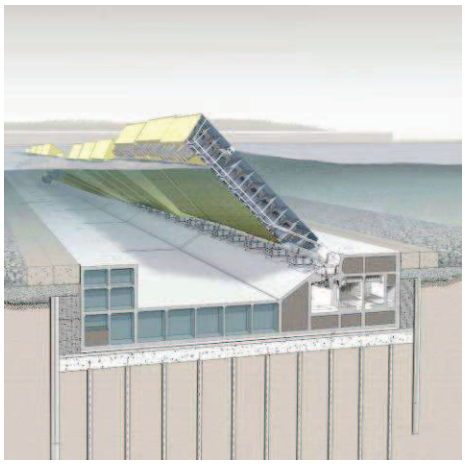
PREMI aicap 2014
REALIZZAZIONI IN CALCESTRUZZO STRUTTURALE



I testi degli articoli di presentazione delle opere sono stati tratti dalla documentazione presentata dai Progettisti con la candidatura ai Premi aicap 2014.

PREMI aicap 2014
REALIZZAZIONI IN CALCESTRUZZO STRUTTURALE

CATEGORIA EDIFICI

OPERA VINCITRICE
"TREFOLO" - CAMPUS UNIVERSITARIO DI FORLI'

EDIFICIO RESIDENZIALE IN VIA SAPPADA 23 A ROMA

NUOVA SEDE DELL'AGENZIA SPAZIALE ITALIANA A ROMA TOR VERGATA

CATEGORIA OPERE INFRASTRUTTURALI

OPERA VINCITRICE
BARRIERE MOBILI PER LA DIFESA DI VENEZIA E DELLA LAGUNA DALLE ACQUE ALTE – CASSONI DI BARRIERA

NUOVA STAZIONE PER L'ALTA VELOCITA' DI BOLOGNA

VIADOTTO SERRA CAZZOLA 1 SULLA SS 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

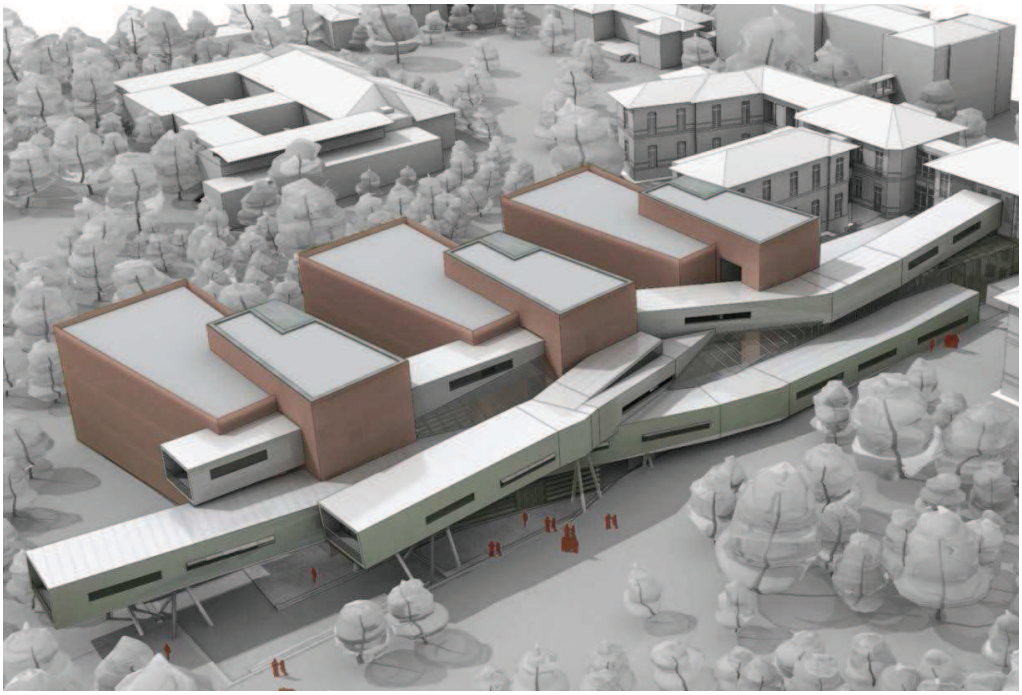
PREMI aicap 2014
REALIZZAZIONI IN CALCESTRUZZO STRUTTURALE

EDIFICI

Premio conferito a:

“TREFOLO” - CAMPUS UNIVERSITARIO DI FORLI’

“L'opera è un pregevole esempio di equilibrato rapporto fra l'architettura, la struttura e le esigenze tecnologiche e costruttive, con una buona sintesi di tutte e una equilibrata integrazione delle nuove forme nell'esistente.
Il requisito di antisismicità ha reso più complesso il progetto strutturale.
Il ricorso al calcestruzzo ha consentito la realizzazione di forme tubolari e plastiche di notevoli dimensioni, con getti in continuità di strutture articolate e rese complesse dalla presenza di ampie e differenti aperture e dalla geometria tridimensionale dell'opera.”



OPERA VINCITRICE DEL PREMIO PER LA CATEGORIA EDIFICI

"TREFOLO" - CAMPUS UNIVERSITARIO DI FORLI'

Il Progetto riconverte l'ex ospedale di Forlì in campus universitario. E' una grande cerniera urbana con la funzione di "ponte" tra nucleo antico e città moderna. Da un lato, verso la città storica, viene restaurato il complesso a padiglioni eliminando le addizioni improprie e ripristinando la trasparenza tra i vari corpi di fabbrica e la gerarchia originaria tra le corti. dall'altro, una nuova strada che è anche la dorsale di alimentazione impiantistica del sistema, a forma di "trefolo" serve i nuovi blocchi della didattica e si conclude con l'aula magna: nuovo ingresso al campus dalla città contemporanea. L'area del Campus ha un'estensione di quasi 9 ettari. Il progetto riduce la volumetria complessiva dai 247.000 mc originari a 228.000 con un impianto che favorisce il ridisegno del Parco. Prevede 22.600 mq di s.l. di recupero e 13.300 mq di nuova costruzione per un totale dì 35.900mq. La parte destinata a parco pubblico è di 35.500 mq. Le opere da realizzare ammontano a 75,5 milioni di €.

DESCRIZIONE GEOMETRICA

La porzione di strutture costituite dal *Trefolo* e dal *Tunnel* tecnologico è un sistema strutturale avente una configurazione geometrica complessa. Il *Tunnel* è suddivisibile in una parte basamentale interrata, costituita dal *Tunnel* tecnologico, che costituisce la anche la struttura fondale per i tre nuclei scale-ascensori. A partire da ciascuno dei tre corpi interrati costituenti il *Tunnel*, partono, come detto, i tre nuclei scale-ascensori. Il corpi del *Tunnel* presentano le stesse caratteristiche strutturali essendo tutti costituiti da una fondazione (avente quota di posa -5.53 m) a platea di spessore 50 cm su pali Ø400, strutture di elevazione scatolari con setti e muri contro terra in calcestruzzo armato di diversi spessori (da 25 a 40 cm, quest' ultimo per i muri che sostengono i nuclei scale-ascensori), solai di tipo predalles (avente quota di estradosso -1.56 m).

