Ampliamento della Galleria d'Arte Moderna e Contemporanea in Roma MACRO

http://www.museomacro.org

Progettisti:

- Il progetto generale dell'opera e la parte edile/architettonica è stato redatto da Odile Decq - Benoit Cornette Architectes ODBC – Parigi (vedi concorso).
- La redazione del progetto definitivo ed esecutivo a carattere strutturale è stata svolta dallo **Studio di Ingegneria delle Strutture**
- Il progetto definitivo-esecutivo degli impianti è stato redatto da AI Engineering – Torino.

Committente:
COMUNE DI ROMA Dipartimento VI Politiche della Programmazione e Pianificazione del Territorio - Roma Capitale - U.O.9 Qualità Architettonica P.za Kennedy, 15 – 00144 Roma

Localizzazione:
Via Nizza – Via Reggio Emilia quartiere Nomentano (ROMA)

Esecuzione dei lavori:
Consegna lavori : settembre 2004 - Fine Lavori: ottobre 2010 - Inaugurazione: dicembre 2010

Importo dei lavori a base di gara e categorie professionali:

Importo complessivo dei lavori a base d'asta è pari a 14'657'861,37 € + 887'200,70 € per oneri per la sicurezza per un totale di 15'545'062.07 € ;

Importo dei lavori a carattere strutturale è pari a 7'758'404,00 €

Grado di Complessità dell'intervento in generale
In via generale l'intervento è inquadrabile nella categoria E13 (G=1.2) e quota parte in E.15 (G=1.55). La classificazione di quota parte dell'intervento nella categoria E.15 deriva dal fatto che un fabbricato oggetto dell'appalto era costituito dalla Birreria Peroni (struttura in c.a. di inizio del 900 vincolata dalla soprintendenza).

Grado di Complessità dell'intervento strutturale

L'intervento a carattere strutturale è suddivisibile nelle seguenti sotto categorie:

- Ig (oggi S03 G=0.95) Strutture o parti di strutture in cemento armato richiedenti speciale studio tecnico, ivi comprese le strutture antisismiche per 4'160'234,00 €
- IX-b (oggi S06 G=1.15) Opere metalliche di tipo speciale di notevole importanza costruttiva e richiedenti calcolazioni particolari per 2'025'364,00 €
- IX-c (oggi S05 G=1.05) Fondazioni speciali per 1'572'806,00 €

La media pesata del grado di complessità della parte strutturale è pari a 1.02 >0.95

****

Caratteristiche dell'intervento

Le dimensioni del fabbricato a seguito dell'ampliamento sono le seguenti:

- Superficie totale Macro preesistente: 3.890 mq
- Cubatura totale Macro preesistente: 15.200 mc
- Superficie totale ampliamento Macro: 10.050 mq
- Cubatura totale fuori terra ampliamento Macro: 29.097 mc
- Cubatura totale entro terra ampliamento Macro: 17.618 mc
- Superficie complessiva Macro: 13.940 mq
- Parcheggio interrato Macro: 5.650 mq (161 posti auto)
- Cubatura complessiva Macro: 61.915 mc
- Spazi esterni: 600 mq
- Terrazza : 2.500 mq
- Superficie espositiva Macro preesistente: 1.450 mq
- Superficie espositiva ampliamento Macro (compresi spazi foyer): 2.900 mq
- Superficie espositiva totale Macro: 4.350 mq
- Servizi (sala conferenze, libreria, caffè, ristorante, area educativa): 1.750 mq

Il costo per mq di superficie di intervento di ampliamento è stato pari a 1600 €, tale valore che a prima vista può sembrare alto se paragonato ad interventi analoghi è risultato molto basso nonostante il livello di architettura sia il medesimo. Da un punto di vista strutturale i dati di progetto sono i seguenti:

