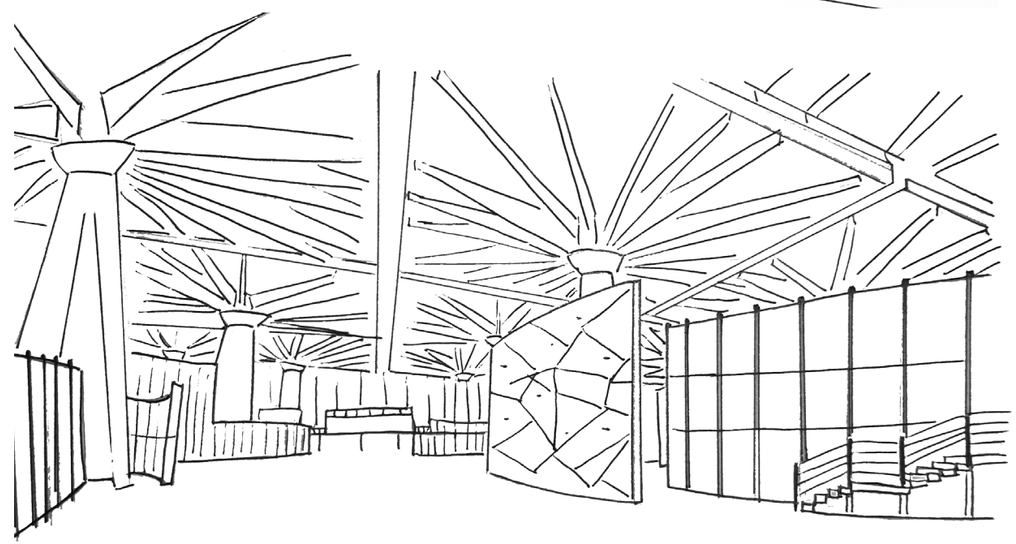


Fig.80 | Vista campo da beach volley a sinistra e campo da tennis con parete di arrampicata sulla destra.

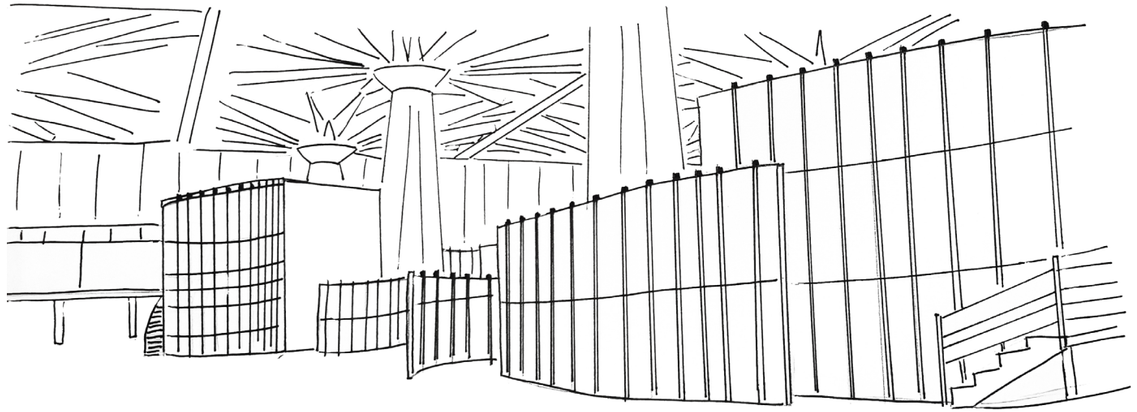


Fig.81 | Vista campo da pallavoro e sullo sfondo nucleo camppo da basket.

Fig.82 | Vista piano primo sull'interno del campo da tennis.

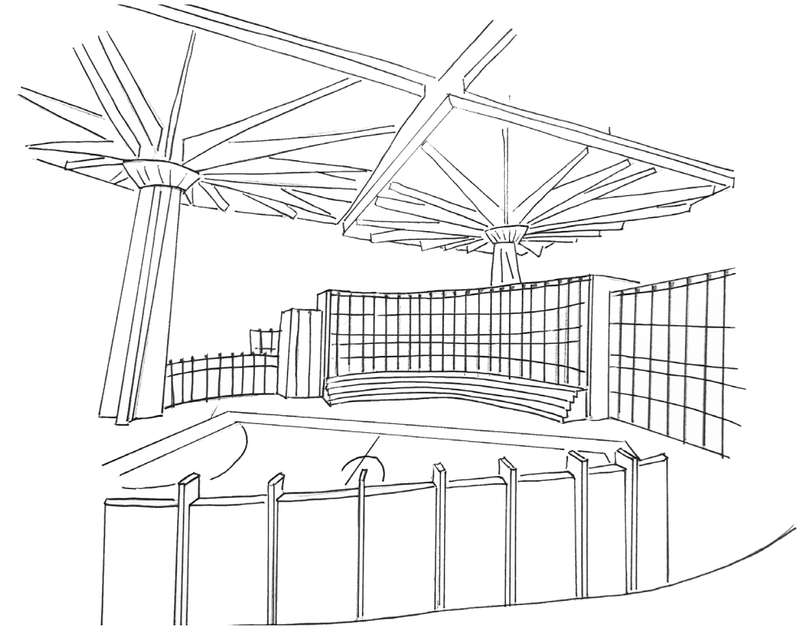


Fig.83 | Vista piano primo sul campo da basket.

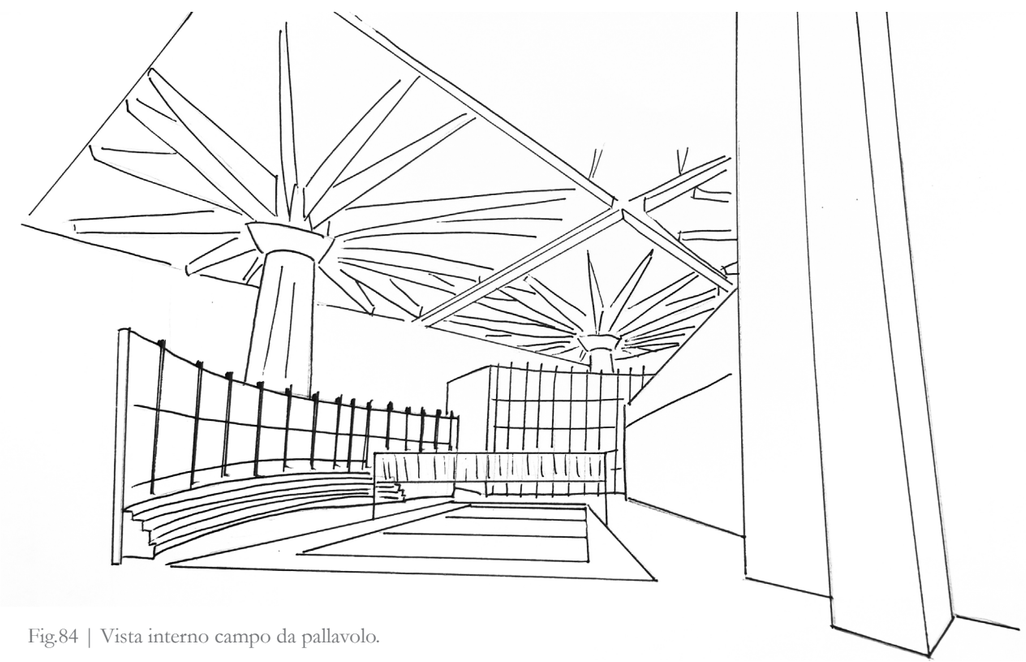
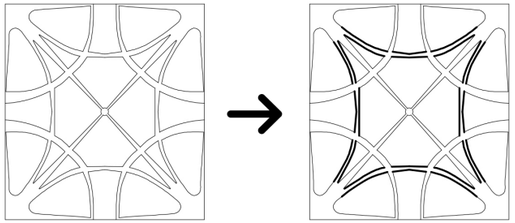


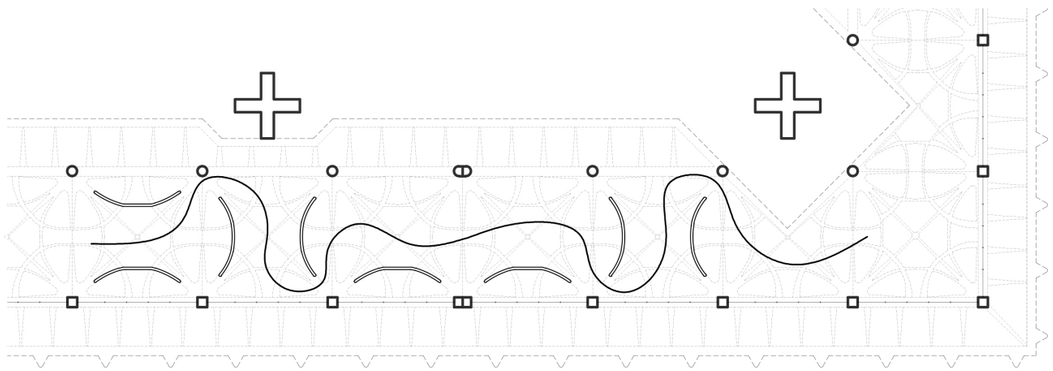
Fig.84 | Vista interno campo da pallavolo.