Il *Trefolo* è la porzione strutturale più complessa. Esso è costituito da tre *Tubi* a sezione rettangolare di circa 7.00×3.50 m in calcestruzzo armato, con uno spessore di 25 cm, aventi una lunghezza complessiva di circa 110 m; le loro linee d'asse subiscono variazioni sia altimetriche che planimetriche, con quote della soletta inferiore variabili da un minimo di -0.70 m a un massimo di 7.83 m. I tre *Tubi* (denominati *Tubo A*, *Tubo B* e *Tubo C*) sono sostenuti da un sistema di appoggi costituiti da gruppi di colonne in acciaio, aventi ciascuna una diversa inclinazione, e dai tre nuclei scala di cui si è detto sopra. I gruppi di colonne e i nuclei hanno sia la funzione di sopportare i carichi verticali trasmessi dai *Tubi* che di controventamento nei confronti delle azioni sismiche. In particolare la disposizione delle direzioni delle colonne in acciaio è stata determinata in modo da minimizzare gli spostamenti dei *Tubi*. I gruppi di colonne sono fondati su plinti e su pali. I plinti hanno una quota di imposta pari a -5.53 m ed un estradosso pari a 1.56 m, così da non determinare differenze sulle frequenze di ingresso dell'azione sismica. I plinti sono su pali Ø600 e sono

collegati per mezzo di travi che li collegano anche ai nuclei scale-ascensori, con la finalità di limitare i potenziali cedimenti vincolari. Al fine di ottenere il massimo effetto di controventamento dei *Tubi*, è stato previsto l'utilizzo di attuatori visco-elastici di collegamento tra le strutture dei *Tubi* con i corpi scale-ascensori, in modo da consentire gli spostamenti lenti dovuti alle azioni termiche ma che trasmettano le azione impulsive dai *Tubi* ai corpi stessi (Figura 1).

ELEMENTI STRUTTURALI

La struttura è costituita da tre tubi in c.a. che presentano variazioni planimetriche ed altimetriche. I tubi sono sostenuti in quota da gruppi di colonne in acciaio disposte in modo sfalsato. Queste caratteristiche geometriche determinano configurazioni strutturali molto particolari che hanno richiesto lo sviluppo di numerose analisi per la corretta interpretazione e progettazione strutturale. La disposizione degli appoggi determina un comportamento flessio-torsionale. La geometria strutturale è piuttosto complessa. Le variazioni planimetriche e altimetriche dei tubi determinano delle intersezioni tra gli stessi (Figura 2)

Ottimizzazione delle aperture

Al fine di individuare la posizione ottimale delle aperture si è preferito partire dall'analisi del comportamento della struttura dei tubi privata delle aperture laterali in modo da poter valutare la stabilità della struttura e quindi l'efficacia del sistema di appoggi, indipendentemente dalla presenza di superfici finestrate; in una fase successiva è stata valutata, in base all'andamento dei flussi di tensioni, la posizione delle aperture che determinava la minore perturbazione del campo tensionale (Figura 3).

Ottimizzazione della disposizione delle colonne

La ricerca della disposizione ottimale delle colonne di sostegno del Trefolo può essere formalizzata come un problema di minimizzazione vincolata.

Nel caso in esame sono assegnati quali vincoli architettonici:

1. i punti (zone) di appoggio relativamente alle solette inferiori degli elementi del Trefolo, e quindi le coordinate delle estremità superiori di ciascun gruppo di colonne;
2. a quota inferiore le aree sulle quali è possibile fissare l'estremità di base di ogni singola colonna in modo da definirne univocamente la disposizione.

I diagrammi polari della Figura 4 sintetizzano le risposte , in termini di spostamenti orizzontali, dei nodi superiori delle colonne appartenenti al Tubo 1 relativamente ad eventi sismici agenti secondo direzioni distribuite uniformemente su 360°con incrementi angolari di 15°circa.

RUOLO DEL MODELLO A TRALICCIO SPAZIALE

L'individuazione all'interno della struttura di un sistema resistente a traliccio costituisce una strategia di progetto che si pone come obiettivo una chiara definizione dei meccanismi resistenti ultimi, in un ottica coerente con l'approccio progettuale della gerarchia delle resistenze. Proprio in virtù della maggiore concentrazione di armatura prevista all'interno degli elementi che lo costituiscono, il traliccio si candida ad essere una possibile configurazione resistente ultima, agevolando il progettista nella definizione delle sovra resistenze e quindi nel controllo della sequenza dei cedimenti in caso, ad esempio, di evento sismico eccezionale.

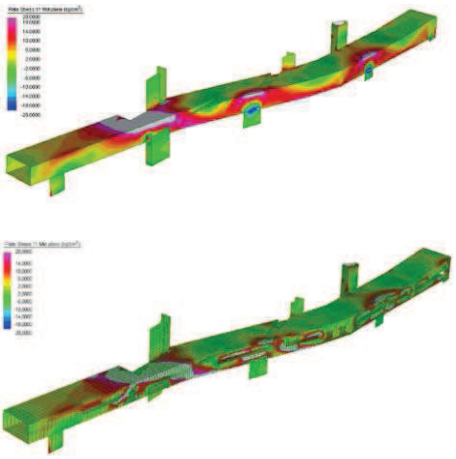


Figura 3

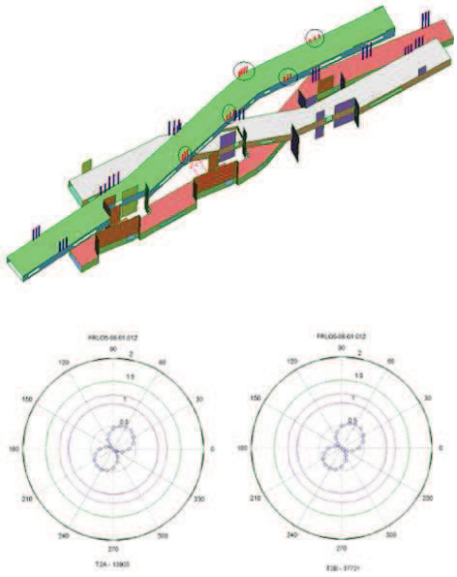
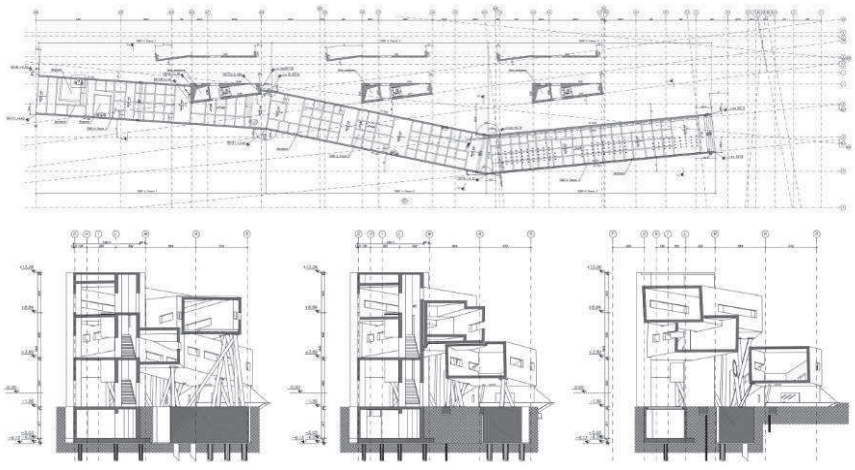