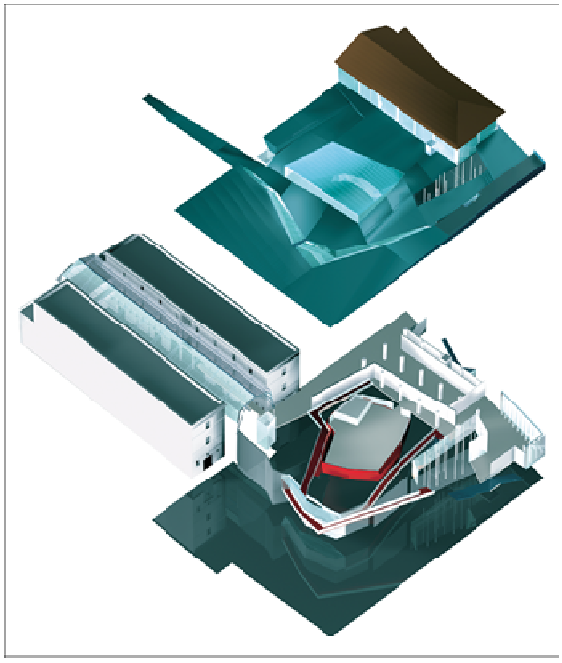
- Diaframmi in c.a.: 4'700 mq
- Pali trivellati ø600: 1'400 m
- Micropali ø220-250: 4'000 m
- Scavo: 34'300 mc
- C.A. in opera: 6'300 mc

- Carpenteria metallica: 670 t

Gli interventi hanno riguardato inoltre il restauro dell'edificio storico della Birra Peroni (vincolato) e in fase operativa (era previsto il vaglio archeologico degli scavi) vi sono stati dei ritrovamenti significativi che sono costituiti da un basamento di una fontana romana dell'Ottocento e il ritrovamento di una cava romana di Servio Tullio e di una cisterna (sempre di epoca romana). Tali ritrovamenti hanno comportato a livello locale una variante alle strutture e alle parti edili al fine di musealizzare tali scoperte, il costo economico di queste varianti è stato assorbito dal quadro economico allora predisposto e da un punto di vista temporale non vi sono state ripercussioni significative.