Il nuovo linguaggio dei moduli

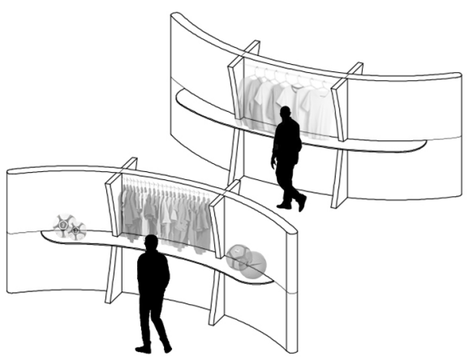
ESPOSITORI PIANO TERRA
SCELTA DEL CONCEPT

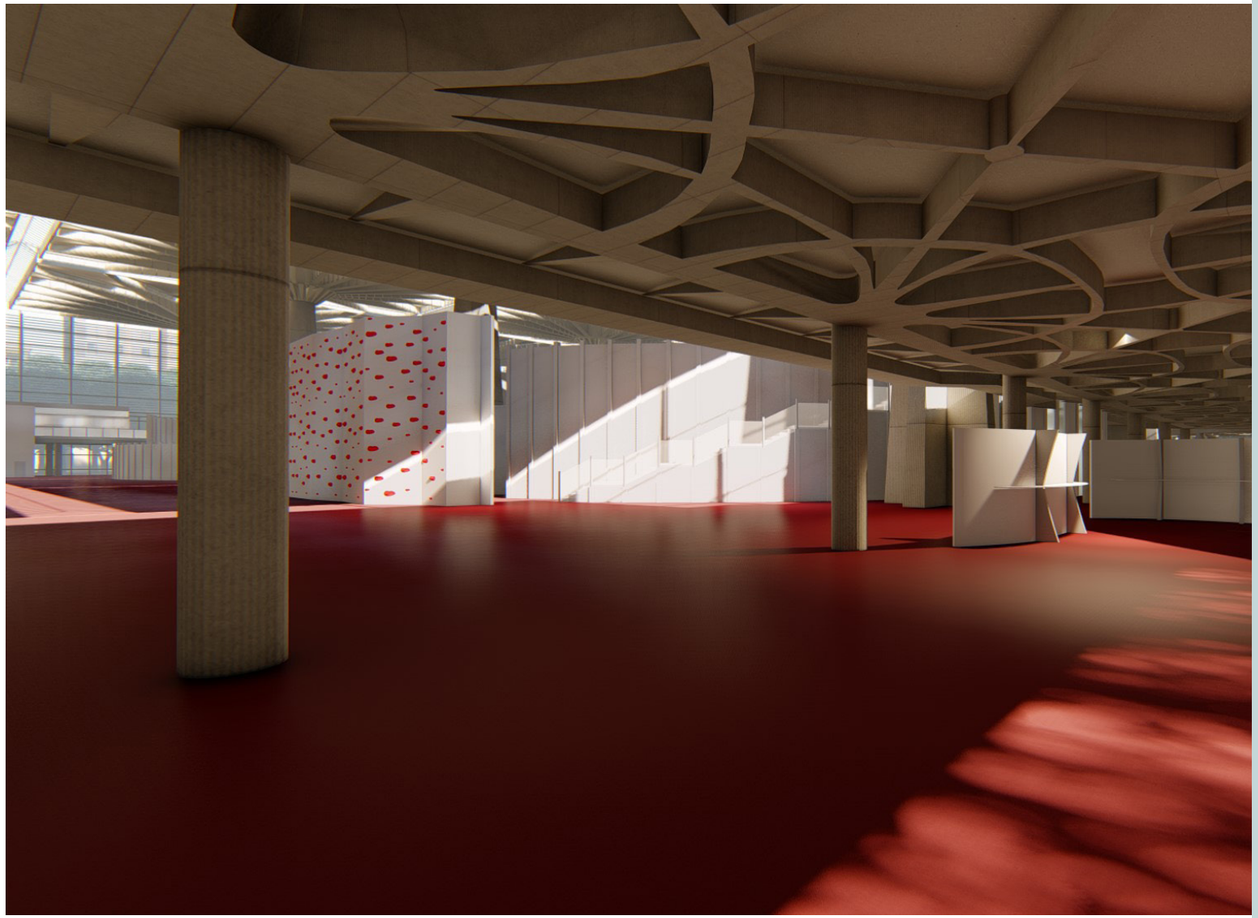


DEFINIZIONE DEL PERCORSO PREFERENZIALE



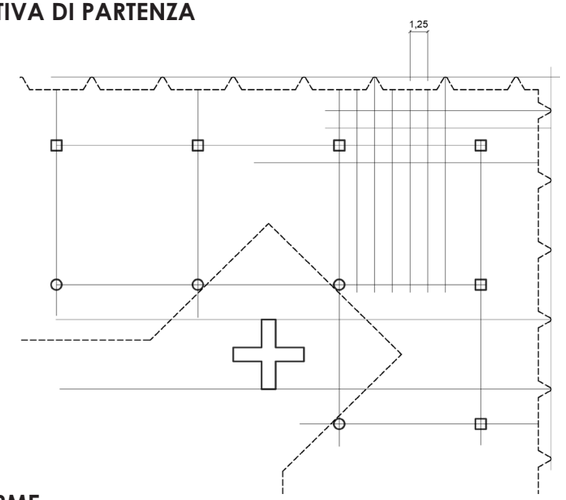
COMPOSIZIONE DEL MODULO



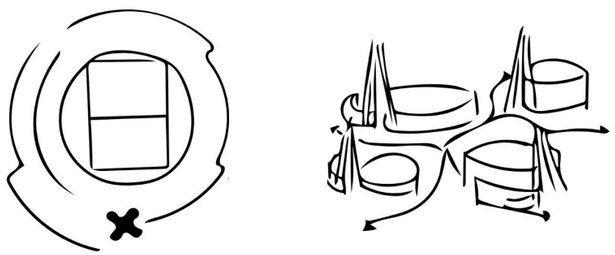


PANNELLATURA

GRIGLIA COMPOSITIVA DI PARTENZA

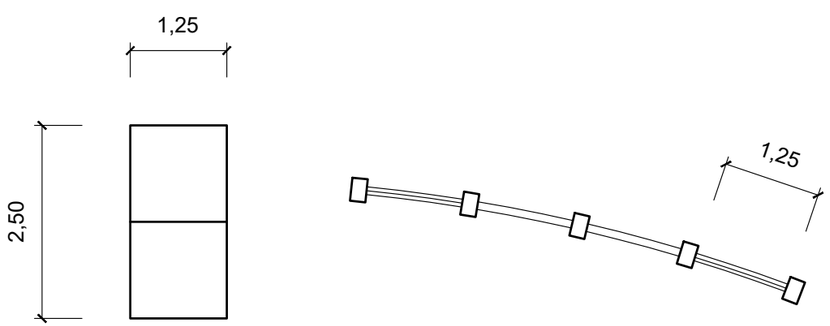


DISEGNO DELLE FORME



SCELTA ELEMENTI COSTITUENTI

Dimensioni pannello e scansione ossatura portante



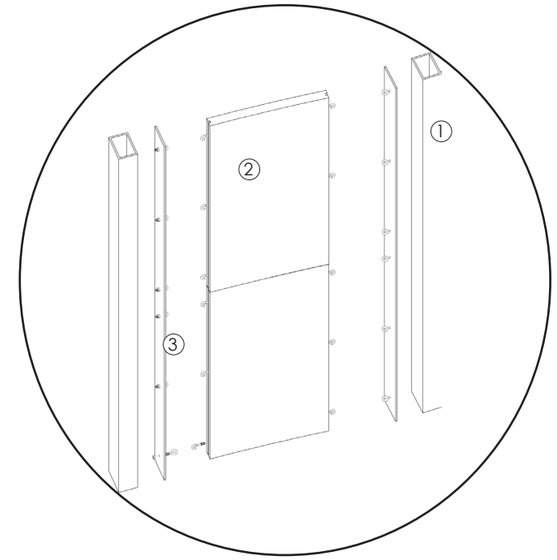
COMPOSIZIONE DEL MODULO

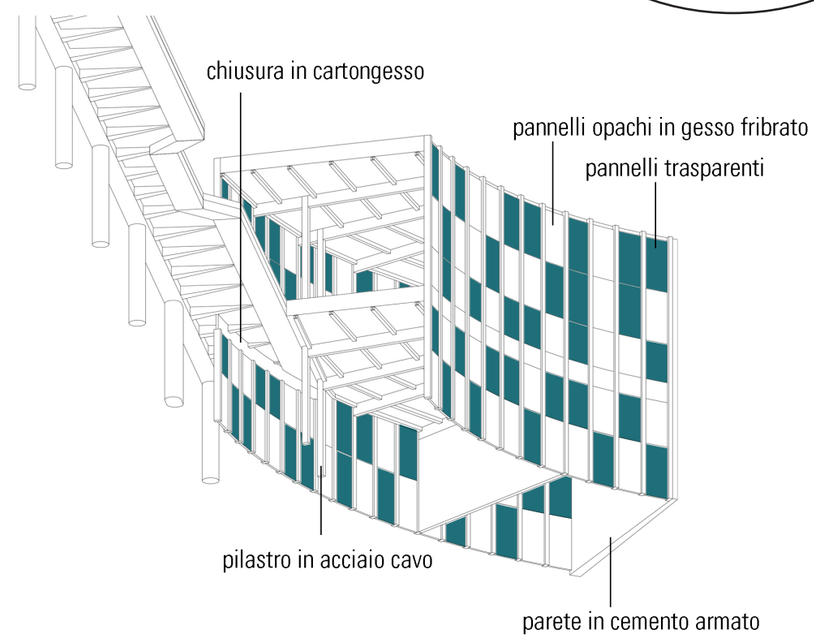
PREFABBRICAZIONE
MODULARITÀ
VERSATILITÀ
VISIBILITÀ

Pilastro tubolare in acciaio ①

Pannello in gesso fibrato ②

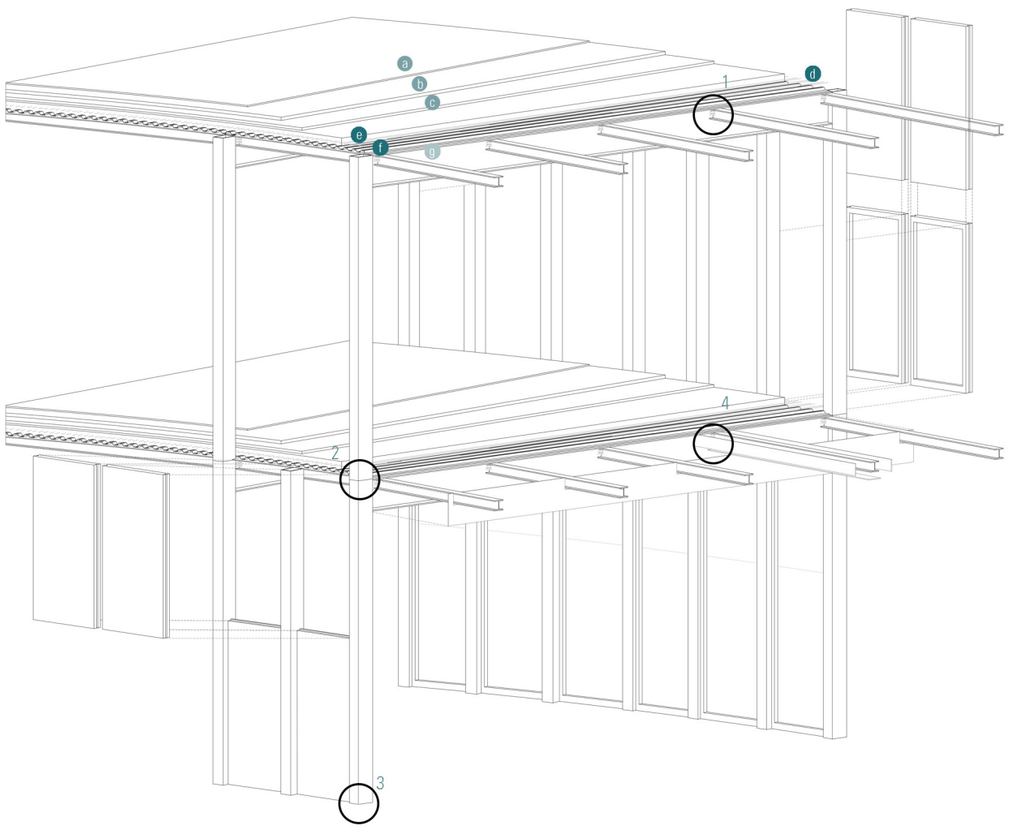
Ancoraggi ③



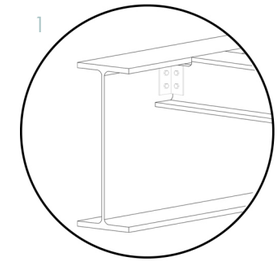


DETTAGLI STRUTTURALI

pavimento a
strato in cls di regolazione b
coibentante termo-acustico c
rete elettrosaldata per la ripartizione dei carichi d
soletta in cls e
lamiera grecata f
controsoffitto in fibra minerale g