Figura 4

Figura 1

Figura 2



La definizione del traliccio resistente comporta inoltre anche i seguenti vantaggi:

1. riconduce un sistema complesso compatto ad un insieme discreto di elementi monodimensionali agevolmente gestito dai programmi di calcolo commerciali soprattutto per quanto riguarda la definizione delle armature confinate nella regione occupata dal traliccio;
2. consente di sfruttare, anche se con le dovute cautele e restrizioni, i risultati notevoli dell'analisi limite che ha, nella tecnica di riduzione dei domini continui a schemi discreti nota come strut & tie, uno dei suoi più interessanti ed utili risvolti applicativi.

Quale configurazione post critica il traliccio deve possedere risorse resistenti residue minime nei confronti del peso proprio e dei permanenti portati. D'altro canto, essendo inglobati negli elementi piani che nel loro insieme formano la struttura scatolare dei tubi, le travi del traliccio condividono con la parte di struttura ad esso complementare, almeno in condizione di esercizio, l'onere di resistere alle sollecitazioni esterne. Dalle considerazioni precedenti appare evidente che per il dimensionamento e la verifica del traliccio si debba individuare la più gravosa fra le due condizioni di carico indicate. Mentre risulta immediata la valutazione dei carichi relativa alla condizione post critica, per quanto concerne la condizione di esercizio è necessario elaborare un metodo per la stima della ripartizione dei carichi esterni fra il traliccio ed il resto della struttura (Figure 5 e 7).

MODELLAZIONE DELLE STRUTTURE

La modellazione strutturale è stata condotta con modelli a complessità crescente, in modo da ottenere un buon grado di affidabilità dei risultati in seguito al confronto critico dei valori derivanti dalle differenti analisi:

- livello 1: analisi FEM con modelli monodimensionali;
- livello 2: analisi analitica semplificata con soluzioni in forma chiusa;
- livello 3: analisi FEM con modelli completi.

Modelli di primo livello

L'eccentricità della posizione degli appoggi rispetto all'asse geometrico della sezione di ciascun tubo è stata riprodotta attraverso elementi infinitamente rigidi che collegano l'elemento *beam* all'appoggio. L'espediente serve soprattutto a far emergere sollecitazioni globali di torsione dovute alla dislocazione asimmetrica degli appoggi. Le approssimazioni adottate sono giustificate dal tentativo non tanto di determinare in modo preciso il comportamento strutturale e/o determinare puntualmente lo stato di sollecitazione, quanto nella necessità di dotarsi, nelle diverse fasi di progettazione, di un supporto di agevole consultazione all'interpretazione dei risultati provenienti da modellazioni più dettagliate, consentendone la validazione dei risultati.

Modelli di secondo livello – Trattazione analitica approssimata

La trattazione approssimata che segue si rende necessaria allorché ci si pone il problema di individuare, come nel caso in esame, i contributi offerti alla resistenza globale dai meccanismi resistenti elementari esibiti dalla struttura sotto assegnate condizioni di carico. L'attenzione in questo contesto si focalizza sulle sollecitazioni torsionali che si instaurano a causa della disposizione dissimmetrica degli appoggi (Figura 6).

La trattazione analitica approssimata consente di dimensionare gli elementi bidimensionali che formano i tubi del Trefolo. La modellazione dei *Tubi* del *Trefolo* ottenuta mediante elementi monodimensionali tipo *beam* e quella ottenuta discretizzando la struttura con elementi bidimensionali tipo *shell*, hanno da un lato nella eccessiva sintesi descrittiva dall'altro nella "ricchezza di informazioni" fornite, i propri punti deboli.

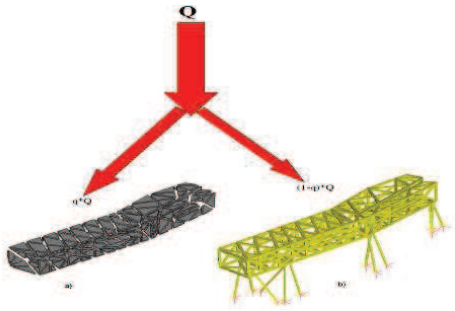


Figura 5

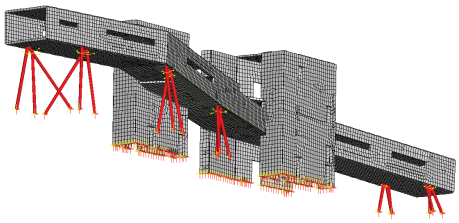
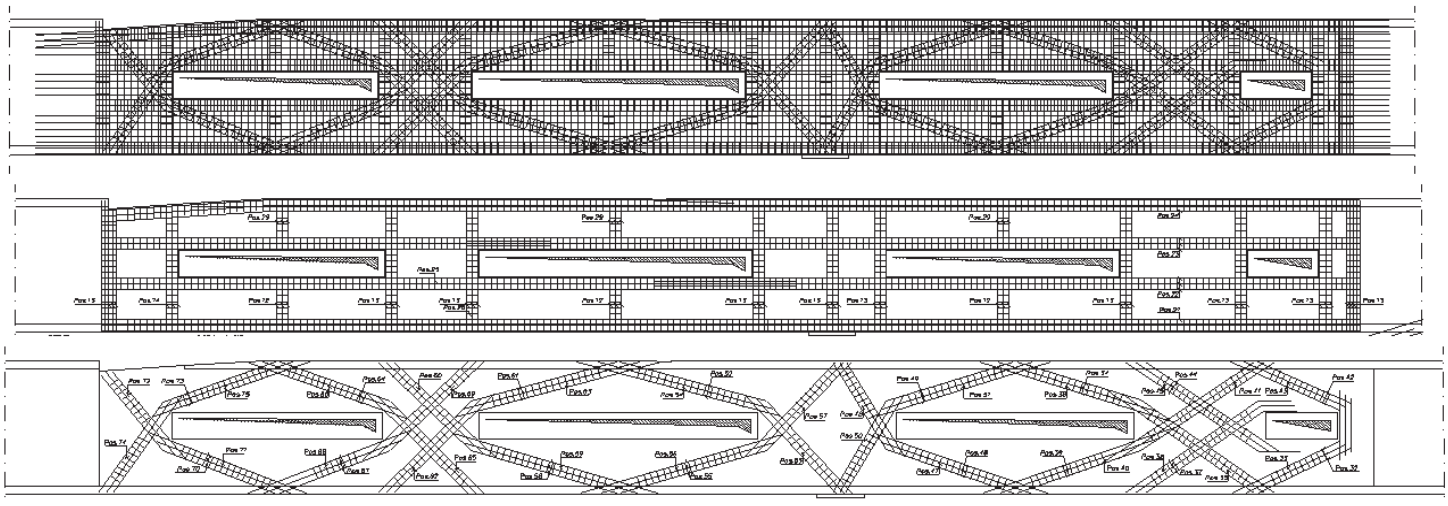