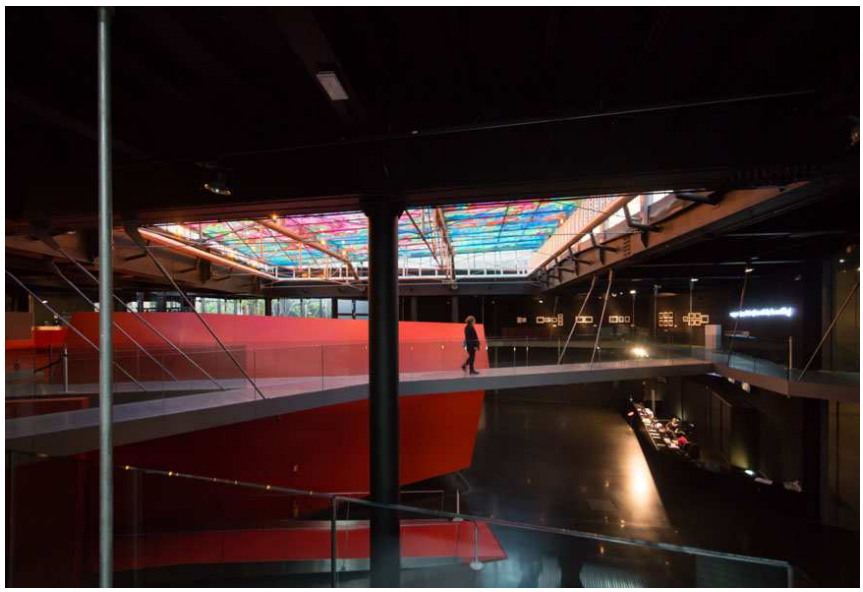
Organizzazione del Fabbricato

Il progetto è consistito nell'ampliamento della galleria esistente, sita presso l'antica fabbrica della birra Peroni. Una parte importante del progetto - un sistema di rinnovati percorsi insieme ad un nuovo edificio - si colloca in infrastruttura, su 3 livelli di sottosuolo riservati ai parcheggi (per complessivi 143 posti), ai locali tecnici e ai depositi per le opere.
All'interno trovano spazio un foyer centrale dal quale si accede alla grande sala espositiva, una sala lettura racchiusa in un volume rosso, una sala proiezioni, un bookshop, l'Art Café ed un'ampia terrazza che corrisponde alla copertura del museo.
Scale e passerelle metalliche attraversano il foyer allungandosi verso la grande sala espositiva consentendo percorsi multipli tra gli spazi interni ma anche verso la terrazza.



Il giardino ospita Aylenthus altissime, piantate in una pavimentazione ricoperta di ghiaia di basalto. Un percorso a forma di Z, trattato con la stessa pietra, disegna una nuova promenade che conduce all'entrata del museo.
Realizzate in grandi volumi di vetro verticali, le pareti della sala espositiva

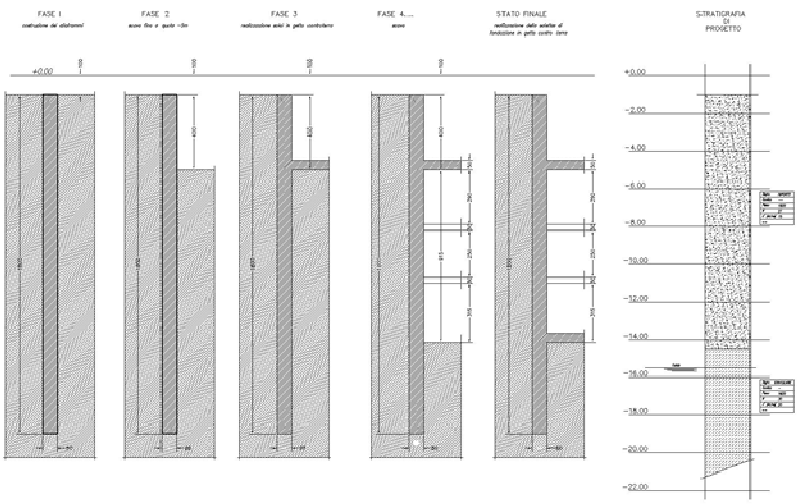
alternano parti fisse a grandi porte che si aprono a soffietto rispettivamente sul foyer e sull'art café al piano terra.
Il foyer, nodo centrale del museo che articola i diversi spazi, contiene tre volumi singoli: la biglietteria, la sala conferenze e i servizi igienici. L'insieme del foyer è rivestito di pietra di basalto. La prevalenza del nero intende evocare l'ex destinazione industriale dell'edificio.



Per colorare il "cuore pulsante" del museo, l'auditorium, è stato scelto invece il rosso: integralmente rosso all'esterno, ricoperto da pannelli di legno laccato rosso, così come all'interno su tutti i suoi lati.
Tra i diversi spazi che contornano il foyer, il più importante è la sala espositiva. Una grande vetrata sfaccettata, sul tetto, al cui vetro viene integrato una trama in inox, fornisce una luce filtrata.
Le strutture lasciate apparenti, la cui altezza varia tra i 10 e i 12 metri, permettono anche la sospensione delle opere. I muri sono raddoppiati da dei rivestimenti in legno pitturati in bianco che facilitano gli ancoraggi successivi.
Un'altra sala, più piccola, la Video Art, prevista per le proiezioni, è trattata nella continuità del foyer: muri bianchi, pavimentazione in basalto, soffitto dipinto in nero. La video art contiene al suo centro due grandi tavoli che permettono la consultazione, su degli schermi individuali, delle opere video. Sulle pareti alle estremità degli schermi di grandi dimensioni fungono da supporto di proiezione.
Situato all'angolo di via Nizza e via Cagliari, l'Art Café è un volume di vetro che sembra galleggiare sull'entrata del museo.
Sospeso alle due travi che formano l'angolo della terrazza, il soffitto tiene i tiranti in vetro della facciata realizzata in semplici vetrate VEC di grande dimensione (150x600cm). Una trama in acciaio inserita nel vetro laminato permette di filtrare la luce all'interno dell'art café.
La terrazza, che corrisponde all'insieme della copertura del museo, ospita due elementi vetrati importanti: la fontana e la vetrata.
La vetrata, per la sua geometria sfaccettata, permette di collegare le parti alta e bassa della terrazza, filtrando la luce verso il foyer e la sala espositiva. Realizzata in vetro incollato, è supportata da delle travi tiranti in vetro. L'altro elemento vetrato, la fontana, si presenta come una scatola di vetro che emerge dal pavimento della terrazza e inclinata, ricoperta di una pellicola d'acqua che scorre continuamente.