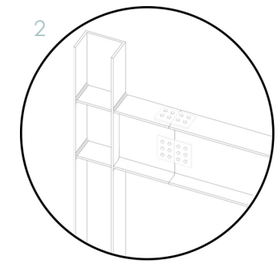


1



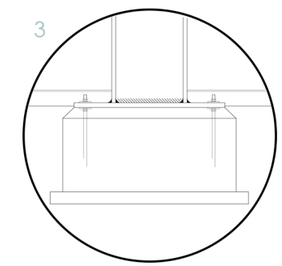
NODO TRAVE PRINCIPALE TRAVE SECONDARIA

2



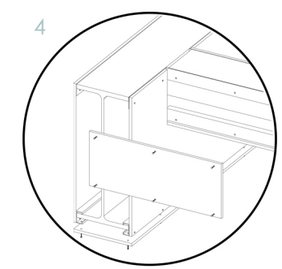
NODO PILASTRO TRAVE PRINCIPALE

3



ATTACCO A TERRA PILASTRO

4

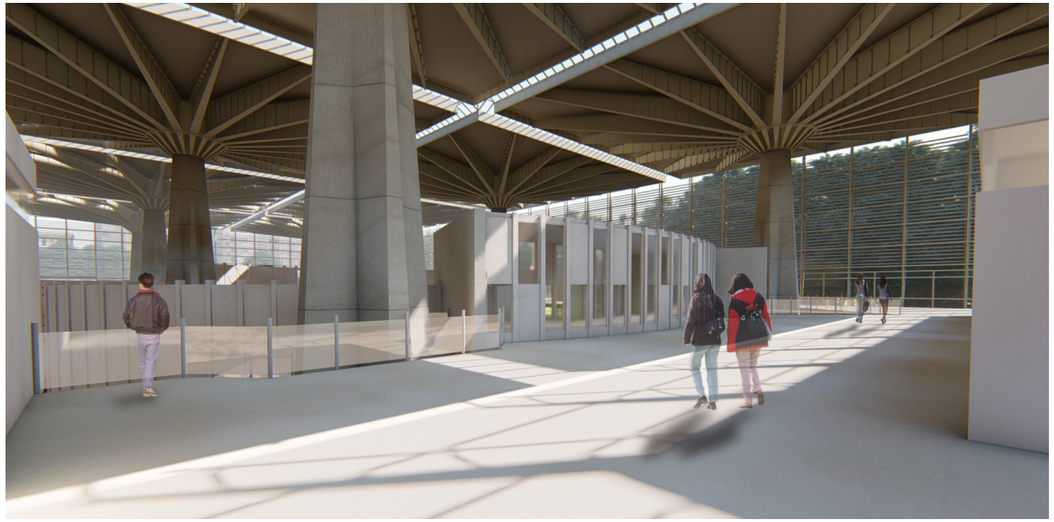


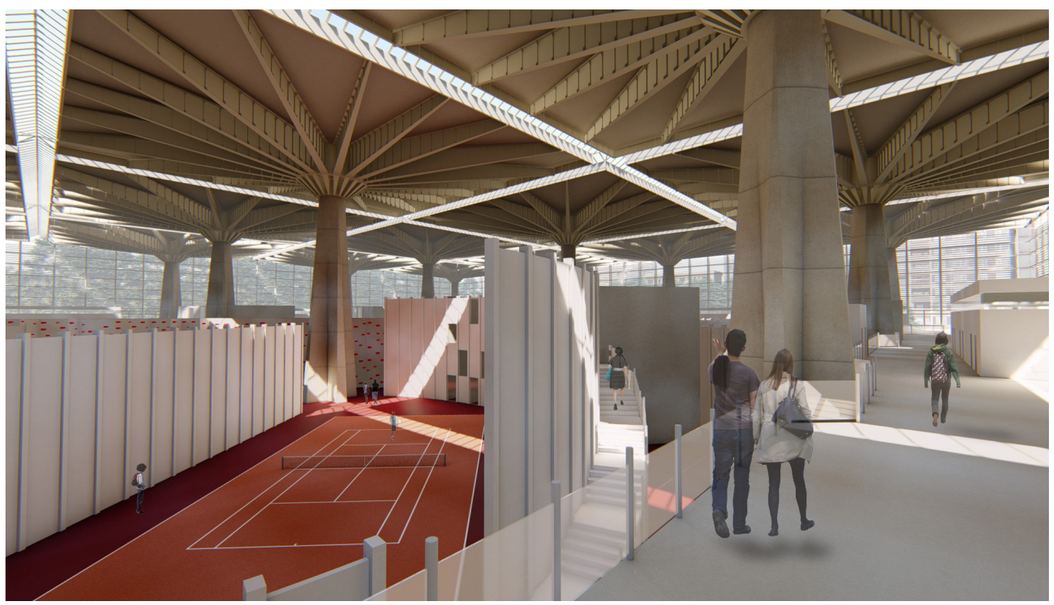
PARTICOLARE ELEMENTI DI COPERTURA TRAVI

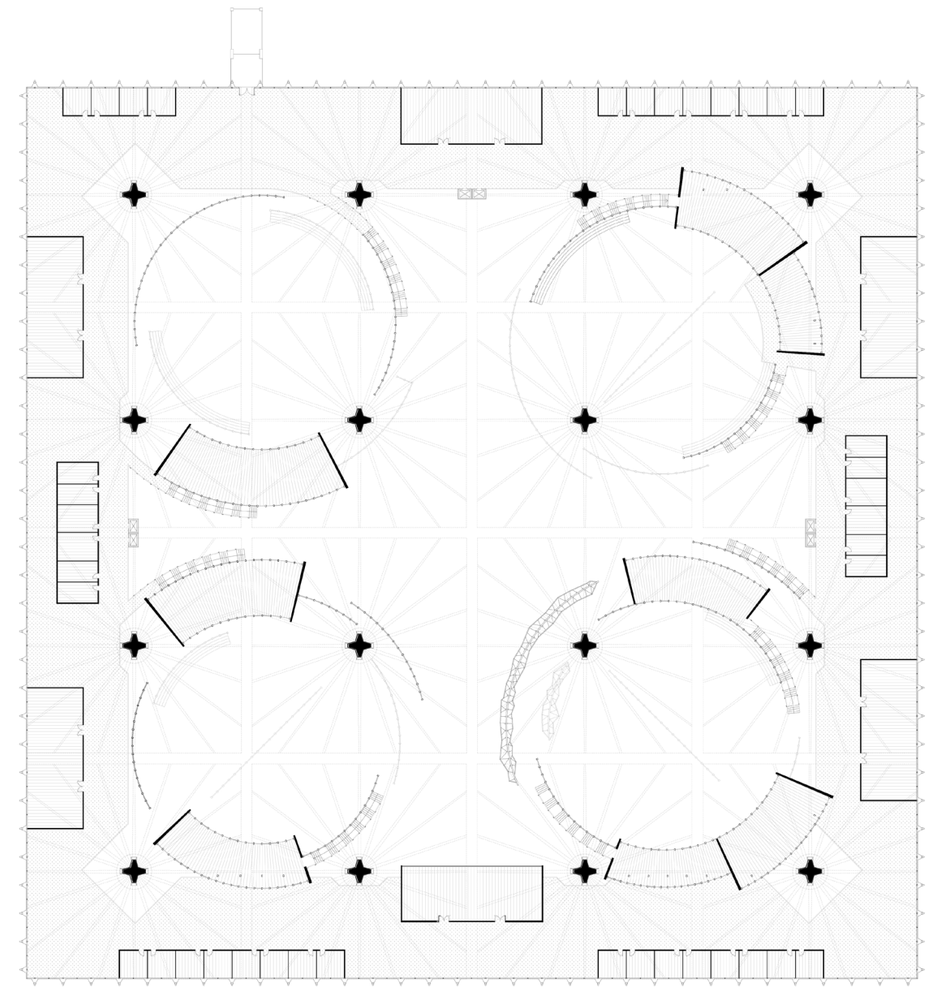
PIANTA PT

Pianta piano terra, disegno fuori scala

PIANTA P1

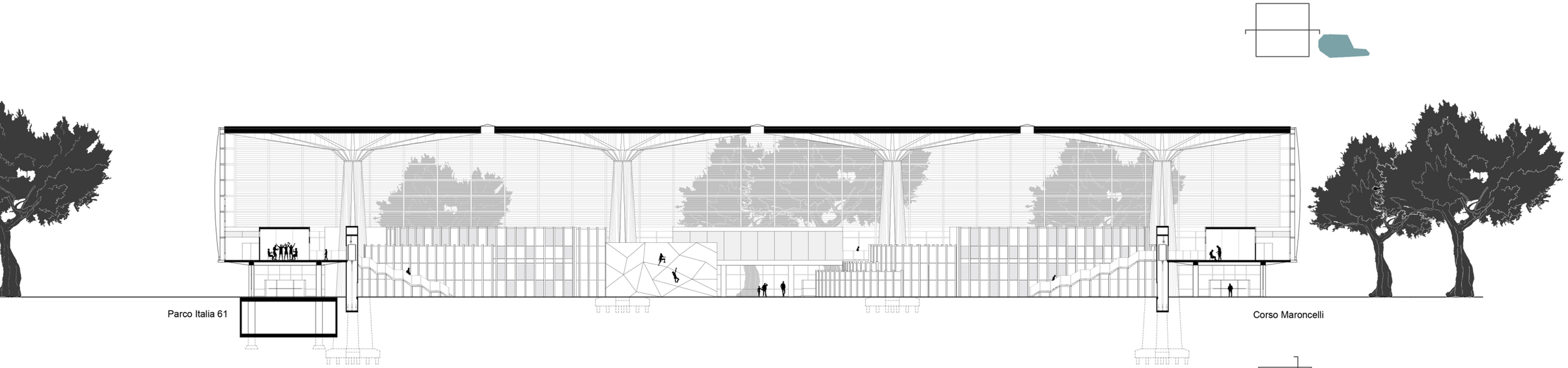


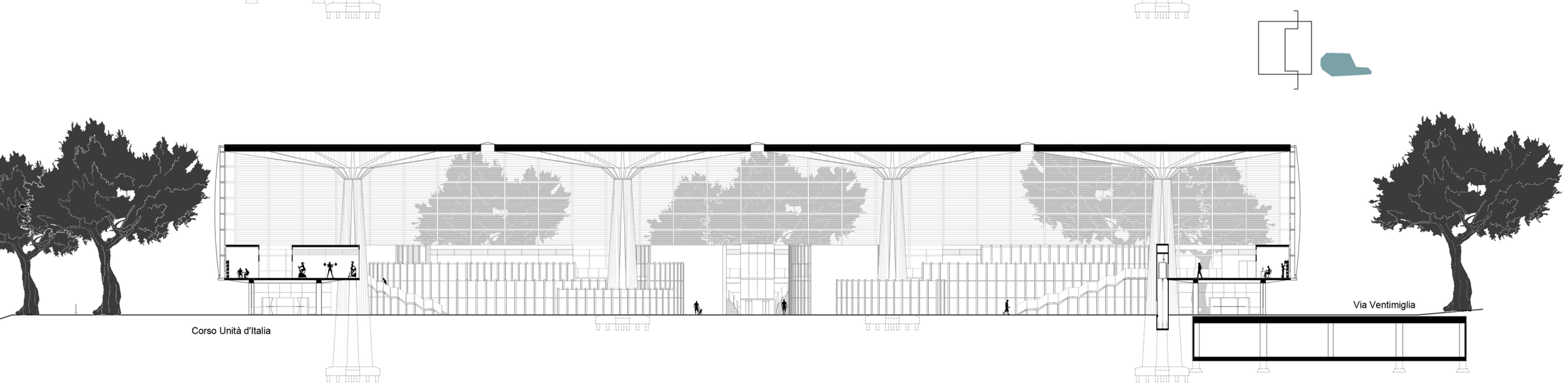




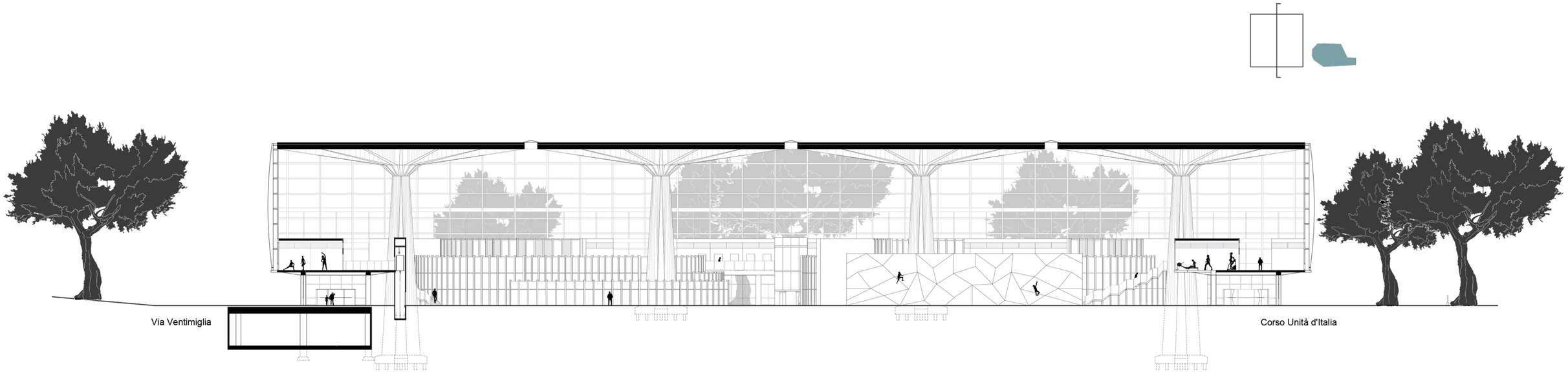
Pianta piano primo, disegno fuori scala

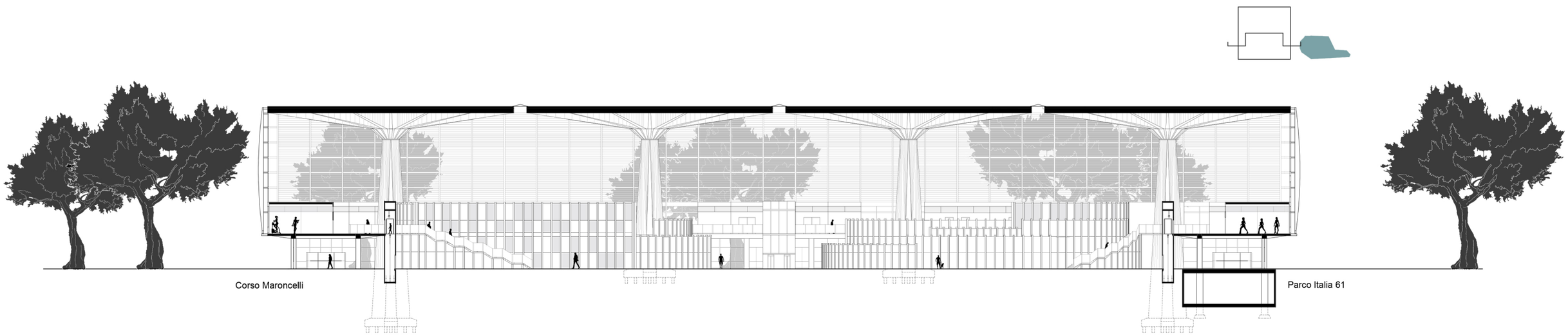
SEZIONI



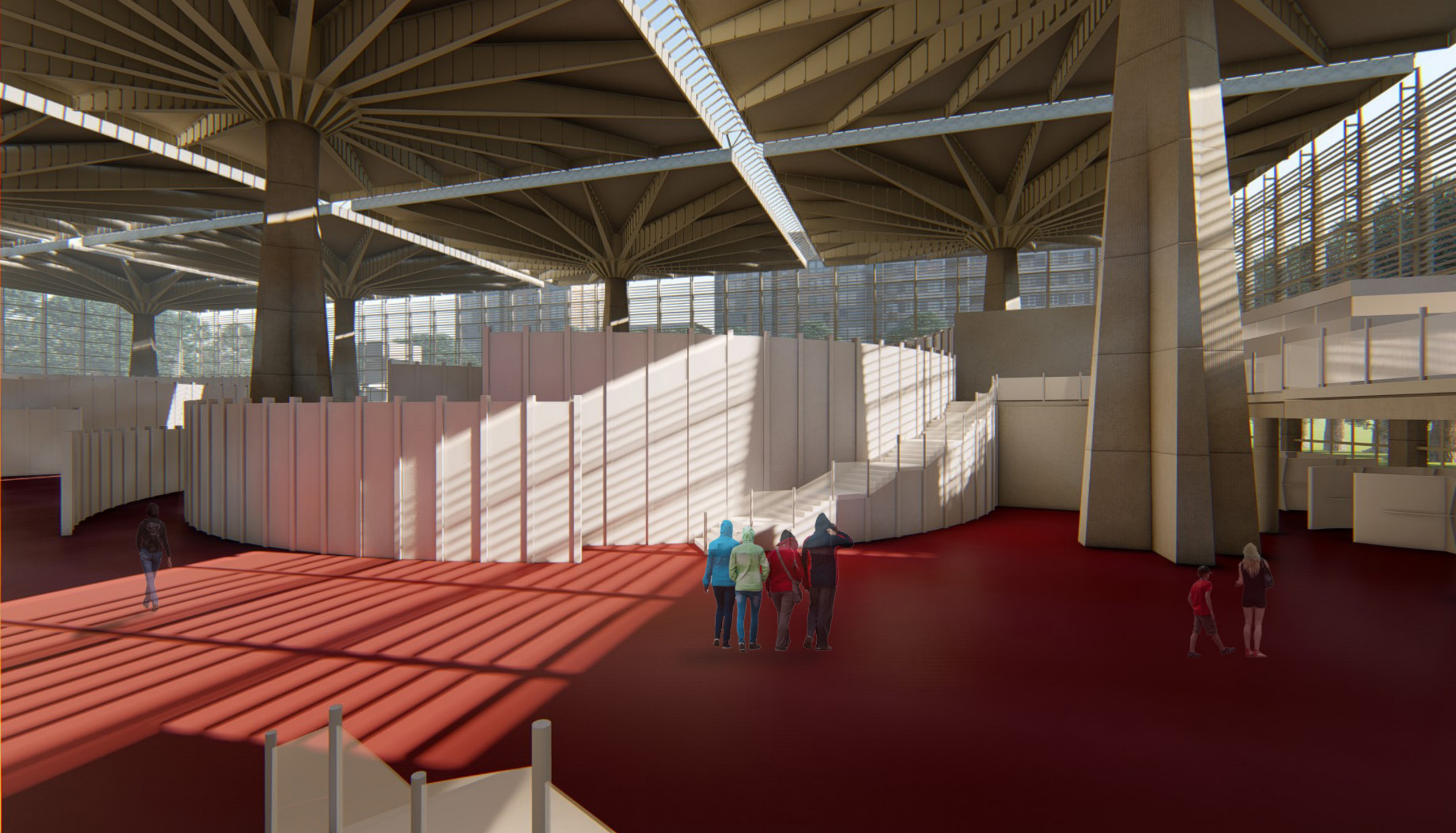


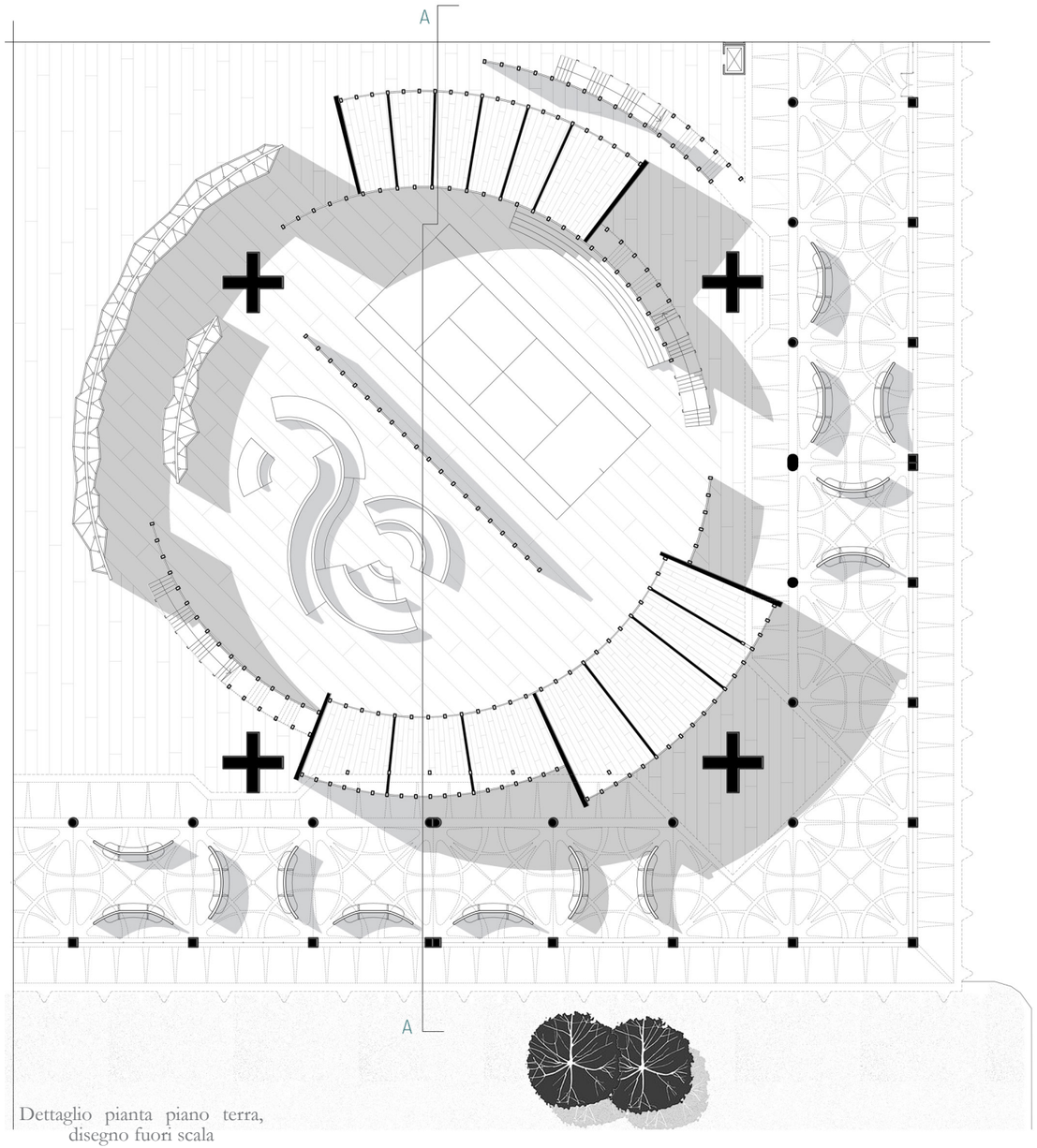
5 15 30


Via Ventimiglia
Corso Unità d'Italia


Corso Maroncelli
Parco Italia 61

5 15 30





Dettaglio pianta piano terra,
disegno fuori scala

SEZIONE A-A

04 PROGETTO STRUTTURALE

4.1 Introduzione

Lo studio del sistema strutturale diventa l'input del processo di generazione della realizzazione e controllo (sperimentale) del progetto, precedute dalle fasi di evoluzione dello stesso, le quali sono costituite da una prima fase di concezione del progetto e dalle fasi operative di modellazione che riguardano la geometria, le azioni e la meccanica, sottoposte ad analisi e ad un successivo controllo, il tutto facendo riferimento alle normative, che ha come output il dimensionamento del sistema strutturale.
Essenziale per il progetto è la definizione del tipo di materiale (componente di base del sistema). I componenti di un sistema strutturale in acciaio sono:

- MEMBRATURE
- COLLEGAMENTI

La struttura metallica nasce dall'assemblaggio di elementi monodimensionali prefabbricati. Al contrario delle strutture in c.a. occorrono in questo caso particolari accorgimenti per impedire gli spostamenti relativi tra gli elementi attraverso la realizzazione di collegamenti.

Come detto in precedenza, l'idea generale del progetto si basa sulla realizzazione di quattro nuclei che suddividono l'area ortogonale del Palazzo del Lavoro, in modo apparentemente avulso dalle regole utilizzate da Nervi. Questi spazi, apparentemente chiusi all'esterno, sono caratterizzati da pareti curve, scandite tramite una precisa trama, che riprende il modulo geometrico utilizzato da Nervi per la creazione, in pianta e in elevato, dell'edificio. Questo sistema modulare regola anche gli spazi tra i setti circolari che hanno diverse funzioni. Possono essere semplicemente elementi divisori per creare uno spazio più intimo per lo svolgimento di attività sportive, possono essere elementi portanti delle scale o elementi sui quali si addossano le tribune, o ancora, possono essere la facciata di un volume chiuso.
Tali volumi, presenti in ogni nucleo, costituiscono gli unici spazi chiusi, al piano terra, dell'intero progetto. Essi saranno costituiti da due piani e rappresentano, insieme alle scale, il solo elemento che sembra venire in contatto diretto con l'esistente. L'idea, infatti, è quella di addossare questi volumi al solaio a nervature isostatiche ma in maniera da non invaderlo, in modo strutturale.