Figura 6

Figura 7



Mentre la modellazione monodimensionale trascura del tutto il contributo alla resistenza globale offerto dalla deformazione trasversale delle sezioni, così come gli effetti locali, la modellazione tridimensionale, proprio in ragione delle propria complessità e completezza, fornisce risposte nelle quali si sovrappongono in maniera difficilmente distinguibili i contributi, in termini di sforzi, relativi a ciascuno schema resistente elementare. Sulla base delle considerazioni esposte, appare evidente l'utilità di disporre di uno strumento analitico che permetta di stimare le aliquote secondo cui il carico esterno imposto si ripartisce fra i sottosistemi in cui idealmente si suddivide la struttura oggetto di studio. Scopo della trattazione che segue è appunto quella di presentare un metodo, specifico per il tipo di struttura in esame, che permette di quantificare tale ripartizione una volta definiti gli schemi resistenti elementari.

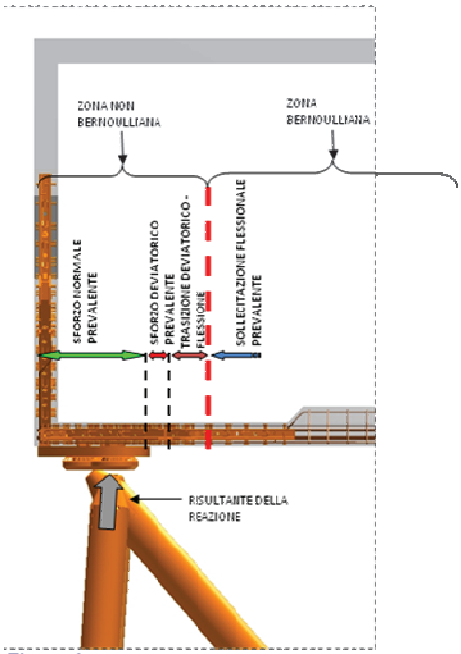


Figura 8

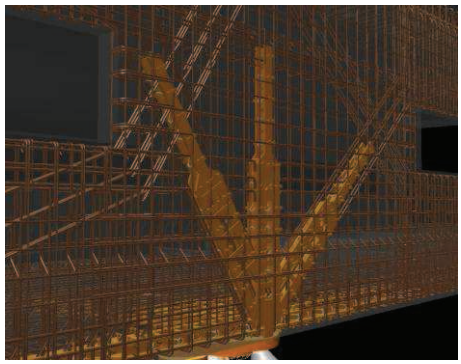
ANALISI FINALIZZATE ALLE VERIFICHE

L'interfaccia tra i gruppi di colonne metalliche e la struttura in c.a. dei tubi è realizzata per mezzo di razze in acciaio dotate di pioli ed ancoraggi (Figura 8).

Analisi dell'interfaccia tubi-colonne

L'interfaccia tra i gruppi di colonne che supportano i *Tubi* e la struttura in calcestruzzo armato di questi ultimi è stata concepita attraverso l'impiego di elementi di transizione costituiti da profili in carpenteria metallica immersi nella soletta inferiore e nella parte di parete prossima all'appoggio.

1. Modello completo con colonne direttamente connesse alla mesh delle solette
Obiettivo: verifica a flessione delle soletta in prossimità dell'appoggio
2. Modello parziale della piastra di raccordo
Obiettivo: verificare che la piastra fosse sufficientemente rigida per una corretta ridistribuzione delle tensioni dalle colonne al calcestruzzo
3. Modello con elementi brick lineari elastici
Obiettivo: valutare il comportamento tendenziale della struttura per effetto della trasmissione delle tensioni dalla piastra al calcestruzzo per contatto
4. Modello completo lineare elastico senza elementi plate nelle zone prossime agli appoggi e soli elementi beam cernierati rappresentanti i profili delle razze
Obiettivo: determinare i valori di sforzo normale massimo nelle razze verticali e taglio massimo nelle razze orizzontali per effettuare le verifiche in condizioni di SLU, trascurando a favore di sicurezza il contributo del calcestruzzo armato
5. Modello completo senza elementi plate nelle sole solette in zone prossime agli appoggi
Obiettivo: confrontare il comportamento in questa condizione estrema della struttura con quella completa per verificare che non vi siano differenze evidenti, confermando così che la maggior aliquota delle reazioni delle colonne transita direttamente per le pareti senza interessare la soletta.
6. Modello completo elastico-plastico senza elementi platee nelle zone prossime agli appoggi e soli elementi beam rappresentanti i profili delle razze
Obiettivo: verificare le ipotesi di elementi cernierati assunti nel modello elastico-lineare n.4 e verificare la reale capacità di ridistribuzione plastica delle sollecitazioni tra le razze.
7. Modello non lineare parziale delle sole zone prossime agli appoggi
Obiettivo: verificare lo stato tensionale e fessurativo del calcestruzzo intercluso tra le razze nella condizione di esercizio, avendo assunto l'ipotesi che gli sforzi dedotti dal modello n.4 siano trasmessi al calcestruzzo come spostamenti impressi dalle razze in acciaio che sono decisamente più rigide
8. Modello parziale non lineare con elementi embedded del sistema razze in acciaio-calcestruzzo armato
Obiettivo: verificare lo stato tensionale del calcestruzzo del tondo da armatura e delle razze in acciaio e fessurativo del calcestruzzo su una porzione significativa della struttura, al fine di valutare in modo complessivo i reciproci apporti nella condizione di SLU (Figura 9).