Le strutture - Opere Interrate

Per realizzare la parte interrata dell'ampliamento, che si sviluppa in aderenza ad una serie di edifici esistenti di significativa altezza ed a ossatura in muratura sono state realizzati dei diaframmi in c.a. opportunamente contrastati al fine di assorbire le azioni orizzontali derivanti dalla spinta dei terreni e dall'incremento di spinta dovuto alla presenza di edifici adiacenti. Lo studio di tale sottostruttura è stato particolarmente accurato al fine di governare le deformazioni onde garantire l'insorgere di problematiche nelle preesistenze. Agli elementi contro-terra è stata poi data anche la funzione di elemento verticale resistente vincolando ad esso le travi ed i solai di piano e nel complesso l'ossatura in c.a. dell'interrato è stata progettata impostando una conformazione che fosse poi in grado:



- di ridistribuire, assieme agli impalcati di piano, le spinte orizzontali non auto-equilibrate;
- di costituire, insieme agli altri elementi verticali (setti e pilastri), una struttura di elevata rigidezza e resistenza minimizzando le componenti flettenti (derivanti dalle azioni orizzontali) sui pilastri.

Le fondazioni delle sottostrutture interne del corpo principale sono di tipo diretto e sono costituite da una platea nervata, i solai sono realizzati o in c.a. pieno su elementi pre-dalles o in soluzione alveolare con soletta di completamento.

Edificio "2A"

Il progetto strutturale dell'Edificio "2A", l'unica pre-esistenza dell'ex fabbrica Peroni a rimanere in essere, è mirato a conseguirne l'"adeguamento sismico".

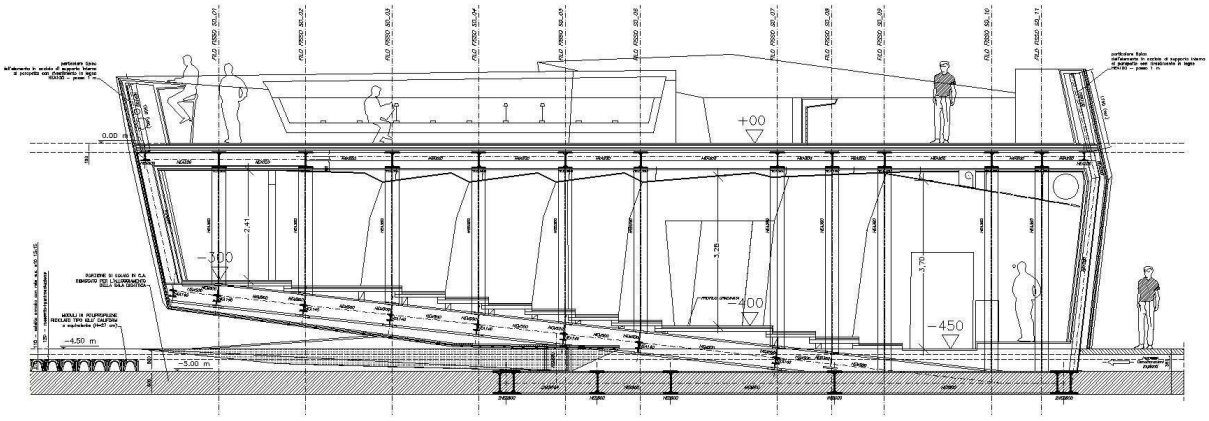
Per quanto riguarda le fondazioni si è provveduto ad un consolidamento dei plinti esistenti utilizzando dei micropali ed allargando poi i plinti di fondazione esistenti e ricucendo il tutto in modo da poter eseguire in sicurezza degli scavi al fine di alloggiare tutta una serie di cunicoli tecnici ad uso impiantistico.