Si creerà, così, un sistema indipendente, che avrà uno schema strutturale a raggiera, data la forma circolare dei volumi, creati tramite l'evoluzione di cerchi concentrici, che si "spezzerà" nei punti di contatto con il mezzanino. Si avrà, quindi, uno scheletro strutturale che si adatterà all'elemento esistente, ma che apparentemente lo compenetra. Tale compenetrazione, in realtà, avverrà semplicemente tramite una porzione del perimetro di rivestimento del volume (costituito da montanti che sostengono il vetro), che avrà una

propria struttura autonoma, che si sviluppa a filo del mezzanino.
Si svolgeranno i calcoli su queste strutture autonome, attraverso lo schema di una struttura pendolare, calcolando tutti gli elementi che le compongono (pilastri, travi principali, travi secondarie e solaio). All'interno di tale relazione di calcolo sarà inserito anche un approfondimento sui materiali scelti, elaborati grafici.

Il progetto strutturale terrà conto delle normative vigenti:

- NTC 2018
- UNI EN 1090
- Eurocodice 2-3-4

In particolare, si fa riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni, cap2.5: Azioni sulle costruzioni, cap 4.2: Costruzioni in acciaio e cap 11.3: Acciaio per le proprietà del materiale:

- Modulo di elasticità $E = 210\ 000\ N/mm^2$
- Modulo di elasticità trasversale $G = E/2(1+\nu)N$
- Coefficiente di Poisson $\nu = 0.3$
- Coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10\text{-}6$ per °C
- Densità $\rho = 7850\ kg/m^3$

Il primo passo svolto è stato quello di definire i carichi e le azioni che competono l'e¬dificio. Si definisce azione ogni causa o insieme di cause capace di indurre stati limite in una struttura. Devono essere cumulate nel modo più sfavorevole, in modo da determinare la situazione più gravosa per la singola verifica.
Le azioni prese in esame saranno quelle relative ai carichi permanenti e quelle relative ai carichi variabili e saranno qui di seguito descritte.

CARICHI PERMANENTI (pp)

Sono considerati carichi permanenti le azioni che agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione, la cui variazione d'intensità nel tempo è così piccola e lenta da poterli considerare con sufficiente approssimazione costanti nel tempo.
Essi a loro volta possono essere distinti in:

- permanenti strutturali
- permanenti non strutturali

CARICHI VARIABILI (pv)

Sono considerati carichi variabili le azioni che agiscono con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi tra loro nel tempo. Possono essere suddivisi in carichi di lunga durata e di breve durata.
I sovraccarichi, o carichi imposti, comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti qk
- carichi verticali concentrati Q\
- carichi orizzontali lineari Hk

In fase di progetto e di verifica, le sollecitazioni agenti sulla struttura sono sovradimensionate per mezzo di coefficienti di sicurezza che, allo scopo di incrementare di una certa percentuale prescritta dalla normativa la sollecitazione agente, garantiscono il dimensionamento corretto del sistema strutturale.
L'incremento delle sollecitazioni agenti varia a seconda dello stato limite di riferimento:

Stato Limite Ultimo (SLU): relativo al valore massimo di capacità portante o a differenti tipologie di cedimento strutturale tale per cui si metta a rischio la vita delle persone. Superare lo SLU significa incorrere nella condizione irreversibile di collasso della struttura.

Stato Limite di Esercizio (SLE): stati oltre il quale i requisiti di esercizio prescritti non risultano più soddisfatti. A differenza dello SLU, superare lo SLE non significa necessariamente ricadere in condizioni di irreversibilità ma ci si può anche trovare nella condizione per cui deformazioni e danneggiamenti sono ammissibili e, se questi cessano non appena viene eliminata la causa del superamento dello SLE, essi sono del tutto reversibili.

Allo SLU il termine relativo ai carichi permanenti va moltiplicato per il coefficiente di sicurezza $\gamma p = 1{,}3$ (incremento del valore calcolato del 30%), mentre allo SLE γp è pari a 1 dunque non è previsto alcun incremento.

Per tali azioni, il decreto ministeriale D.M. 17/01/2018 stabilisce dei valori minimi che si devono assumere nella progettazione, riportati nella seguente tabella:

Tabella 3.1.II – *Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici*

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	**Ambienti ad uso residenziale**. Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	**Uffici**.			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
C	**Ambienti suscettibili di affollamento**			
	Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole	3,00	2,00	1,00
	Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	5,00	5,00	3,00
D	**Ambienti ad uso commerciale**.			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie…	5,00	5,00	2,00

Fig.85 | Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni dalla D.M. 2018

Combinazione dei carichi

STATI LIMITE ULTIMI (SLU)
Il criterio generale di verifica per gli SLU è dato da

$$E_d \leq R_d$$

Dove:
Ed è il valore di progetto delle azioni agenti
Rd è il valore di progetto della corrispondente resistenza strutturale

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono la seguente combinazione fondamentale delle azioni:

$$q_d = \gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \ldots$$

Nella definizione delle combinazioni delle azioni che possono agire contemporaneamente, i termini G1 e G2 rappresentano i pesi propri degli elementi strutturali e non strutturali delle struttura e sono considerati carichi permanenti, Qkj rappresentano le azioni variabili della combinazione, con Qk1 azione variabile dominante e Qk2, Qk3, ... azioni variabili che possono agire contemporaneamente a quella dominante. Le azioni variabili Qkj vengono combinate con i coefficienti di combinazione $\psi 0j$, $\psi 1j$ e $\psi 2j$, i cui valori sono forniti in normativa per edifici civili e industriali.

STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)
Il criterio generale di verifica per gli SLU è dato da

$$E_d \leq C_d$$

Dove:
Ed è il valore di progetto delle azioni agenti
Cd è il valore di progetto della corrispondente resistenza strutturale

Per le verifiche degli elementi portanti allo Stato Limite di Esercizio reversibili, si può considerare la seguente equazione:

$$q_d = G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \ldots$$

In questo caso i termini che tengono in conto il peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali non sono amplificati dal coefficiente γ.

4.2 Dimensionamento solaio di interpiano

Il progetto prevede la definizione di due tipi di solai, quello di interpiano e quello di copertura. Trattandosi di una struttura che non deve tener conto di alcun carico dovuto ad agenti esterni, il solaio maggiormente caricato sarà quello di interpiano, il quale sarà dimensionato per rispondere alle esigenze di un edificio commerciale e ai carichi ad esso annessi.

Si è optato per un solaio costituito da una lamiera grecata sulla quale viene gettata una soletta di calcestruzzo collaborante. Per rendere il solaio maggiormente performante dal punto di vista termico e acustico, invece, si è optato per l'inserimento di pannelli in polistirene espanso estruso.
Si tratta di una soluzione leggera, grazie alla quale si riducono gli ingombri, veloce da realizzare, tagliare e adattabile per il passaggio di eventuali impianti.

Il solaio sarà soggetto ai seguenti carichi:

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI
- pavimento di 2 cm del peso unitario di 20 kN/m^3 ;
- strato in cls di regolazione di 5 cm del peso unitario di 14 kN/m^3;
- controsoffitto in fibra minerale del peso di 0,8 kN/m^2;
- coibentante termo-acustico.

CARICHI DOVUTI AI TRAMEZZI
Sul solaio sono presenti dei tramezzi che possono essere considerati come un carico permanente uniformemente distribuito assunto pari a 1 kN/m^2.

CARICHI VARIABILI
Saranno pari a 5 kN/m^2 per ambienti ad uso commerciale.

I carichi con i quali verrà dimensionata la lamiera grecata saranno i carichi permanenti non strutturali[1] ed i carichi variabili.

- Carichi permanenti non strutturali = 2,9 kN/m²
- Carichi variabili = 5 kN/m²
- Peso totale = 7,9 kN/m²

SCELTA DEL TIPO DI SOLAIO

Considerando un solaio di 7,9 kN/m² ed una luce di 2,25 m si opta per un solaio in lamiera grecata con le seguenti caratteristiche:

- lamiera grecata tipo HI-BOND Type A55/P770-G6 dello spessore di 8 cm
- soletta in cls della classe Rck 250 dell'altezza di 12 cm
- peso totale = 2,4 kN/m²

RIEPILOGO ANALISI DEI CARICHI

- peso del solaio: 2,4 kN/m²
- carichi permanenti non strutturali 2,9 kN/m²
- carichi variabili 5

1. È stata adottata questa combinazione in quanto si tratta di carichi permanenti portati. Tabella 2.6.I del paragrafo 2.6.1 NTC2008.

Dimensionamento travi secondarie

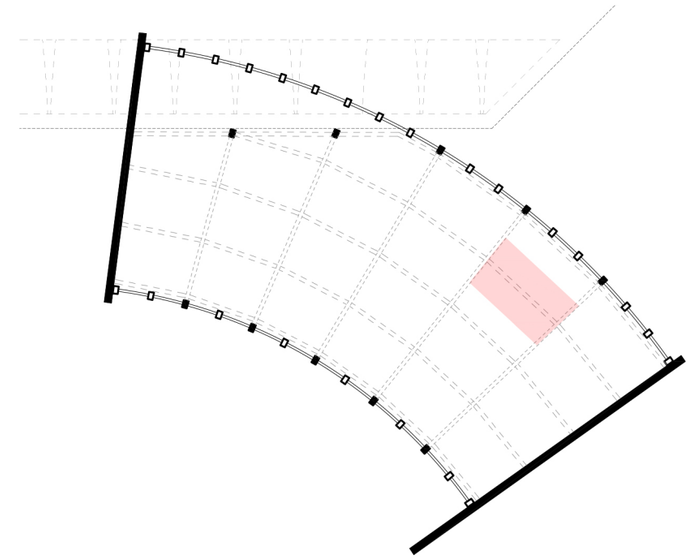


Fig.86 | Schema fascia d'interesse trave secondaria

Lo schema sopra riportato mostra l'area di interesse della trave tipo presa in esame per il dimensionamento. Trattandosi di una struttura a raggiera, in cui le travi secondarie vanno via via aumentando la loro luce, il travetto con maggiore lunghezza corrisponderà alla trave di bordo, ma non si tratterà di quella più sollecitata, dato è caricata solo per la metà. Si prenderà in considerazione, invece, la penultima trave che avrà come interasse 2,25 m e una lunghezza di 3,75 m.

Il carico relativo al tipo di solaio preso in considerazione agirà sulle travi secondarie che, a loro volta, poggeranno sulle travi principali.

CARICO ALLO STATO LIMITE ULTIMO

$$q_d = \underbrace{(2{,}4 \cdot 2{,}25 \cdot 1{,}3)}_{\text{Carichi permanenti strutturali}} + \underbrace{(2{,}9 \cdot 2{,}25 \cdot 1{,}5)}_{\text{Carichi permanenti non strutturali}} + \underbrace{(5 \cdot 2{,}25 \cdot 1{,}5)}_{\text{Carichi variabili}} = 33{,}68 \text{ kN/m}$$

CARICO ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

$$q_{es} = (2{,}4 \cdot 2{,}25) + (2{,}9 \cdot 2{,}25) + (5 \cdot 2{,}25) = 23{,}175 \text{ kN/m}$$

Per dimensionare la trave secondaria interpiano, si è scelta quella tipo più sollecitata, presa già antecedentemente in considerazione per il dimensionamento della lamiera grecata. La lunghezza di tale trave è pari a 3.75 m, mentre il suo interasse sarà pari a 2,25 m.
Lo schema delle travi secondarie è quello di trave in semplice appoggio.

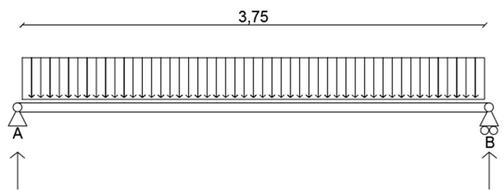


Fig.87 | Schema dei carichi del solaio sulla trave secondaria tipo, rappresentata come una trave in semplice appoggio

Di seguito i calcoli e i diagrammi di momento e taglio relativi alle travi secondarie, rappresentate come travi in semplice appoggio.

Il momento massimo si troverà in mezzeria e sarà pari a:

$$M_{ed} = \frac{qd \cdot l^2}{8}$$

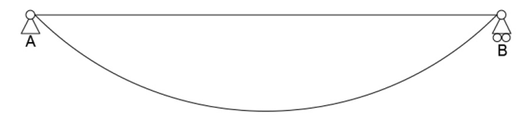


Fig.88 | Diagramma momento flettente trave secondaria

$$M_{ed} = 59{,}20 \text{ kNm}$$

Il taglio massimo, invece, si troverà nei punti in cui il momento è pari a 0, ovvero agli estremi vincolati, e sarà dato da:

$$V_{ed} = \frac{qd \cdot l}{2}$$

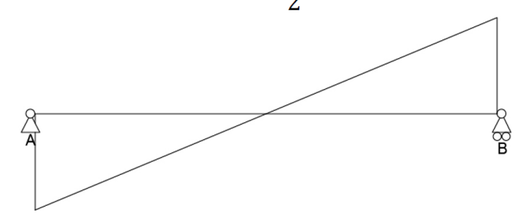


Fig.89 | Diagramma taglio trave secondaria

$$V_{ed} = 63{,}15 \text{ kN}$$

Questi risultati sono le sollecitazioni massime, che utilizzeremo per il dimensionamento delle membrature.

VERIFICHE SECONDO STATI LIMITE E FATTORI PARZIALI

Si affronteranno le verifiche procedendo prima per quelle allo stato limite ultimo (SLU) e, successivamente, per quelle allo stato limite di esercizio (SLE), tenendo sempre in conto le differenti situazioni di progetto e le varie combinazioni delle azioni.

VERIFICA ALLO SLU

La resistenza a flessione mono assiale retta della sezione è pari a:

$$M_{rd} = W_{el} \cdot f_{yd} \geq M_{ed}$$

Occorre verificare che:

$$\frac{M_{ed}}{M_{rd}} \leq 1$$

Dove:
Mrd è il momento flettente resistente
Med è il momento sollecitante
Wel è modulo di resistenza elastico
fyd è la tensione di progetto ed è dato da $fyd = \frac{fyk}{\gamma_M}$

dove:
fyk è la tensione di snervamento
γ_M è il coefficiente parziale di sicurezza relativa dell'acciaio, che assume sempre, per tutti i tipi di acciaio, il valore di 1,15

Dalla quale ricaviamo:

$$W_{el} = \frac{M_{ed}}{f_{yd}}$$

Per poter svolgere questo tipo di verifica serve, dunque, definire il tipo di acciaio preso in esame, per ricavarne il valore di tensione di progetto fyd.

SCELTA DEL MATERIALE

Dovendo il progetto far riferimento ad un tipo specifico di acciaio, la scelta del materiale, al fine di un impiego strutturale, è ricaduta su un materiale a grano fine, ottenuto mediante laminazione termomeccanica, le cui caratteristiche devono essere conformi alle norme armonizzate UNI EN 10025-1, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1.
Prenderemo in considerazione l'acciaio S235 i cui valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento fyk e di rottura ftk sono riportati di seguito.