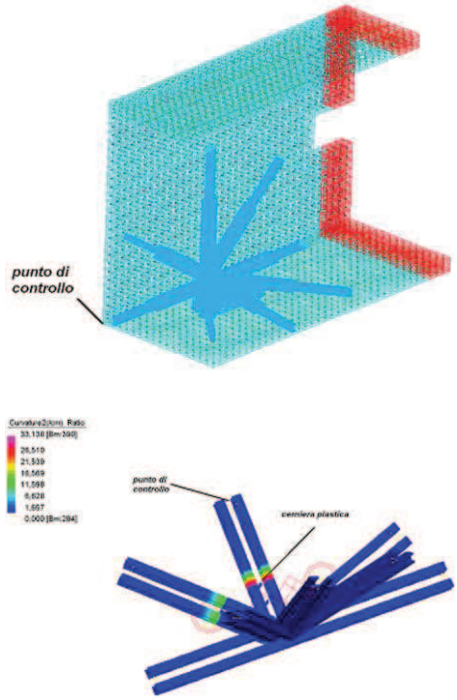
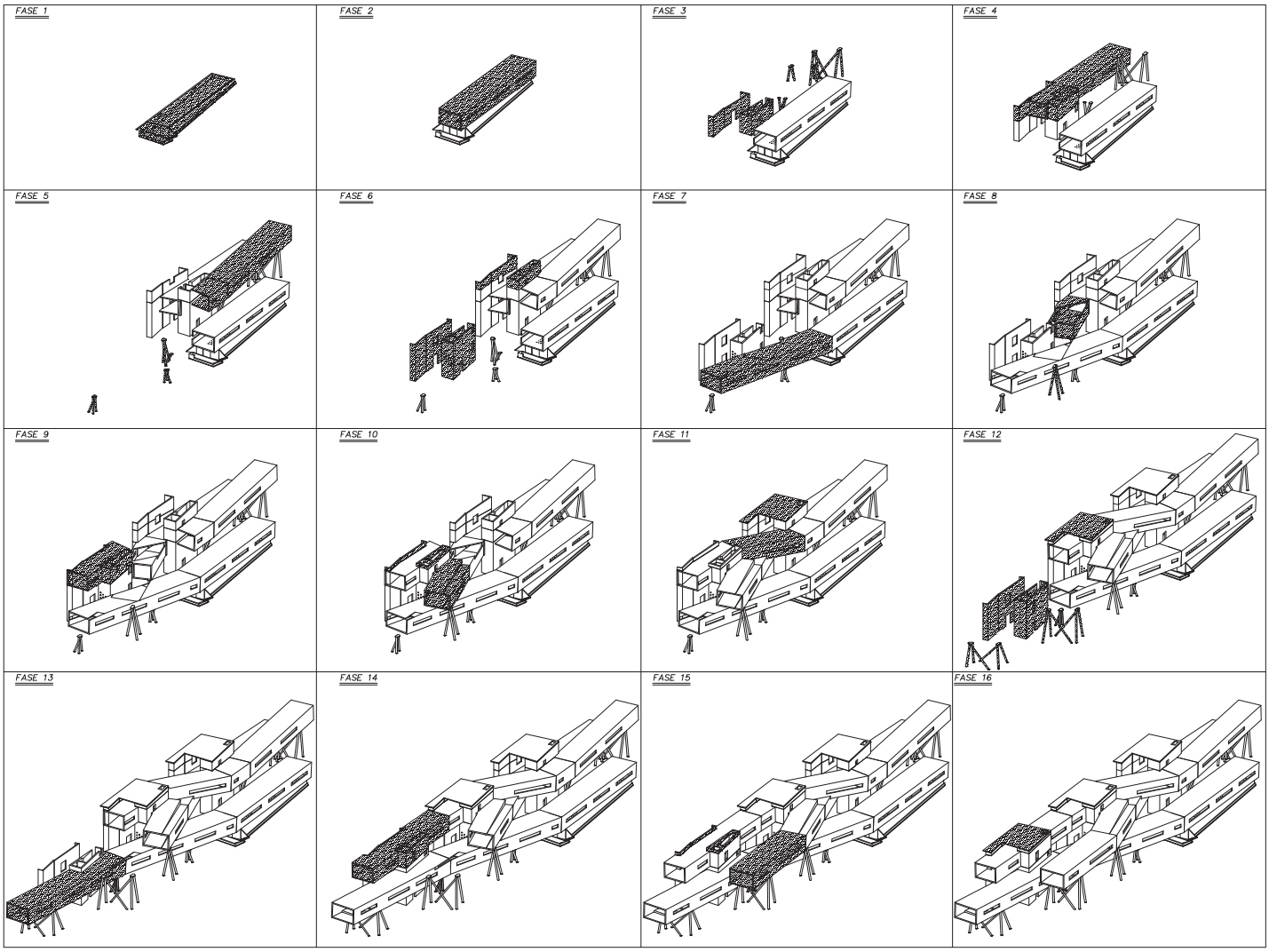


Figura 9

Figura 10 - Fasi costruttive per la realizzazione del Trefolo



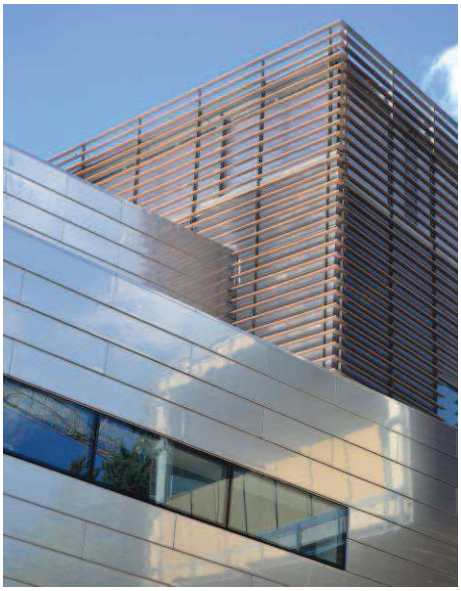
Committente
Comune di Forlì
Project Manager: Ing. Gianfranco Argniani

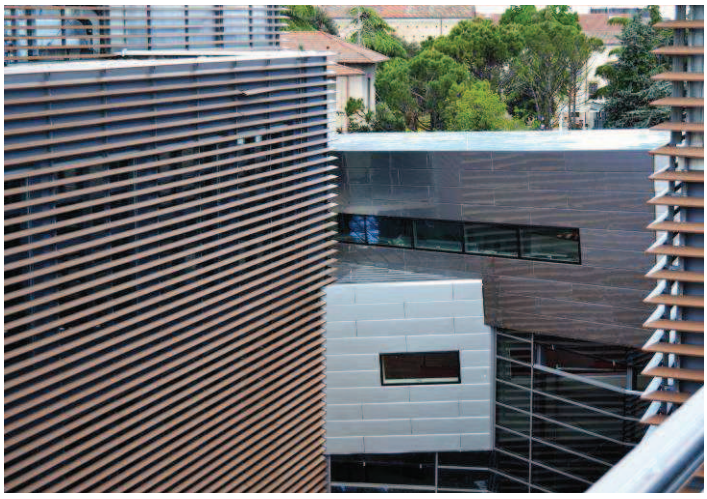
Progettazione
Progettazione architettonica:
Arch. Lamberto Rossi (capogruppo), Arch. Massimo Galletta, Arch. Roberto Lazzarini, Arch. Marco Tarabella, Arch. Paolo Zilli
Progettazione strutturale:
Proges Engineering - Ing. Andrea Imbrenda, Ing. Pierfrancesco Imbrenda
Progettazione MEP: Manes Intertecnica - Verona