I pilastri sono stati consolidati mediante l'applicazione betoncino con l'inserimento di nuove armature e l'incamiciatura con angolari metallici calastrellati. Particolare attenzione è stata dedicata al rinforzo dei nodi delle strutture in cemento armato esistenti (di inizio del 9020) per le quali si è previsto il rafforzamento con la posa barre passanti (in orizzontale ed in verticale).

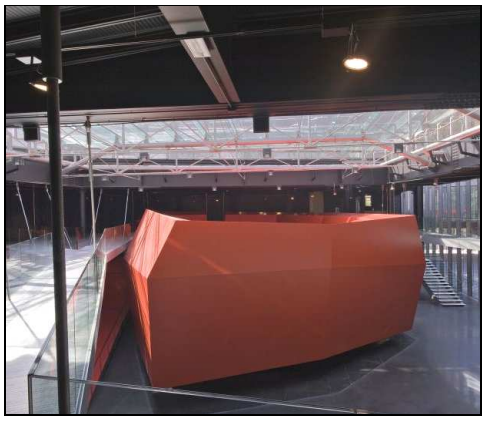
Il criterio guida dell'intervento era il raggiungimento della piena efficienza statica (per le azioni verticali ed in caso di sisma) mantenendo inalterato l'aspetto originario della struttura e portando a vista le sole incamiciature in acciaio (tipiche del rafforzamento per gli edifici industriali in c.a.).

Sala Didattica/Sala di Lettura

La “Sala Didattica/Sala di Lettura” è costituita da un doppio ordito di telai metallici in profili a doppio T con un solaio irrigidente in c.a., che ingloba le piattabande superiori delle travi, posto a quota della Sala Lettura.