Tab. 4.2.I – *Laminati a caldo con profili a sezione aperta piani e lunghi*

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale "t" dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm²]	f_{tk} [N/mm²]	f_{yk} [N/mm²]	f_{tk} [N/mm²]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
S460 Q/QL/QL1	460	570	440	580
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Fig.90 | Tabella caratteristiche da utilizzare per i laminati a caldo con profili a sezione aperta piani e lunghi

Da questi dati possiamo quindi definire il valore del modulo di resistenza elastico, calcolato tramite la fyd del materiale scelto:

$$W_{el} = 289{,}73 \text{ cm}^3$$

VERIFICA ALLO SLE

In questo caso si verifica che la freccia massima sotto carico allo SLE non superi la freccia massima ammissibile, che per coperture e solai, secondo l'Eurocode 3, è pari a:

$$f \leq \frac{l}{250}$$

La freccia massima di una trave in semplice appoggio soggetta a carico uniformemente distribuito è data da:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{es} \cdot l^4}{E \cdot J}$$

Dove:
qes è il carico di esercizio
l è la luce della trave secondaria
E è il modulo elastico
J modulo di inerzia

Il massimo abbassamento delle travi secondarie non dovrà superare il valore limite indicato dalla normativa:

$$f \leq \frac{3750}{250} \qquad f \leq 15\ \text{mm}$$

Dalla formula della freccia ricaviamo il modulo di inerzia della sezione che sarà uguale a:

$$J = \frac{5}{384} \cdot \frac{qes \cdot l^4}{E \cdot f} = 1894{,}40\ \text{cm}^4$$

SCELTA PROFILO TRAVE SECONDARIA

Ottenuti i valori del modulo di resistenza W e del momento d'inerzia J minimi da calcolo, si sceglierà il tipo di trave da utilizzare.
In questo caso si opterà per un profilo HEB 160B, le cui caratteristiche statiche rispettano i minimi valori precedentemente citati, e sono qui riportate:

Designazione nominale	Dati statici												Classificazione					
													Flessione			Compressione		
	I_y cm^4	$W_{el.y}$ cm^3	$W_{pl.y}$ cm^3	i_y cm	A_{yz} cm^2	I_z cm^4	$W_{el.z}$ cm^3	$W_{pl.z}$ cm^3	i_z cm	s_s mm	I_t cm^4	I_wx10^{-3} cm^6	S 235	S 355	S 460	S 235	S 355	S 460
HE 100 AA	236,5	51,98	58,36	3,89	6,15	92,06	18,41	28,44	2,43	29,26	2,51	1,68	1	1	2	1	1	2
HE 100 A	349,2	72,76	83,01	4,06	7,56	133,8	26,76	41,14	2,51	35,06	5,24	2,58	1	1	1	1	1	1
HE 100 B	449,5	89,91	104,20	4,16	9,04	167,3	33,45	51,42	2,53	40,06	9,25	3,38	1	1	1	1	1	1
HE 100 M	1 143	190,4	235,80	4,63	18,04	399,2	75,31	116,30	2,74	66,06	68,21	9,93	1	1	1	1	1	1
HE 120 AA	413,4	75,85	84,12	4,72	6,90	158,8	26,47	40,62	2,93	29,26	2,78	4,24	1	3	3	1	3	3
HE 120 A	606,2	106,3	119,5	4,89	8,46	230,9	38,48	58,85	3,02	35,06	5,99	6,47	1	1	1	1	1	1
HE 120 B	864,4	144,1	165,2	5,04	10,96	317,5	52,92	80,97	3,06	42,56	13,84	9,41	1	1	1	1	1	1
HE 120 M	2 018	288,2	350,6	5,51	21,15	702,8	111,6	171,60	3,25	68,56	91,66	24,79	1	1	1	1	1	1
HE 140 AA	719,5	112,4	123,8	5,59	7,92	274,8	39,26	59,93	3,45	30,36	3,54	10,21	2	3	3	2	3	3
HE 140 A	1 033	155,4	173,5	5,73	10,12	389,3	55,62	84,85	3,52	36,56	8,13	15,06	1	1	2	1	1	2
HE 140 B	1 509	215,6	245,4	5,93	13,08	549,7	78,52	119,80	3,58	45,06	20,06	22,48	1	1	1	1	1	1
HE 140 M	3 291	411,4	493,8	6,39	24,46	1 144	156,8	240,50	3,77	71,06	120,0	54,33	1	1	1	1	1	1
HE 160 AA	1 283	173,4	190,4	6,50	10,38	478,7	59,84	91,36	3,97	36,07	6,33	23,75	1	3	3	1	3	3
HE 160 A	1 673	220,1	245,1	6,57	13,21	615,6	76,95	117,6	3,98	41,57	12,19	31,41	1	1	2	1	1	2
HE 160 B	2 492	311,5	354,0	6,78	17,59	889,2	111,2	170,0	4,05	51,57	31,24	47,94	1	1	1	1	1	1

Fig.91 | Caratteristiche geometriche trave secondaria HEB 160

Da tabella si prenderà il valore del modulo di resistenza del profilo, il cui valore sarà uguale a:

$$W = 311{,}5\ \text{cm}^3$$

da cui ricaviamo il Momento Resistente della sezione:

$$M_{rd} = W \cdot f_{yd} = 63{,}65\ \text{kNm}$$

Si nota che la verifica è soddisfatta, dato che la seguente condizione è stata rispettata:

$$\frac{M_{ed}}{M_{rd}} \leq 1 \qquad \frac{59{,}20}{63{,}65} \leq 1$$

Sempre da tabella prenderemo il valore del momento d'inerzia della sezione rispetto all'asse neutro, il cui valore sarà:

$$J = 2492 \text{ cm}^4$$

avendo fatto un dimensionamento sulla base dei limiti imposti da normativa, è chiaro che la verifica è soddisfatta.

VERIFICA A TAGLIO SULLE TENSIONI

Si tratta di un metodo ancora oggi molto diffuso, grazie al quale il taglio resistente, allo stato limite ultimo, viene calcolato sulla base di una distribuzione convenzionale delle tensioni tangenziali limite, in equilibrio con le sollecitazioni agenti.
Il criterio può essere espresso attraverso il concetto delle tensioni equivalenti di Von Mises per materiali duttili, calcolando una sola tensione monoassiale che sollecita la sezione, che viene confrontata con la resistenza del materiale f_{yd}.

$$\sigma_{normale} = \frac{M_{ed}}{W} = 190{,}07 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{normale} < f_{yd}$$

Da tabella prenderemo i valori geometrici della sezione riguardanti l'altezza e lo spessore dell'anima, dalla quale ricaveremo l'area della stessa.
Si avranno da formulario le caratteristiche geometriche della sezione:
h =160 [mm]
tw =8 [mm]
Da queste ricaveremo l'area della sezione che varrà
A =1988 mm²
Dato che:

$$\tau_{med} = \frac{V_{ed}}{A} = 49{,}33 \text{ kN/mm}^2$$

il valore di σ_{ideale} sarà dato da:

$$\sigma_{ideale} = \sqrt{{\sigma_{normale}}^2 + (3 \cdot {\tau_{med}}^2)} = 208{,}40 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ideale} < f_{yd}$$

Si nota che la verifica è soddisfatta.

Dimensionamento travi principali

Consideriamo la trave principale come una trave in semplice appoggio, sulla quale agiscono 5 forze concentrate simmetriche, che rappresentano le sollecitazioni di taglio dovute al carico delle travi secondarie. Dato che le forze sono costati tra loro, si creerà un momento lineare che crescerà, in modo costante, con l'aumentare della distanza rispetto al nodo.

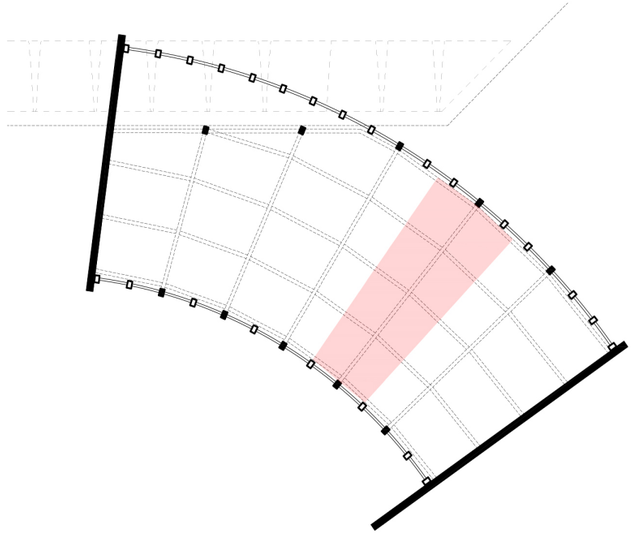


Fig.92 | Schema fascia d'interesse trave principale

Per il dimensionamento sarà presa in esame la trave tipo maggiormente sollecitata (così come mostrato nella Fig.92), ovvero una di quelle interne soggette allo stesso carico.
La lunghezza delle travi principali sarà di 9 m, ad una distanza di 2,25 m si disporranno le travi secondarie.

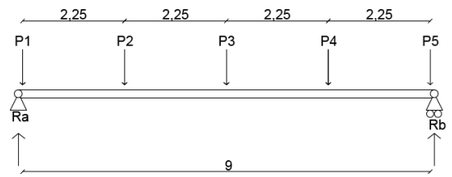


Fig.93 | Schema dei carichi puntuali agenti sulla trave principale, rappresentata come una trave con semplici appoggi.

L'azione di taglio, precedentemente calcolata, corrispondente ad ogni carico puntuale agente sulla trave è uguale a:

$$V_{ed} = 63{,}15 \text{ kN}$$

Tale valore sarà da moltiplicare per due, data la presenza di due travi secondarie in appoggio sulla trave principale, eccetto che per le travi di bordo.
Avremo così:

$$P2=P3=P4=P1+P5=126{,}30 \text{ kN}$$

Calcolo delle componenti di reazione vincolare

$$\sum Py=0$$
$$P1+P2+P3+P4+P5=Ra+Rb$$

Dove:
Ra e Rb sono le reazioni della trave principale
Da cui:

$$Ra+Rb=505{,}23 \text{ kN}$$

$$\sum Ma=0$$
$$P2\cdot 2{,}25+P3\cdot 4{,}50+P4\cdot 6{,}75+P5\cdot 9-Rb\cdot 9=0$$

Da cui:

$$Rb=252{,}61 \text{ kN}$$

Dunque si avrà che:

$$Ra=483{,}3-Rb=252.61 \text{ kN}$$

La stessa soluzione si può raggiungere ponendo Rb=Ra, essendo una trave isostatica con due appoggi e caricata in modo simmetrico.

Calcolo della sollecitazione di momento flettente:

$$Ma=0 \text{ kNm}$$
$$MP2=Ra\cdot 2{,}25-P1\cdot 2{,}25=426{,}29 \text{ kNm}$$
$$MP3=Ra\cdot 4{,}50-P1\cdot 4{,}50-P2\cdot 2{,}25=568{,}39 \text{ kNm}$$
$$MP4=Ra\cdot 6{,}75-P1\cdot 6{,}75-P2\cdot 4{,}50-P3\cdot 2{,}25=426{,}29 \text{ kNm}$$
$$Mb=0 \text{ kNm}$$

Come era intuibile, il momento flettente si mantiene positivo in tutte le sezioni, per cui la trave presenta le fibre inferiori tese e le superiori compresse; il momento massimo, che prenderemo in considerazione per il dimensionamento delle travi principali, si verifica nella sezione P3 ove si avrà V=0

$$MP3=M_{max}=568{,}39 \text{ kNm}$$

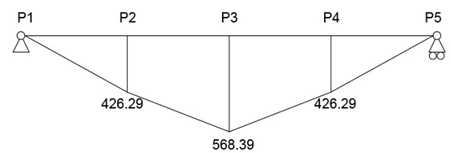


Fig.94 | Diagramma momento flettente trave principale

Calcolo della sollecitazione di taglio

Va = 0 kN
V'a = Ra-P1= 189,46 kN
V1 = V'a = 189,46 kN
V'1 = V1-P2 = 63,15 kN
V2 = V'1 = 63,15 kN
V'2 = V2 - P3= -63,15 kN
V3 =V'2 = -63,15 kN
V'3 = V3-P4 = -189,46 kN
Vb = V'3= -189,46 kN
V'b = Vb + (Rb-P5) = 0 kN

Il diagramma della sollecitazione di taglio si mantiene costante nei tratti A-1, 1-2, 2-3 e 3-B.

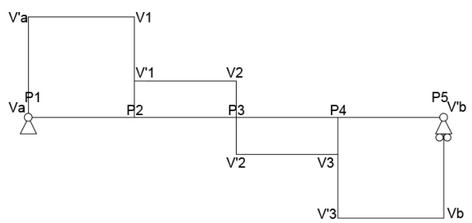


Fig.95 | Diagramma taglio trave principale

In questo caso l'acciaio utilizzato sarà di classe S355, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella degli acciai precedentemente mostrata.
Può essere, così, definito il valore del modulo di resistenza elastico, calcolato tramite la fyd del materiale scelto:

$$W_{el} = \frac{M_{max}}{f_{yd}}$$

$$W_{el} = 1375{,}52\ \text{cm}^3$$

CARICO ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Per poter stimare con maggiore semplicità la freccia, utilizzando la formula relativa al carico uniformemente distribuito, bisogna calcolare un carico uniformemente distribuito equivalente, ottenuto come segue:

$$q_{es} = \underbrace{(2{,}4 \cdot 3{,}75)}_{\text{Carichi permanenti strutturali}} + \underbrace{(2{,}9 \cdot 3{,}75)}_{\text{Carichi permanenti non strutturali}} + \underbrace{(5 \cdot 3{,}75)}_{\text{Carichi variabili}} = 38{,}62\ \text{kN/m}$$

VERIFICA ALLO SLU – RESISTENZE DI PROGETTO

La resistenza a flessione mono assiale retta della sezione è pari a:

$$M_{rd} = W_{el} \cdot f_{yd} \geq M_{ed}$$

Occorre verificare che:

$$\frac{M_{ed}}{M_{rd}} \leq 1$$

VERIFICA ALLO SLE

In questo caso si verifica che la freccia massima sotto caricamento allo SLE, non superi la freccia massima ammissibile, che per coperture e solai, secondo l'Eurocode 3, è pari a:

$$f \leq \frac{l}{250}$$

La freccia dovuta al caricamento allo Stato Limite di Esercizio è data da:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{es} \cdot l^4}{E \cdot J}$$

Il massimo abbassamento delle travi principali non dovrà superare il valore limite da normativa:

$$f \leq \frac{9000}{250} \qquad f \leq 36\ \text{mm}$$

Dalla formula della freccia ricaviamo il modulo di inerzia della sezione che sarà uguale a:

$$J = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{es} \cdot l^4}{E \cdot f} = 43647{,}11 \text{ cm}^4$$

Ottenuti i valori del modulo di resistenza W e del momento d'inerzia J minimi da calcolo si sceglierà il tipo di trave da utilizzare. In questo caso si opterà per un profilo IPE 500, le cui caratteristiche geometriche, rispettano i minimi valori precedentemente citati, e sono qui riportate:

Designazione nominale	Dati statici												Classificazione					
													Flessione			Compressione		
	I_y cm^4	$W_{el.y}$ cm^3	$W_{pl.y}$ cm^3	i_y cm	A_{yz} cm^2	I_z cm^4	$W_{el.z}$ cm^3	$W_{pl.z}$ cm^3	i_z cm	s_s mm	I_t cm^4	$I_w \times 10^{-3}$ cm^6	S 235	S 355	S 460	S 235	S 355	S 460
IPE A 360	14 520	811,8	906,8	15,06	29,76	944,3	111,1	171,9	3,84	50,69	26,51	282,0	1	1	1	4	4	4
IPE 360	16 270	903,6	1 019	14,95	35,14	1043	122,8	191,1	3,79	54,49	37,32	313,6	1	1	1	2	4	4
IPE O 360	19 050	1 047	1 186	15,05	40,21	1251	145,5	226,9	3,86	59,69	55,76	380,3	1	1	1	1	3	4
IPE A 400	20 290	1 022	1 144	16,66	35,78	1171	130,1	202,1	4,00	55,60	34,79	432,2	1	1	1	4	4	4
IPE 400	23 130	1 156	1 307	16,55	42,69	1318	146,4	229,0	3,95	60,20	51,08	490,0	1	1	1	3	4	4
IPE O 400	26 750	1 324	1 502	16,66	47,98	1564	171,9	269,1	4,03	65,30	73,10	587,6	1	1	1	2	3	4
IPE A 450	29 760	1 331	1 494	18,65	42,26	1502	158,1	245,7	4,19	58,40	45,67	704,9	1	1	1	4	4	4
IPE 450	33 740	1 500	1 702	18,48	50,85	1676	176,4	276,4	4,12	63,20	66,87	791,0	1	1	1	3	4	4
IPE O 450	40 920	1 795	2 046	18,65	59,40	2085,0	217,2	341,0	4,21	70,80	109	997,6	1	1	1	2	4	4
IPE A 500	42 930	1 728	1 946	20,61	50,41	1939	193,9	301,6	4,38	62,00	62,78	1125	1	1	1	4	4	4
IPE 500	48 200	1 928	2 194	20,43	59,87	2142	214,2	335,9	4,31	66,80	89,29	1249	1	1	1	3	4	4

Fig.96 | Caratteristiche geometriche trave principale IPE 500

Da tabella si prenderà il valore del modulo di resistenza elastica del profilo, il cui valore sarà uguale a:

$$W = 1928 \text{ cm}^3$$

Da cui ricaviamo il Momento Resistente della sezione:

$$M_{rd} = W \cdot f_{yd} = 595{,}16 \text{ kNm}$$

Si nota che la verifica è soddisfatta.

$$\frac{M_{ed}}{M_{rd}} \leq 1 \qquad \frac{568{,}39}{595{,}16} \leq 1$$

Sempre da tabella prenderemo il valore del momento d'inerzia della sezione rispetto all'asse neutro, il cui valore sarà:

$$J = 48200 \text{ cm}^4$$

Si nota che la sezione scelta del profilato rispetta i minimi valori consentiti.