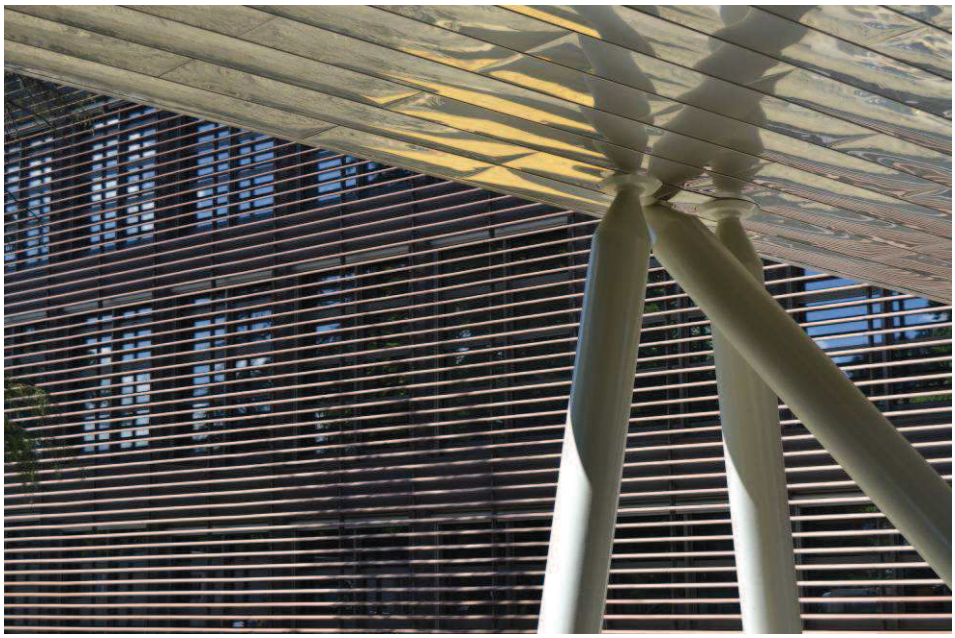
Direzione Lavori
Supervisore: Arch. Lamberto Rossi (capogruppo)
Direttore dei lavori: Cogest - Ing. Giuseppe Ghini
Direttore delle opere architettoniche: Arch. Marco Tarabella, Arch. Paolo Zilli
Direttore delle opere strutturali:
Proges Engineering - Ing. Andrea Imbrenda, Ing. Pierfrancesco Imbrenda
Direttore delle opere MEP: Manens - TIFS S.p.A.
Controllo di gestione: Geom. Pasquale Miele
Controllo Healt & Safety: Geom. Carlo Carli

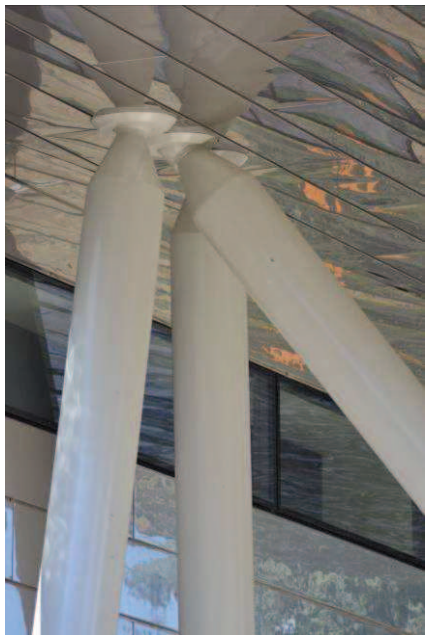
Realizzazione
Contraente Generale: A.T.I. Consocoop S.C.r.l. - Ciro Menotti - CEAR
Principali costruttori: ACMAR S.C.r.l. - CEIF - CCLG - CLAF - IDORTERMICA

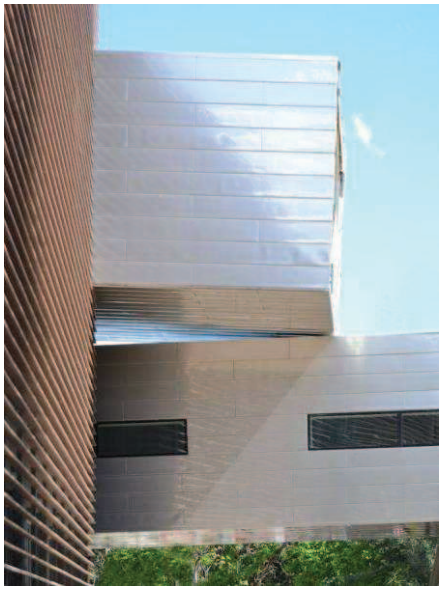
Fine del lavoro strutturale: Giugno 2013

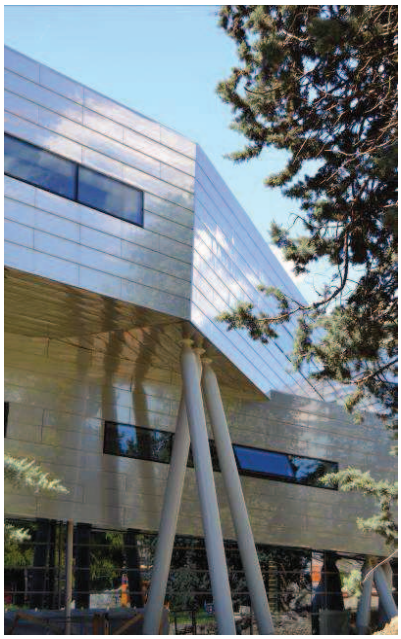












EDIFICIO RESIDENZIALE IN VIA SAPPADA 23 A ROMA

Inserimento nel contesto ambientale

Il Monte Trionfale con 145 metri di altezza sul livello del mare è il luogo più alto della città di Roma interna al Grande Raccordo Anulare.

La sommità di questa collina ospitò agli inizi del secolo scorso il primo avioporto della città ove decollavano ed atterravano mongolfiere e dirigibili. Ancora oggi è visibile all'interno del Forte Trionfale, ormai destinato a parco pubblico, uno dei più antichi hangar presenti in Italia.

Dalla vetta è inoltre possibile scorgere a Nord il Monte Soratte, ad Est il Terminillo ed i Monti d'Abruzzo, a Sud le colline dei Castelli Romani e ad Ovest godere la vista dei tramonti sul Mar Tirreno.

In una area recentemente destinata alla edificazione, prossima all'antico Forte ed adiacente al modernissimo Eliporto dell'Università Cattolica del Sacro Cuore, è stato realizzato un edificio residenziale che si denota per la cura progettuale posta sia nell'aspetto strutturale che architettonico.