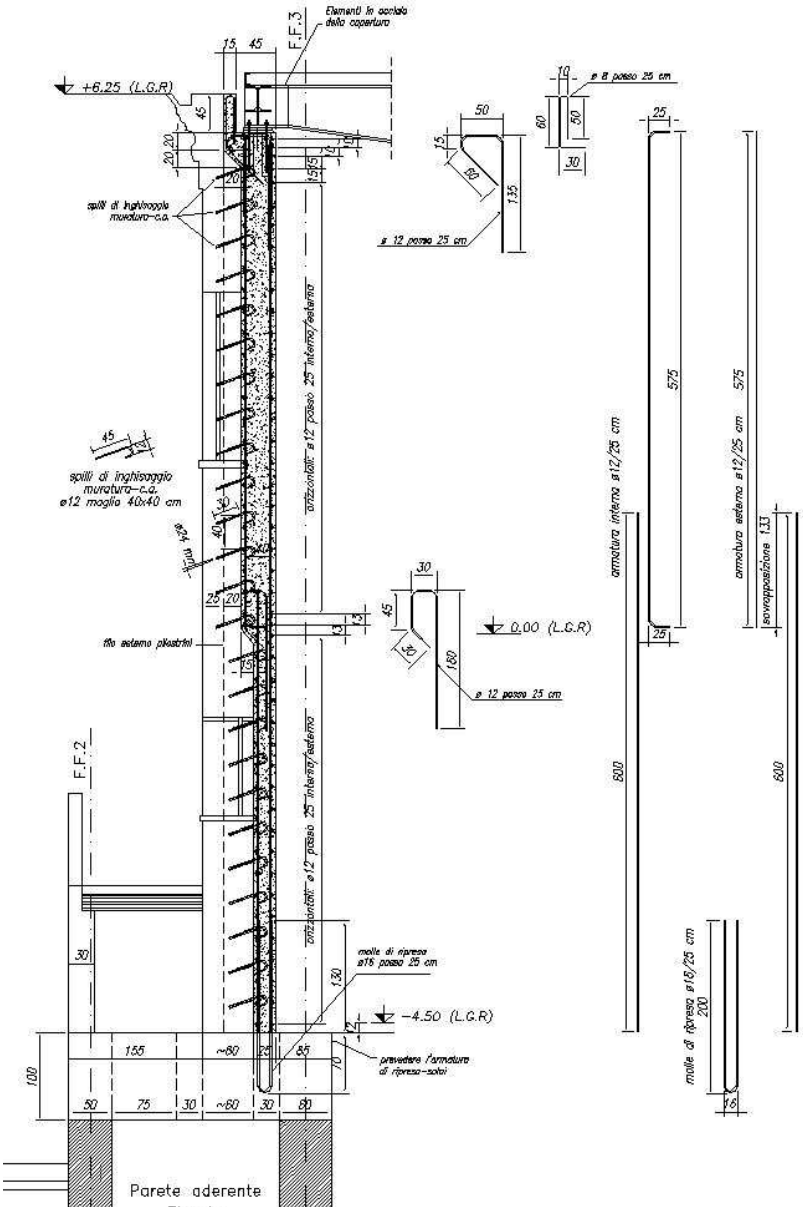


Sulle pareti sub-verticali sono presenti degli elementi irrigidenti diagonali di controventamento. La gradonata interna è invece realizzata con elementi in legno lamellare poggianti sulle sottostanti travi inferiori degli orditi longitudinali. Il tutto è vincolato ad un graticcio piano di travi metalliche, inglobato nel solaio posto a quota -4.50 m, di rigidezza e resistenza sufficiente a garantire la trasmissione delle azioni agli elementi verticali sottostanti.



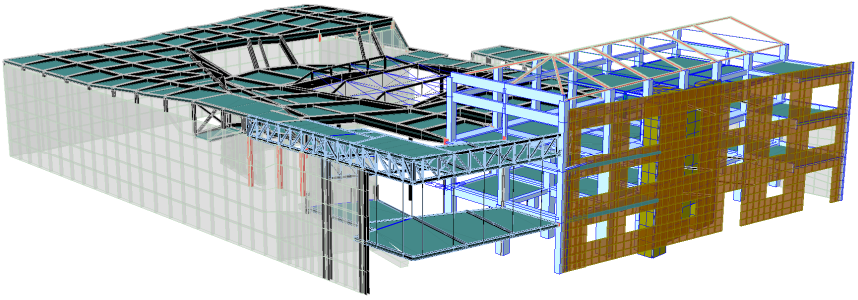
Conservazione delle Facciate

Sul perimetro dell'edificio, lungo Via Cagliari e Via Nizza, insistono delle pareti in muratura dell'edificio originario Peroni, realizzate in mattoni e tufo dello spessore di 50 cm, per le quali è stato previsto il mantenimento in opera. Tali pareti sono state placcate con setti in c.a. dello spessore di 20 cm, poste sui lati interni dell'edificio ed ammorsati alle pareti murarie esistenti mediante "spilli" ø12, disposti con maglia 40x40 cm, inghisati nella matrice muraria con resina epossidica. La placcatura lungo la Via Nizza è poi collegata alle strutture del telaio dell'edificio 2A attraverso delle bielle in acciaio aventi funzione tirante–puntone, in grado di stabilizzare la parete per azioni dirette ortogonalmente al piano della parete stessa. La placcatura lungo Via Cagliari è invece connessa alle strutture metalliche di copertura della "sala espositiva". Sulla sommità di tali nuovi setti in c.a. sono vincolate le grandi travature reticolari metalliche che, correndo parallele ai setti stessi, sbalzano sull'angolo Via Nizza/Via Cagliari e vanno a sospendere l'impalcato dell'art-cafè al di sotto del quale è collocato il nuovo ingresso del Macro.