VERIFICA A TAGLIO SULLE TENSIONI

$$\sigma_{normale} = \frac{M_{ed}}{W} = 294{,}80 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{normale} < f_{yd}$$

Da tabella prenderemo i valori geometrici della sezione riguardanti l'altezza e lo spessore dell'anima, dalla quale ricaveremo l'area della stessa.
Si avrà da formulario le caratteristiche geometriche della sezione:
cw=200 mm
tw=16 mm
Da queste ricaveremo l'area della sezione che varrà A=3200 mm^2
Dato che:

$$\tau_{med} = \frac{V_{ed}}{A} = 35{,}53 \text{ kN/mm}^2$$

Il valore di σ_{ideale} sarà dato da:

$$\sigma_{ideale} = \sqrt{{\sigma_{normale}}^2 + (3 \cdot {\tau_{med}}^2)} = 301{,}16 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ideale} < f_{yd}$$

Si nota che la verifica è soddisfatta.

Dimensionamento pilastri

VERIFICHE DI STABILITA'

Il pilastro è un elemento strutturale verticale portante che trasmette i carichi su di esso agenti dall'alto fino alla struttura di fondazione; può essere sottoposto a carichi verticali e orizzontali, a sollecitazioni di sforzo normale, momento flettente o, più in generale, di pressoflessione semplice o deviata.
Le forme e il dimensionamento di questo elemento sono funzione del comportamento strutturale.
Le verifiche strutturali da effettuare su un elemento compresso sono la verifica a pressoflessione semplice e la verifica ad instabilità per carico di punta.
Bisognerà individuare la lunghezza libera di inflessione (l0), la quale indica la distanza tra due flessi consecutivi nella deformata "critica" della trave, misura, ovvero, il segmento di trave che si incurva liberamente. Il valore della lunghezza libera di inflessione dipende esclusivamente dalla tipologia di vincoli, e viene spesso espresso in funzione della luce l della trave, attraverso l'introduzione di un coefficiente di vincolo β.

Per il calcolo immagineremo che il pilastro sia doppiamente incernierato, alla base e nel punto di unione con la trave principale, creando una condizione che sia a favore di sicurezza; essendo, infatti, l'interpiano pari a 5 m (l) e β=1, la lunghezza libera d'inflessione sarà maggiore rispetto a quella che ci sarebbe con l'incastro, così come sarà mostrato nella figura che segue.

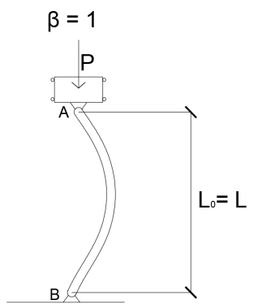


Fig.97 | Valori di normativa della lunghezza libera di inflessione per una trave con doppia cerniera.

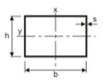
Il valore della lunghezza libera di inflessione sarà, quindi, pari a:

$$l_0 = \beta \cdot l = 5 \text{ m}$$

La Normativa impone dei limiti alla snellezza massima degli elementi in cui possa essere presente uno sforzo normale di compressione. Tale limite per le membrature principali, nelle condizioni più sfavorevoli, assume il valore:
$\lambda max \leq 200$

Per il pilastro, la scelta è ricaduta su un profilo rettangolare cavo della ditta Sicam, ed in particolare sui profilati ottenuti tramite fornitura a caldo.
Il processo di fabbricazione, realizzato da tubi tondi senza saldatura, permette di ottenere profilati chiusi con caratteristiche statico/dinamiche favorevoli, tipiche del prodotto a caldo, eliminando al contempo possibili criticità e cordoni interni, dovuti alla presenza di una saldatura longitudinale. La ditta fornisce i profilati per tutti gli acciai codificati dalla norma EN 10210 e in questo caso useremo l'acciaio S450.
Le dimensioni esterne del profilo saranno di 30x20 cm e di spessore 1,6 cm, le cui caratteristiche geometriche sono qui riportate:

TABELLA DIMENSIONALE



Dimensione esterna lati **b x h** mm	Spessore **s** mm	Massa lineare Kg/m	Area della sezione metallica **A** cm²	Momento d'inerzia di flessione **Ix** cm⁴	Momento d'inerzia di flessione **Iy** cm⁴	Raggio di inerzia **ix** cm	Raggio di inerzia **iy** cm	Modulo di resistenza **Wx** cm³	Modulo di resistenza **Wy** cm³	Momento d'inerzia di torsione **J** cm⁴	Modulo di torsione **C** cm³
300 x 200	**6,3**	47,90	61,00	7830,00	4190,00	11,30	8,29	522,00	419,00	8480,00	681,00
	8,0	60,30	76,80	9720,00	5180,00	11,30	8,22	648,00	518,00	10560,00	840,00
	10,0	74,50	94,90	11820,00	6280,00	11,20	8,13	788,00	628,00	12910,00	1020,00
	12,5	91,90	117,00	14270,00	7450,00	11,00	8,02	952,00	754,00	15680,00	1220,00
	14,2	103,00	132,00	15380,00	8330,00	11,00	7,95	1060,00	833,00	17460,00	1340,00
	16,0	115,00	147,00	17390,00	9110,00	10,90	7,87	1160,00	911,00	19250,00	1470,00
	17,5	125,00	159,00	18620,00	9720,00	10,80	7,81	1240,00	972,00	20680,00	1570,00
	20,0	141,00	180,00	20520,00	10650,00	10,70	7,70	1370,00	1065,00	22910,00	1710,00

Fig.98 | Caratteristiche geometriche pilastro

E' stata riportata la scelta progettuale definitiva, basata sul criterio di un rapporto resistenza caratteristica/ dimensione tale per cui risultasse soddisfatta la verificata a pressoflessione, al fine di garantire la stabilità senza incorrere in sovradimensionamenti.

Dalle caratteristiche del profilo scelto otterremo la snellezza che sarà uguale a:

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = 43{,}48$$

La verifica si effettua nell'ipotesi che l'asta sia uniformemente compressa e deve essere:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

Dove
N_{Ed} è l'azione di compressione di calcolo pari alla risultante di taglio, VEd, della trave più sollecitata (vedi dimensionamento trave)
$N_{b,Rd}$ è la resistenza all'instabilità nell'asta compressa, data da

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_{yk}}{y_{M1}} = 5796{,}00\ [kN]$$

Dove
A è l'area della sezione del pilastro considerato
f_{yk} è la tensione di snervamento dell'acciaio s450
y è il coefficiente correttivo di sicurezza pari a 1,05

Il coefficiente di riduzione χ è definito dalle curve di instabilità, in funzione della snellezza. Vi sono più curve di instabilità, perché esse dipendono dalla tipologia di profilo.
In base al comportamento a carico di punta dei profilati cavi, è stata associata la curva a_0 di riferimento.
Il carico euleriano della stessa asta soggetta a carico di punta Ncr si ricava dall'espressione:

$$Ncr = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{{l_0}^2} = 14417{,}12[kN]$$

Dove
E è il modulo di Young dell'acciaio
I il momento di inerzia della sezione lungo l'asse x
l_0 è la lunghezza libera di inflessione

Il diagramma di Ncr in funzione di λ è una iperbole che tende ad infinito per λ che tende a zero. Il comportamento delle aste reali è molto diverso da quello di un'asta perfetta, indefinitamente elastica. Pertanto, le curve reali di stabilità si discostano sensibilmente dalla curva di Eulero nella zona delle basse snellezze, tendono ad esse per snellezze elevate. Per la verifica delle aste reali si definisce una snellezza adimensionale:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot fyk}{N_{cr}}} = 0{,}64$$

L'intersezione tra la curva a e il valore di $\bar{\lambda}$ ci darà il valore di $\chi \cong 0{,}92$

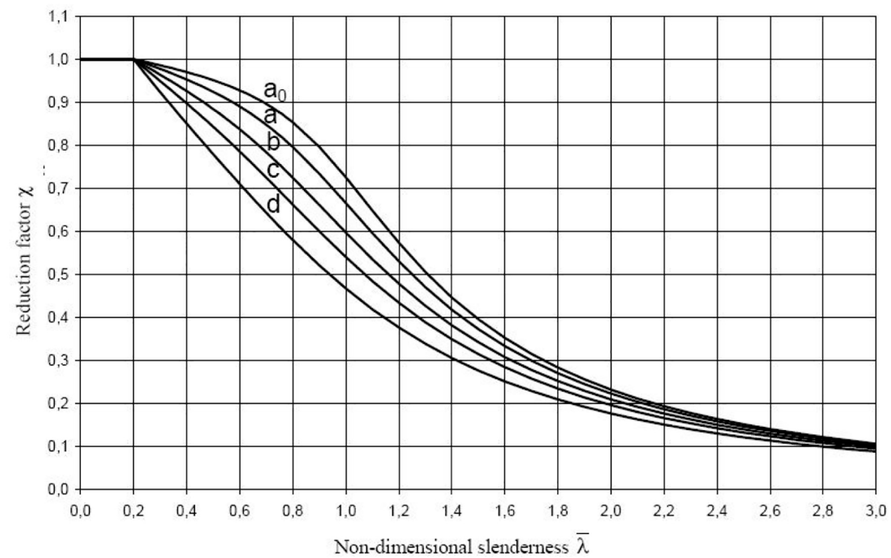


Fig.99 | Curve di instabilità in funzione del fattore di riduzione e della snellezza adimensionale

pertanto il rapporto tra sforzi Normali sopra scritto è stato calcolato e risulta essere pari a:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{252{,}62}{5796} = 0{,}05 \leq 1$$

Inoltre, nella pressoflessione semplice o retta sulla sezione agiscono lo sforzo Normale di compressione e un Momento flettente lungo l'asse x del pilastro; nel nostro caso il Momento è pari al Momento Resistente della sezione al fine di dimensionare in favore di sicurezza per cui, ricavando M_{Rd} dall'equazione:

$$M_{Rd} = W \cdot f_{yd} = 486{,}09\ [kN]$$

Si è proceduto con la verifica a pressoflessione

$$\frac{\left(\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + M_{Rd} \cdot \gamma_M\right)}{f_{yk} \cdot W_{el} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Cr}}\right)} = \frac{510400000}{512853477} = 0{,}9952 \leq 1$$

Avremo, così, che la verifica a pressione sarà soddisfatta. Poiché la copertura ha un peso complessivo inferiore a quello del solaio di interpiano, in quanto non svolge mansione di copertura esterna, la dimensione dei pilastri sui quali essa poggerà è stata mantenuta tale a quella relativa ai pilastri del primo impalcato. Questa approssimazione è in favore di sicurezza in quanto i carichi della copertura sono minori e garantisce una maggiore facilità di posa in opera, vista la continuità dimensionale del pilastro.
Al fine di tenere conto di un'eventuale azione orizzontale che può essere dovuta a motivi sismici, anche se minimi, decidiamo di incastrare tutti i pilastri alla base invece di inserire delle strutture di controvento.

4.3 Dimensionamento solaio di copertura

Si è optato, anche in questo caso, per un solaio in lamiera grecata della stessa tipologia di quello utilizzato per l'interpiano. Trattandosi, però, di un solaio non calpestabile che non deve tener conto del carico neve e dell'azione del vento, sarà caratterizzato da uno strato differente rispetto a quello utilizzato precedentemente.

ANALISI DEI CARICHI
In questo caso i carichi con i quali verrà dimensionata la lamiera grecata saranno solo i carichi permanenti non strutturali che saranno costituiti da:

- strato in cls di regolazione di 2 cm del peso unitario di 14 kN/m^3;
- controsoffitto in fibra minerale del peso di 0,8 kN/m^2;
- coibentante termo-acustico.

Peso totale = 1,08 kN/m^2

SCELTA DEL TIPO DI SOLAIO
Considerando un solaio di 1,08 kN/m^2 ed una luce di 2,25 m si opta per un solaio in lamiera grecata con le seguenti caratteristiche:

- lamiera grecata tipo HI-BOND Type A55/P770-G6 dello spessore di 7 cm
- soletta in cls della classe Rck 250 dell'altezza di 10 cm

Peso totale = 1,9 kN/m^2

RIEPILOGO CARICHI
- peso del solaio: 1,9 kN/m^2
- carichi permanenti non strutturali 1,08 kN/m^2

Per quato concerne le travi secondarie, saranno utilizzate le stesse travi calcolate per il solaio di interpiano, per questo motivo si passerà al calcolo delle travi principali che avranno una piccola zona a sbalzo.

Dimensionamento travi principali

Il solaio di copertura avrà le caratteristiche sopracitate e, inoltre, sarà contraddistinto da una zona a sbalzo che permette di creare una copertura del volume autoportante. Tale volume, come detto precedentemente, interseca apparentemente il mezzanino esistente ma, nella realtà, non lo invade con elementi strutturali, così come sarà mostrato nello schema sottostante.

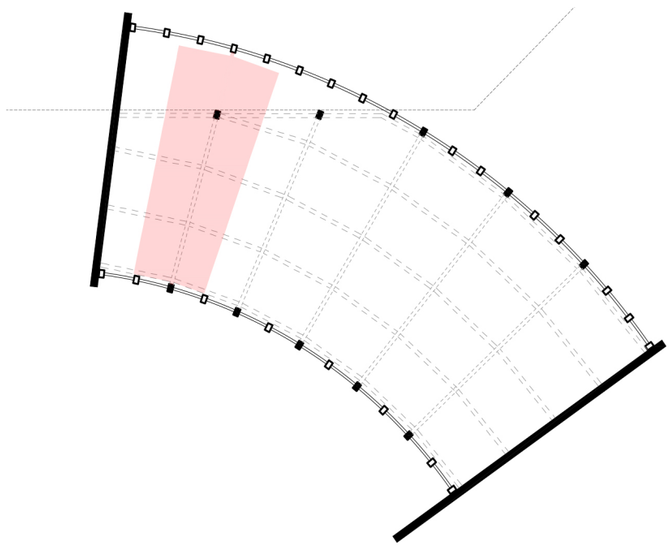


Fig.100 | Schema fascia d'interesse trave principale secondo piano

Verrà presa in esame la trave che avrà uno sbalzo maggiore (così come mostrato nella figura soprastante). In questo caso, come in quello precedente, avremo uno schema statico costituito da una trave in semplici appoggi, su cui agiscono 5 forze concentrate, rappresentanti il carico delle travi secondarie. Differente, invece, sarà la posizione di uno dei vincoli e di conseguenza l'ultima parte della trave a sbalzo.

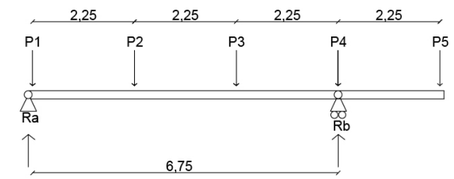


Fig.101 | Schema dei carichi puntuali agenti sulla trave principale, rappresentata come una trave con semplici appoggi.