Il fabbricato è situato in un luogo estremamente visibile trovandosi in prossimità del Policlinico Agostino Gemelli ed in aggetto sulla grande rotonda stradale, sovrastante la Galleria Giovanni XXIII, ove si giunge da Via Trionfale, Via Cortina d'Ampezzo e Via Mario Fani.

Progetto architettonico

Il progetto architettonico è stato elaborato in funzione della particolarità del contesto urbanistico in cui ricadeva l'area oggetto dell'intervento.

L'edificio si inserisce infatti in un tessuto urbano già completato a fine novecento; l'immobile costituisce pertanto una nuova opera ricadente in una area per lungo tempo dismessa ed in attesa di destinazione urbanistica sin dal PRG di Roma del 1971. Destinazione questa definita solo recentemente, al termine della costruzione della nuova Tangenziale Interna di Roma per il collegamento dello Stadio Olimpico con la Via Pineta Sacchetti.

Le elaborazioni architettoniche sono state pertanto attualizzate utilizzando programmi di rendering in grado di valutare ogni singola scelta con visioni in 2D, 3D ed assonometriche al fine di verificarne estetica e funzionalità.

Le soluzioni cui si è lavorato in sede di ideazione riguardano più elementi che, nel loro equilibrio formale, hanno definito le caratteristiche dell'immobile; così le ampie finestre inserite in un modulo scandito dalle lavorazioni del travertino, gli ampi balconi, il gioco dei volumi, gli aggetti e le dissimmetrie di piano delle fioriere generano la cifra stilistica di questo edificio.

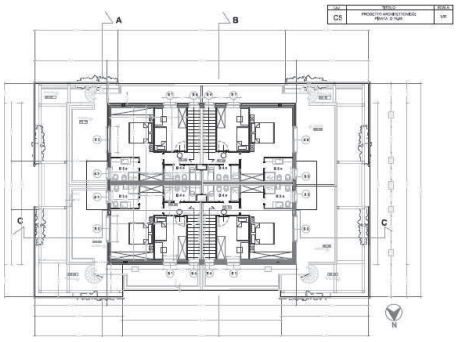
La struttura in cemento armato è stata essenziale per conseguire tali risultati. Gli elementi portanti sono infatti perfettamente integrati con le soluzioni funzionali ed assolutamente invisibili all'utente. Non un pilastro, non una trave emergono nelle partizioni, nelle tramezzature e nei solai.

Anche le scelte tecnologiche asservite all'impiantistica, a volte estranee allo studio architettonico del modello, sono interamente definite sin dalle prime elaborazioni del progetto. Gli impianti di climatizzazione, indipendenti nelle singole unità immobiliari, sono anch'essi invisibili e perfettamente integrati nelle analisi volumetriche dei prospetti. Gli impianti di illuminazione, progettatati con particolari effetti prospettici e soluzioni illuminotecniche degli spazi esterni, adottano fonti di luce protetta con effetti wash wall non comuni per gli edifici residenziali.

I risultati di queste scelte sono visibili nell'ampia documentazione fotografica ove è possibile rilevare i particolari della complessa progettazione. La attività è stata sviluppata in dettaglio sia per la redazione delle tavole necessarie per la costruzione dell'edificio, sia nella analisi della fruibilità funzionale ed architettonica. Sono stati essenziali in tal senso rendering ed elaborazioni video in grado di vivere l'immobile entrando all'interno dell'edificio con l'ausilio di simulazioni elettroniche muovendosi tra gli ambienti, ancor prima di iniziarne la costruzione.

Analoga analisi é stata condotta per verificare la validità delle soluzioni nell'ambito del contesto urbanistico in cui sarebbe stata inserita l'opera.

Il risultato del lavoro è un edificio residenziale, nuovo intervento in un tessuto urbano già interamente formato, che evidenzia originalità e novità confrontandosi con altre pregevolissime ideazioni presentate nei testi di architettura moderna.



Pianta a quota 15.50

Propetto EST su via Sappada

Propetto NORD su via Pieve di Cadore

Propetto SUD

Progetto strutturale

Il progetto delle strutture è realizzato secondo i moderni criteri antisismici imposti dalle vigenti Norme Tecniche sulle Costruzioni.

Questi vincoli, inesistenti nelle precedenti edificazioni residenziali presenti nella città di Roma, hanno generato quale conseguenza una maggiore sensibilità progettuale al fine di limitare le soggezioni alla funzionalità e fruibilità dell'edificio.

Preliminarmente sono stati esaminati diversi possibili modelli adottando differenti materiali strutturali e schemi statici. La soluzione finale, con adozione di strutture in calcestruzzo strutturale, è stata raggiunta dopo un attento lavoro dedicato alla analisi degli stati limite di esercizio. Le scelte architettoniche limitavano infatti le deformabilità strutturali rendendo incompatibili con l'esercizio quei materiali per i quali, pur in presenza di analoghi coefficienti di scurezza allo stato limite ultimo, presentavano deformazioni incompatibili con l'esercizio dell'edificio. Per questi materiali, ponendo invece la deformabilità quale vincolo progettuale, risultavano ridondanti le sezioni nei confronti degli stati limite ultimi e pertanto non idonei. La soluzione in calcestruzzo strutturale, che presentava grande equilibrio tra le verifiche agli stati limite di esercizio ed ultimi, è risultata pertanto maggiormente idonea per la realizzazione delle strutture antisismiche dell'edificio.

Il progetto si articola in un nucleo irrigidente centrale, ove è contenuto il vano ascensore, inserito all'interno di un coronamento di pilastri e travature antisismiche oblique; lungo i vertici esterni sono invece posti i setti perimetrali perfettamente inseriti all'interno delle tamponature. I solai di copertura del piano terra e dei primi quattro livelli sono provvisti di travi intradossate di coronamento. Per la copertura del piano attico, in considerazioni delle particolari esigenze architettoniche, sono state adottate analoghe travi estradossate, che forniscono appoggio alle sovrastanti fioriere e sostengono i solai destinati al supporto delle piscine presenti sulle coperture del piano superattico.

In base alle analisi dinamiche conseguenti ai diversi schemi elaborati, è stato definito un modello di calcolo particolarmente idoneo dal punto di vista sismico ove il baricentro delle masse di piano è pressoché coincidente con il baricentro delle rigidezze.

E' stato quindi possibile asservire la struttura antisismica, che spesso vincola le soluzioni architettoniche appesantendone i contenuti, a soluzioni estetiche e funzionali conformi alle scelte formali volute dall'architetto.

Le fondazioni sono realizzate con travi continue rovesce inserite in un graticcio particolarmente rigido in modo da prevenire deformazioni verticali o orizzontali degli elementi convergenti nel nodo durante la fase sismica. Per il contenimento dei fronti di scavo nel corso dei lavori, sono state adottate Berlinesi di micropali con trave di coronamento.