Foyer/Sala Espositiva

La copertura metallica del Foyer/Sala Espositiva copre una superficie di notevole estensione facendo affidamento su supporti ubicati prevalentemente lungo le pareti di confine. Le travi sono in appoggio sulle pareti in c.a. perimetrali, sui setti in c.a. interni al "foyer/sala espositiva" e sulla trave a cassone ad anello che delimita la fontana centrale. I setti in c.a. interni, a loro volta, vanno a scaricare sull'impalcato a quota -4.50 m precedentemente descritto.



La scelta strutturale prevedeva inizialmente l'impiego di travi reticolari spaziali in acciaio disposte in modo da costituire un grigliato che rispettasse l'articolazione degli spazi sottostanti. Nella fase di progettazione esecutiva, stante la sopraggiunta classificazione sismica del Comune di Roma, è stato necessario modificare notevolmente le scelte strutturali relative alla copertura e si è passati ad un grigliato di travi composte saldate a doppio T a passo di circa 4500 mm e di altezza standard intorno a 1000 mm (serie HSL e HSE). I giunti a coprigiunto tra le travi del grigliato sono concepiti e verificati come "a completo ripristino di resistenza. L'impalcato di copertura è costituito da un solaio in lamiera grecata collaborante di tipo Höesch, con estradosso posizionato alla quota del "piano del ferro". Tale solaio è in grado di costituire ritegno torsionale per le travi a doppio T grazie alla presenza di pioli tipo Nelson dimensionati a tale scopo (nell'analisi strutturale delle travate non sono stati considerati effetti di collaborazione delle solette in c.a.). Alle strutture di copertura sono anche appese delle passerelle pedonali a struttura in acciaio che seguono un ampio percorso nel doppio volume del "foyer/sala espositiva". Per la verifica del comfort degli utilizzatori è stata utilizzata una analisi di tipo dinamico i cui risultati hanno consentito di escludere la necessità di inserire degli smorzatori in quanto le strutture della passerella sono risultate conformi ai criteri di comfort contenuti nelle specifiche raccomandazioni ISO.

Art Café

L'Art Cafè è modellato considerando il solaio a quota 0,00 ed i solai di copertura quali diaframmi rigidi nel proprio piano, direttamente vincolati ai muri placcati lungo Via Nizza e lungo Via Cagliari oltre che ai setti in c.a. interni.
La struttura risulta sospesa a delle travi reticolari poste in intradosso.
Particolare attenzione è stata posta nello studio degli effetti vibrazionali dovute alle persone che alle strutture in acciaio e vetro e alla loro interazione con le pre-esistenze e le nuove strutture.

Modelli di Calcolo ed elaborati di progetto

Per l'impostazione del progetto è stato implementato un modello di calcolo generale che comprende la parte interrata e la parte in elevato a cui si sono aggiunti 15 sottomodelli per lo studio di dettaglio delle strutture.
Le analisi condotte sono state di vario tipo, da quelle classiche di tipo statico a quelle dinamiche per valutare gli effetti delle azioni sismiche, per analizzare il comportamento delle passerelle sospese, ai modelli per di calcolo per i diaframmi in c.a., passando poi a quelli geotecnici ed infine a quelli a caldo per quanto attiene il comportamento al fuoco delle strutture.
Gli elaborati grafici di progetto a carattere strutturale di base sono 138 , innumerevoli sono poi i disegni esecutivi di officina, le distinte ed i particolari costruttivi.