Anche in questo caso partiamo dalla condizione:

$$P2=P3=P4=P1+P5=57{,}51\ kN$$

Calcolo delle componenti di reazione vincolare

$$\sum Py=0$$
$$P1+P2+P3+P4+P5=Ra+Rb$$

Da cui:

$$Ra+Rb=230{,}06\ kN$$

$$\sum Ma=0$$
$$P2\cdot 2{,}25+P3\cdot 4{,}50+P4\cdot 6{,}75-Rb\cdot 6{,}75+P5\cdot 9=0$$

Da cui:

$$Rb=153{,}37\ kN$$

Dunque si avrà che:

$$Ra=230{,}06-Rb=153{,}37\ kN$$

Calcolo della sollecitazione di momento flettente:

Ma=0 kNm
MP2=Ra·2,25-P1·2,25=107,84 kNm
MP3=Ra·4,50-P1·4,50-P2·2,25=86,27 kNm
Mb=Ra·6,75-P1·6,75-P2·4,50-P3·2,25=-64,70 kNm
MP5=0 kNm

Il momento flettente sarà pari a zero in corrispondenza del primo vincolo, sarà massimo positivo in campata e massimo negativo in corrispondenza del secondo vincolo:

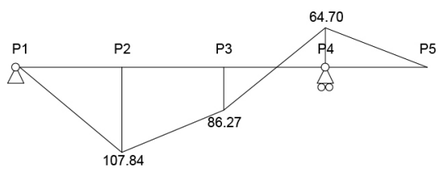


Fig.102 | Diagramma momento flettente trave principale.

Calcolo della sollecitazione di taglio

Va = 0 kN
V'a = Ra - P1 = 47,93 kN
V1 = V'a = 47,93 kN
V'1 = V1 - P2 = -9,58 kN
V2 = V'1 = -9,58 kN
V'2 = V2 - P3 = -67,10 kN
V3 = V'2 = -67,10 kN
V'3 = V3 - P4 + Rb = 28,76 kN
Vb = V'3 = 28,76 kN
V'b = 0 kN

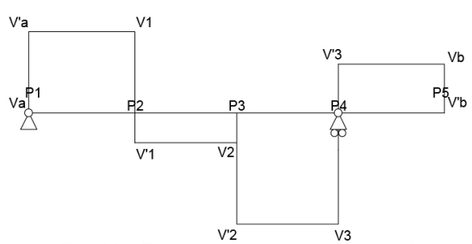


Fig.103 | Diagramma taglio trave principale.

VERIFICA ALLO SLE

In questo caso si calcoleranno due frecce, una per verificare la parte a sbalzo, una per verificare la parte compresa tra i due appoggi.
Il massimo abbassamento delle travi principali nella parte a sbalzo non dovrà superare il valore limite imposto dalla normativa:

$$f_{sbalzo} \leq \frac{2 \cdot 2\,250}{250} \qquad f_{sbalzo} \leq 18\ \text{mm}$$

La freccia dovuta al carico uniformemente distribuito per travi a sbalzo è data da:

$$f_{sbalzo} = \frac{1}{8} \cdot \frac{q_{es} \cdot l_{sbalzo}{}^4}{E \cdot J}$$

Dalla formula della freccia ricaviamo il modulo di inerzia della sezione che sarà uguale a

$$J = \frac{1}{8} \cdot \frac{q_{es} \cdot l^4}{E \cdot f} = 1894{,}20\ \text{cm}^4$$

Per quanto concerne, invece, la parte compresa tra i due appoggi, il massimo abbassamento delle travi principali non dovrà superare il valore ottenuto dal calcolo della freccia:

$$f \leq \frac{6750}{250} \qquad f \leq 27\ \text{mm}$$

La freccia dovuta al carico uniformemente distribuito per travi in semplice appoggio è data da:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{es} \cdot l^4}{E \cdot J}$$

Dalla formula della freccia ricaviamo il modulo di inerzia della sezione che sarà uguale a:

$$J = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{es} \cdot l^4}{E \cdot f} = 5327{,}44\ \text{cm}^4$$

Essendo il valore del momento di inerzia pari a J=48200 cm⁴ le verifica saranno soddisfatte.

VERIFICA PRESSOFLESSIONE PILASTRO LIBERO

La verifica a pressoflessione è stata effettuata sui pilastri "liberi" degli elementi divisori, assimilabili a mensole incastrate alla base, sui quali sono state considerate le azioni verticali e orizzontali come rappresentato nella seguente figura.

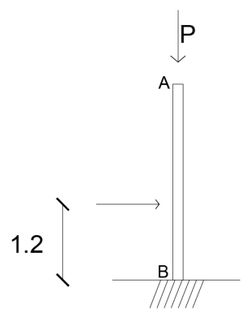


Fig.104 | Rappresentazione pilastro incastrato alla base con azioni verticali e orizzontali

In dettaglio, lo sforzo normale è da attribuire al peso proprio dei pannelli di gesso fibrato interposti tra gli elementi verticali in questione; il momento agente, dovuto alla sola azione orizzontale pari a 3,0 kN con punto di applicazione a 1,20 m dalla quota di progetto, è stato confrontato con il momento resistente Mrd in questo modo:

- si è ricavato lo sforzo normale agente sulla testa del pilastro a partire da:

$$P = b \cdot h \cdot s \cdot \rho = 65{,}25 \text{ kg} = 1{,}92 \text{ kN}$$

Dove
P= peso di un pannello in kg
b=1,25 m
h=2,50 m
s=0,05 m
ρ=420 kg/m^3

- si è calcolato il momento agente relativo all'azione orizzontale:

$$M_{ed} = F \cdot z_F = 3{,}6 \text{ kNm}$$

Dove
F = forza orizzontale agente pari a 3 kN (NTC 2018)
z_F=quota punto di applicazione rispetto rispetto alla quota di progetto pari a 1,20 m

- infine, è stata effettuata la verifica a flessione:

$$M_{rd} = W \cdot f_{yd} = 622 \text{ kNm}$$

Dove
F = forza orizzontale agente pari a 3 kN (NTC 2018)
z_F=quota punto di applicazione rispetto rispetto alla quota di progetto pari a 1,20 m

4.4 Dimensionamento della scala

Per completare i calcoli, precedentemente svolti, si è proseguito con l'analisi strutturale della scala curva, in linea con le forme del complesso, rappresentata nella figura che segue.

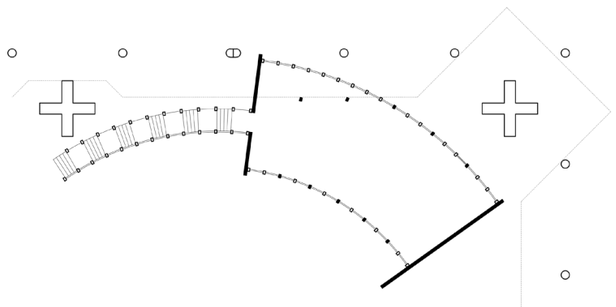


Fig.105| Rappresentazione scala circolare

La scala sarà realizzata mediante una struttura in acciaio S275 a pianta circolare. Gli elementi portanti sono costituiti da due cosciali realizzati con profili UPN200 a cui verranno appoggiati i gradini, mediante dei profili ad L saldati ai lati dei gradini e bullonati ai cosciali.

La geometria della scala permette di suddividerla, in modo tale da facilitare i calcoli, in componenti che si ripetono nello sviluppo della stessa. Tale modulo è costituito da 4 gradini e un pianerottolo, come una scala a rampa.

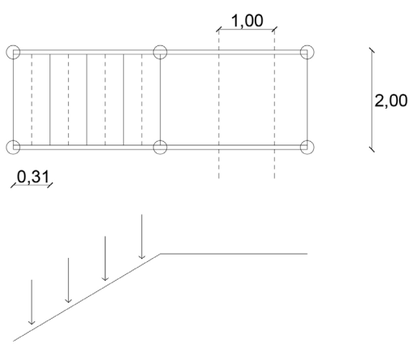


Fig.106| Schema modulo scale, vista dall'alto e vista prospetto con punti di applicazione della forza concentrata in corrispondenza degli assi

L'analisi dei carichi è stata effettuata valutando i carichi che agiscono sulla struttura ed in particolare sui pilastri che reggono due cosciali in acciaio tipo S275, sulle quali poggiano, in modo alternato, i gradini e il pianerottolo, in legno duro di faggio.
Per il calcolo della trave inclinata, i gradini verranno considerati come delle travi secondarie che poggiano su due travi principali. Il calcolo è stato svolto ricorrendo allo schema di trave su due appoggi, come rappresentato nella figura sottostante, sulla quale agiscono i carichi dovuti a peso proprio, nel nostro caso del legno di faggio, e carichi variabili previsti da normativa.

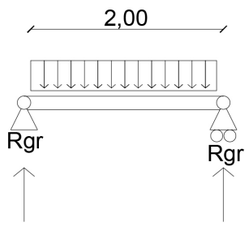


Fig.107| Rappresentazione carico uniformemente distribuito rappresentato dal singolo gradino

L'analisi strutturale parte dunque dal peso proprio del legno pari a 7.50 Kg/m3 e, tramite conversione in kN/m3, si giunge al peso del pianerottolo di 0,08 kN/m3, il quale moltiplicato per lo spessore del gradino si ottiene un valore in kN/m2, valore da sommare al sovraccarico variabile uniformemente distribuito per ambienti suscettibili ad affollamento pari a 5 kN/m2. Per ottenere il peso a metro di ogni singolo gradino, tale somma va moltiplicata per la larghezza dello stesso:

$$q_{gradino} = [(\rho \cdot s) + qk] \cdot L = 1{,}56\ \mathrm{kN/m}$$

Dove
s=0,06 m
L=0,31 m

Le reazioni vincolari Rgr saranno date da:

$$Rgr = \frac{q \cdot l}{2} = 1{,}56\ \text{kN}$$

Per ottenere l'inclinazione della trave bisognerà dividere l'altezza della rampa per la lunghezza della proiezione della trave, che sarà uguale alla tangente dell'angolo di inclinazione del cosciale. Si otterrà un valore di 29,5° assunto pari a 30° per semplificare i calcoli.
Per ottenere, invece, la lunghezza effettiva della trave inclinata, invece, bisognerà dividere la lunghezza approssimata per il coseno dell'angolo di inclinazione della stessa e otterremo:

$$l_{inclinata} = 1{,}25/cos_{30} = 1{,}44\ \text{m}$$

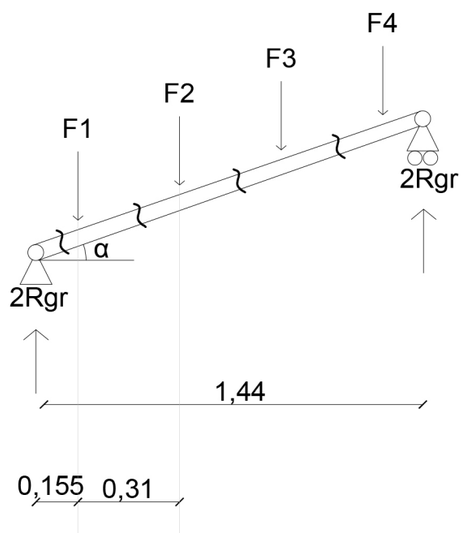


Fig.108| Schematizzazione trave inclinata con azione puntuale, in mezzeria, delle forze generate dai singoli gradini

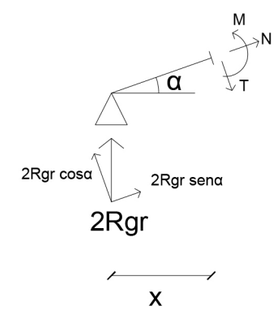
Per il calcolo della trave inclinata possiamo ragionare nel sistema di riferimento globale, in cui la reazione vincolare sarà data semplicemente da 2 volte Rgr, dato che la struttura è simmetrica, infatti, le reazioni vincolari si prenderanno semplicemente la metà dei carichi.
Avremo infatti che F1+F2+F3+F4=2Rgr, ovvero 4F=2Rgr, quindi 2F=Rgr.
Conoscendo già il valore delle forze puntuali agenti F1, F2, F3, F4 pari a 1,56 kN/m svolgiamo le equazioni di equilibrio attraverso l'individuazione delle generiche sezioni per ogni tratto di trave compreso tra due sezioni singolari.
Le forze puntuali, generate dai gradini, saranno scomposte nelle componenti di sforzo normale e tangenziale, per farlo svolgeremo le equazioni di equilibrio nel sistema di riferimento locale per le forze normali e tangenziali, per il momento, invece, lavoreremo nel sistema globale, calcolando di volta in volta il braccio, delle varie linee di distacco tra un punto di applicazione della forza e l'altro.

SEZIONE 1

$\Sigma N = 0$
$N + 2Rgr \cdot sen\alpha = 0$
$N = -1{,}56$ kN

$\Sigma T = 0$
$T - 2Rgr \cdot cos\alpha = 0$
$T = 2{,}70$ kN

$\Sigma M = 0$
$M - 2Rgr \cdot x = 0$
Per $x = 0$
$M = 0$ kNm
Per $x = 0{,}155$
$M = 0{,}48$ kNm



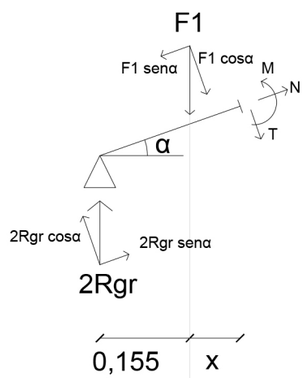
$0 < x < 0{,}155$

SEZIONE 2

$\Sigma N=0$
$N+2Rgr\cdot sen\alpha-F1\cdot sen\alpha=0$
$N=-0,78$ kN

$\Sigma T=0$
$T-2Rgr\cdot cos\alpha+F1\cdot cos\alpha=0$
$T=1,34$ kN

$\Sigma M=0$
$M-2Rgr\cdot(0,155+x)+F1\cdot x=0$
Per $x=0$
$M=0,48$ kNm
Per $x=0,31$
$M=0,97$ kNm



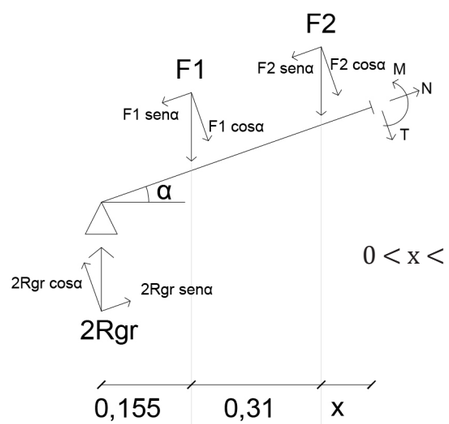
$0 < x < 0,31$

SEZIONE 3

$\Sigma N=0$
$N+2Rgr\cdot sen\alpha-F1\cdot sen\alpha-F2\cdot sen\alpha=0$
$N=0$ kN

$\Sigma T=0$
$T-2Rgr\cdot cos\alpha+F1\cdot cos\alpha+F2\cdot cos\alpha=0$
$T=0$ kN

$\Sigma M=0$
$M-2Rgr\cdot(0,46+x)+F1\cdot(0,31+x)+F2\cdot x=0$
Per $x=0$
$M=0,97$ kNm
Per $x=0,31$
$M=0,97$ kNm



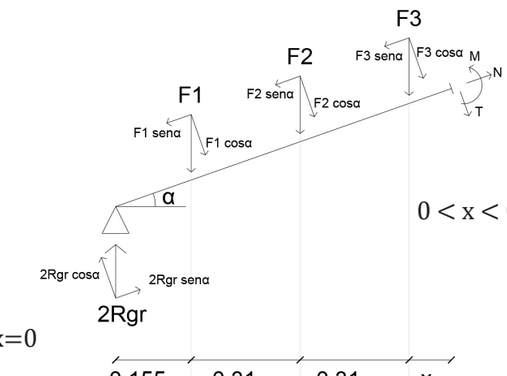
$0 < x < 0,31$

SEZIONE 4

$\Sigma N=0$
$N+2Rgr\cdot sen\alpha-F1\cdot sen\alpha-F2\cdot sen\alpha-F3\cdot sen\alpha=0$
$N=0,78$ kN

$\Sigma T=0$
$T-2Rgr\cdot cos\alpha+F1\cdot cos\alpha+F2\cdot cos\alpha+F3\cdot cos\alpha=0$
$T=-1,34$ kN

$\Sigma M=0$
$M-2Rgr\cdot(0,77+x)+F1\cdot(0,62+x)+F2\cdot(0,31+x)+F3\cdot x=0$
Per $x=0$
$M=0,97$ kNm
Per $x=0,31$
$M=0,48$ kNm



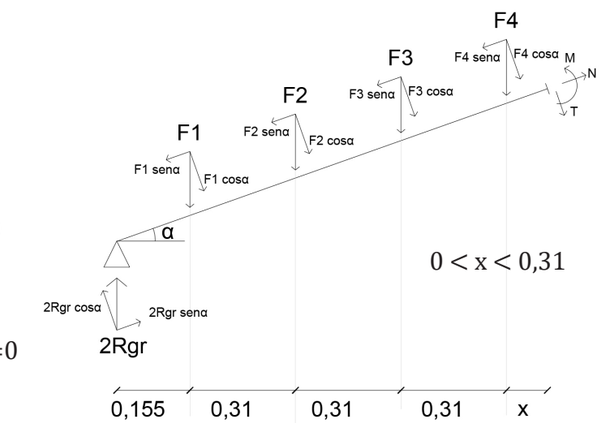
$0 < x < 0,31$

SEZIONE 5

$\Sigma N=0$
$N+2Rgr\cdot sen\alpha-F1\cdot sen\alpha-F2\cdot sen\alpha-F3\cdot sen\alpha-F4\cdot sen\alpha=0$
$N=1,56$ kN

$\Sigma T=0$
$T-2Rgr\cdot cos\alpha+F1\cdot cos\alpha+F2\cdot cos\alpha+F3\cdot cos\alpha+F4\cdot cos\alpha=0$
$T=-2,70$ kN

$\Sigma M=0$
$M-2Rgr\cdot(1,08+x)+F1\cdot(0,77+x)+F2\cdot(0,62+x)+F3\cdot(0,31+x)+F4\cdot x=0$
Per $x=0$
$M=0,48$ kNm
Per $x=0,31$
$M=0$ kNm



$0 < x < 0,31$

Di seguito riportiamo i diagrammi di sollecitazione.

Diagramma di taglio

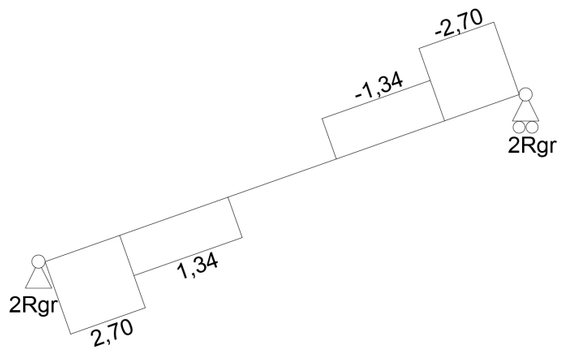
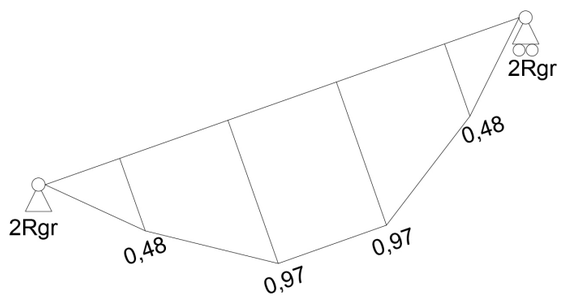


Diagramma di momento



Considerando per il cosciale un profilo piatto di larghezza pari a 10 cm e di spessore pari a 3 cm, bisogna verificare che:

$$M_{rd} > M_{ed}$$

Dato che il momento resistente è dato da

$$M_{rd} = W \cdot f_{yd} = 3{,}58 \text{ kNm}$$

Dove
W=b·h/6= 15 cm^3
f_{yd}=239 N/mm^2

Il momento massimo che agisce sulla struttura inclinata è pari a 0,97 kNm che, moltiplicato per il coefficiente di sicurezza, restituisce un valore di 1,11 kNm.
La verifica sarà così soddisfatta.

La verifica del momento d'inerzia deve rispettare la seguente condizione:

$$f \leq \frac{1440}{250} \qquad f \leq 5{,}76 \text{ mm}$$

Dalla formula della freccia ricaviamo il modulo di inerzia della sezione che sarà uguale a:

$$J = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot f} = 72205{,}7 \text{ mm}^4$$

Il momento d'inerzia della sezione scelta è pari a 900.000 mm4 quindi la verifica si può ritenere soddisfatta.

Per il dimensionamento del pianerottolo utilizzeremo lo stesso schema impiegato per lo studio del gradino, trattandosi, difatti, di un piano di legno di lunghezza di 2 m, immaginiamo di prendere una striscia di pianerottolo della larghezza di 1 m e svolgeremo i medesimi calcoli e le medesime verifiche.
Il peso a metro del pianerottolo sarà uguale a:

$$q_{pianerottolo} = [(\rho \cdot s) + qk] \cdot L = 0{,}024 \text{ kN/m}$$

Dove
ρ=0,08 kN/m^3
s=0,06 m
qk=5 kN/m2
L=1 m

Trattandosi di un carico uniformemente distribuito su uno schema costituito da due appoggi il momento massimo si otterrà tramite la seguente relazione:

$$M_{ed} = \frac{q \cdot l^2}{8} = 0{,}012 \text{ kNm}$$

Dato che:

$$M_{rd} > M_{ed}$$

anche in questo caso la verifica è da ritenersi soddisfatta.

05 CONCLUSIONI

L'impegno di questa tesi si basa sul riconoscere e sottolineare l'importanza di una delle architetture strutturali più celebri del XX secolo, che ha permesso a Pier Luigi Nervi l'opportunità di unire, in un progetto su larga scala, la tecnica del ferrocemento con il largo utilizzo di elementi prefabbricati in cemento armato.
Il rispetto e la conoscenza dell'esistente diventano i principali punti di studio per la creazione di un progetto che si adatti e dialoghi con il contesto esistente, rispettando non solo il Piano Regolatore, ma anche le richieste e le esigenze della popolazione.

Dal punto di vista compositivo alcune delle tematiche affrontate all'interno della tesi sono state approfondite durante la stesura della stessa, permettendomi di averne maggiore conoscenza ma, allo stesso tempo, il progetto deriva da un insieme di influenze assorbite, in particolar modo, durante gli ultimi anni universitari.

Il risultato è una proposta di rifunzionalizzazione in grado di conciliare diverse richieste e diversi aspetti che riguardano il contesto in cui l'edificio sorge, toccando argomenti che hanno come principale obiettivo quello di dare un nuovo aspetto al Palazzo del Lavoro, attraverso la valorizzazione e il riutilizzo degli spazi come elementi di aggregazione, creando un unicum all'interno del territorio torinese.

L'augurio per una futura destinazione dell'edificio, che possa riconsegnare alla città un pezzo di storia, ormai in stato di abbandono da troppi anni, è stato già raggiunto durante la stesura della tesi. Il Palazzo del Lavoro si è aggiudicato, infatti, il finanziamento della Getty Foundation Keeping it Modern di Los Angeles che, insieme ad altre 60 opere di architettura mondiale del XX secolo, ha l'opportunità di beneficiare della sovvenzione da parte della società attraverso ricerche volte alla conservazione e ad un futuro, non troppo lontano, riutilizzo.

BIBLIOGRAFIA

LIBRI

Aa. Vv., *La celebrazione del primo centenario dell'Unità d'Italia, Comitato nazionale per la celebrazione del primo centenario dell'Unità d'Italia Editore*, Torino 1961.

ANTONUCCI Micaela (a cura di), *Pier Luigi Nervi: architetture per lo sport*, Fondazione Maxxi, Roma, 2006.

BIANCHINO Ginevra, COSTI Dario (a cura di), *Cantiere Nervi. La costruzione di un'identità*, Skira, Milano, 2013

BOLOGNA Alberto, *Pier Luigi Nervi ou l'art de la structure. Photographies de la collection Alberto Sartoris*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 2013.

CHIORINO Cristina, NERVI Elisabetta Margiotta, LESLIE Thomas (a cura di), *Pier Luigi Nervi, Aesthetics and technology in bulbin*g, Univ of Illinois Pr, 2018.

CUITO Aurora (a cura di), *Spazi commerciali*, Logos, Modena, 2002.

DESIDERI Paolo, DEMAGISTRIS Alessandro, OLMO Carlo, POGACNIK Marko, SORACE Stefano (a cura di), *La concezione strutturale. Ingegneria e architettura negli anni cinquanta e sessanta*, Umberto Allemandi & C., Torino, 2013.

DESIDERI Paolo, NERVI Pier Luigi jr, POSITANO Giuseppe (a cura di), *Pier Luigi Nervi*, Zanichelli Editore, Bologna, 1980.

DIRINDIN Riccardo, *Lo stile dell'ingegneria: architettura e identità della tecnica tra il primo modernismo e Pier Luigi Nervi*, Marsilio, Venezia 2010.

GIUSTI Maria Adriana, TAMBORRINO Rosa, *«Italia '61», Palazzo del Lavoro, in Guida all'architettura del Novecento in Piemonte (1902-2006)*, Umberto Allemandi & C., Torino 2008, pp. 307-308.

IORI Tullia, *Pier Luigi Nervi*, Motta Architettura, Milano, 2009.

NERI Gabriele (a cura di), *Pier Luigi Nervi. Ingegneria, architettura, costruzione. Scritti scelti 1922-1971*, CittàStudi Edizioni, Novara, 2014.

NERVI Pier Luigi, *Costruire correttamente: caratteristiche e possibilità delle strutture cementizie armate*, Hoepli, Milano, 2010.

OLMO Carlo, CHIORINO Cristiana (a cura di), *Pier Luigi Nervi. L'architettura come sfida, Silvana editoriale*, Cinisello Balsamo, 2010.

PACE Sergio (a cura di), *Pier Luigi Nervi. Torino, la committenza industriale, le culture architettoniche e politecniche italiane*, Silvana Editoria Spa, 2011.

PACE Sergio, CHIORINO Cristiana, ROSSO Michela, *Italia '61: la nazione in scena. Identità e miti nelle celebrazioni per il centenario dell'Unità d'Italia*, Umberto Allemandi & C., Torino 2005.

SECCHI Roberto, *L'architettura degli spazi commerciali*, Officina, Roma, 1991.

ARTICOLI E TESI

"Shopping malls attractiveness: a segmentetion approach", in International Journal of Retail & Distribution Management Vol. 35 No. 11, 2007.

"Sources of customer satisfaction with shopping malls: A comparative study of different customer segments", in The International Review of Retail, Distribution and Consumer Researc, Vol. 16 No. 1, 2006.

"The shopping mall as Consumer Habitat", in Journal of Retailing, volume 70, No. 1, 1994.

ALASIA Matteo, *Il lavoro messo in scena: la memoria archeologica della produzione e la produzione artigianale contemporanea nel Palazzo di Nervi* (Torino, Italia '61), Tesi di laurea, rel. Emanuele Romeo, Valeria Minucciani, correl. Riccardo Rudiero, Politecnico di Torino, 2016.

CARRETTA Primoli Jacopo, *L'evoluzione del marketing nei centri commerciali negli ultimi venti anni. Dagli eventi al marketing relazionale*, Tesi di laurea, rel. Vescovi Tiziano, Zirpoli Francesco, Università Ca' Foscari Venezia, 2014.

CHIORINO Cristina, *Cantiere Italia '61. Le ville industrielle costruisce i suoi simboli.* Dottorato di ricerca in storia dell'architettura e dell'urbanistica, XVII ciclo, rel. Olmo Carlo, Politecnico di Milano – Politecnico di Torino, 2005.

DELLAROSSA Elisa, ROSSI Serena, *Super(misura), il centro commerciale come sfida nel riuso della grande scala: il caso del Palazzo del Lavoro a Torino, Tesi di laurea*, rel. Minucciani Valeria, Montanari Guido, Politecnico di Torino, 2016.

GROSSO Luigi Andrea, *Il Palazzo del lavoro di Torino: da palazzo per l'esposizione internazionale del lavoro a polo culturale*, Tesi di laurea, rel. Orio De Paoli, Antonio Besso Marcheis, Politecnico di Torino, 2016.

MARTORANA Giuseppe, *Una nuova piazza per Torino, il recupero funzionale del Palazzo del Lavoro*, Tesi di laurea, rel. Fabbri Pompeo, Politecnico di Torino, 2011.

SITOGRAFIA

"I Centri Commerciali" – Oliviero Tronconi Maggioli Editore".www.zedprogetti.it/2017/11/12/nascita-sviluppo-dei-centri-commerciali-italia/ [ultima consultazione 22.07.2019]

www.corriereortofrutticolo.it/2017/05/31/brescia-nasce-un-centrocommerciale-dedicato-solo-al-bio/ [ultima consultazione 10.09.2019]

www.italia61.it [ultima consultazione 1.12.2019]

www.museotorino.it [ultima consultazione 1.12.2019]

www.palavelatorino.it [ultima consultazione 17.07.2019]

www.atlas.landscapefor.eu/category/secxx/poi/6497-palazzo-del-lavoro/ [ultima consultazione 17.07.2019]

www.digilander.libero.it [ultima consultazione 17.07.2019]

www.ilgiornaledellarchitettura.com/web/2015/09/20/cronistoria-di-una-vita-grama-il-palazzo-del-lavoro-dal-1961-a-oggi/ [ultima consultazione 5.08.2019]

www.rivistasavej.it/cantiere-italia-61-3f4e4c25e494 [ultima consultazione 5.08.2019]

www.lastampa.it/2011/04/24/cronaca/pier-luigi-nervi-il-genioche-costrui-il-boom-dell-italia-t8r0oNeOTq2FenH1yAJQsL/pagina.html [ultima consultazione 1.12.2019]

www.mercatocentrale.it/torino/ [ultima consultazione 17.07.2019]

www.mormile.it/progetti/palazzo-del-lavoro-di-torino/ [ultima consultazione 1.12.2019]

www.nielsen.com/it/it/insights/ [ultima consultazione 10.05.2019]

www.torinostoria.com/le-mille-vite-di-palazzo-nervi-da-italia-61-al-nuovo-piano-di-riqualificazione/ [ultima consultazione 10.11.2019]

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento alle relatrici per la loro disponibilità, la loro gentilezza e i loro consigli, che mi hanno guidato durante tutta l'elaborazione della tesi.

Ringrazio di cuore i miei genitori, per il loro costante sostegno e per la loro capacità di trasmettermi sicurezza e darmi la forza di superare qualunque cosa. Grazie per aver sempre creduto in me.

Ringrazio mio fratello ed Ileana per essere per me degli esempi di determinazione e tenacia, oltre che punti di riferimento essenziali.

Grazie alle mie amiche di sempre, Mimmo, Vale e Miki, per la loro capacità di trasmettermi serenità e gioia, per farmi credere all'esistenza dei rapporti che non cambiano mai e per essere qui oggi, nonostante la lontananza.

Ringrazio Giulia per essermi stata vicina in tutti questi anni a Torino, per i consigli, i disastri e le risate.

Grazie ai miei colleghi per aver condiviso emozioni contrastanti: dalla disperazione per gli atelier, alle nottate, ai "cuttigghi", ai pranzi e alle cene di fretta, ai caffè, alle giocate a carte, alla pausa sole. Ary, Simo, Crep, Sasà, Alby, Vic, Sere, ricorderò per sempre questi anni.

Ringrazio Enrico per essermi stato di supporto durante i miei scleri, senza perdere mai la pazienza (o quasi). Grazie per i più piccoli gesti ma pieni di dolcezza, per la complicità e i momenti di spensieratezza.

Grazie a tutti di cuore,
Francesca