Esecuzione dei lavori

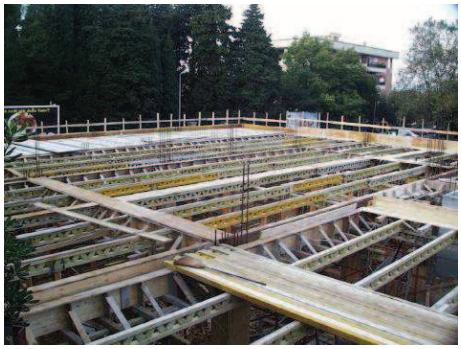
La prima fase dei lavori si è sviluppata nella esecuzione dei micropali per la definizione delle aree di scavo. Particolare cura è stata rivolta alla definizione delle pressioni di getto al fine di non generare disturbo alle edificazioni presenti nei lotti contigui o detensionamento delle terre di radicamento degli elementi arborei contigui. Sono state quindi realizzate le travature di coronamento delle Berlinesi e si è dato corso agli scavi.

Raggiunto il piano fondale con stretta sorveglianza della Soprintendenza Archeologica di Roma, ed acquisito il relativo benestare, si è dato corso alla realizzazione delle travi rovesce costituenti il graticcio di fondazione.

Successivamente al getto del primo ordine di pilastri è stato realizzato il primo solaio avente ampiezza pari all'intero lotto del fabbricato per oltre mille metri quadrati. Per questo elemento è stata preferita la soluzione a predalles che consentiva maggiore rapidità e semplicità esecutiva.

Per i solai ai piani superiori si è invece adottata la soluzione in latero-cemento con luci di oltre 8 metri e rompitratta intermedi presenti al fine di garantire le indeformabilità necessarie per il comportamento a lastra ed evitare la inflessione relativa dei travetti soggetti al carico assiale continuo delle tramezzature. Come già indicato le travi di coronamento e sostegno degli ampi sbalzi di solaio sono state realizzate intradossate per i primi quattro livelli con armature continue sui pilastri ed ampie sovrapposizioni nelle zone di ripresa delle barre.

Data l'alta densità delle armature, conseguente alle necessità delle strutture antisismiche, sono stati adottati specifici vibratori per calcestruzzo di piccolo diametro ed elevata efficienza in grado evitare la formazione di segregazioni di materiale e nidi di ghiaia. A livello esecutivo sono stati verificati con particolare cura gli interferro ed i copriferro delle barre al fine di prevenire carenze esecutive. Prima di ogni casseratura e prima di ogni getto i tecnici della direzione



lavori addetti al controllo della qualità esecutiva hanno effettuato le necessarie verifiche acquisendo anche i rilievi fotografici.
I balconi sono realizzati mediante controsoletta gettata in opera, alleggerimento intermedio tra le nervature e soletta superiore. All'interno della soletta sono inoltre posizionate le tubazioni di raccolta delle acque di pioggia e delle fioriere, raccordate sino ai discendenti successivamente inseriti nel paramento esterno del fabbricato.
La realizzazione del solaio di copertura del quinto livello è stata particolarmente complessa poiché il progetto prevedeva la realizzazione di travi estradossate di coronamento che sarebbero successivamente state in asse con le tamponature esterne, con le pareti interne divisorie dei singoli appartamenti ed in corrispondenza dei terrazzi, con le fioriere esterne dell'edificio.
L'ultimo solaio di copertura del superattico e di appoggio delle piscine, è stato realizzato a sezione variabile in modo da evitare il sovrastante massetto per pendenze e sfruttare per intero le capacità della sezione resistente.
Per il confezionamento del calcestruzzo sono stati adoperati cementi ad alta resistenza con inerti calcarei di frantumazione ad alta densità aventi curve granulometriche continue sino a 20 mm. Le prove di schiacciamento hanno fornito costanza ed omogeneità dei risultati. Preliminarmente ai getti, in sede di mix design sono state anche condotte prove di permeabilità sui campioni in modo da verificare la idoneità del calcestruzzo selezionato.
Al fine di prevenire i negativi effetti delle deformazioni differite le strutture sono state soggette a disarmo progressivo. In tal senso nei solai con prevalenza di carichi permanenti e semipermanenti, parte dei banchinaggi sono stati sostenuti per oltre due mesi.
Successivamente al collaudo delle strutture si è quindi dato corso alla realizzazione delle tamponature esterne, delle tramezzature interne, isolamenti, masssetti, travertini esterni, impiantistica, pavimentazioni, serramenti esterni, tinteggiature e finiture interne.

Tecnologia e finiture

Il livello tecnologico e di finitura posto in opera nella realizzazione dell'edificio è stato sviluppato a partire dalla impostazione progettuale per poi proseguire durante tutta la fase di selezione dei materiali e messa in opera.
Preliminarmente all'inizio dei lavori sono stati selezionati i calcestruzzi da adottarsi per le fondazioni e per le elevazioni, con definizione dei componenti, mix design, stabilimento di produzione, modalità di trasporto, pompaggio, posa in opera, vibrazione e curing. La scelta del calcestruzzo è stata effettuata prevedendo l'uso di cementi Portland ad elevata resistenza con inerte calcareo ad alta densità ottenuto quale prodotto di frantumazione con curva granulometrica continua sino a 20 mm.
Definite le modalità tecniche e realizzative della struttura, particolarmente complessa è stata la scelta del fornitore del travertino romano che caratterizza l'aspetto esterno dell'edificio.
In tal merito sono state selezionate ed ispezionate possibili cave; è stata analizzata la omogeneità del materiale in situ e la qualità delle lavorazioni in esecuzione per altri ordinativi. Sono state quindi definite le modalità di taglio, trasporto, squadratura e levigatura. E' stata analizzata la tecnica e la dimensione della incisione per la realizzazione dello scuretto previsto nelle superfici levigate. In ultimo sono stati esaminati diversi campioni di stuccatura e di bocciardatura delle superfici. Ciascun prospetto ed ogni balcone sono stati quindi riprodotti nella configurazione finale in modo da redigere i relativi ordinativi con taglio già in cava al fine di ridurre lo sfrido ed i relativi costi. Trattandosi di materiale naturale la cui bellezza è insita nella propria naturale varietà, pur con presenza di cavità o variazione di colore a volte non accettabili, prima del trasporto le lastre sono state verificate presso il fornitore e sostituite quelle ritenute non idonee. E' stata contestualmente definita la metodologia di posa in opera sia per superfici verticali che orizzontali ed il relativo aggrappo. Essendo l'edificio realizzato con criteri antisismici le lastre sono ancorate con tasselli metallici al supporto verticale esterno realizzato in blocchetti di cemento. Le perforazioni sono state successivamente intasate con malta realizzata tramite polvere dello stesso travertino fornita dalla cava di provenienza.
I serramenti esterni, realizzati in rovere lamellare e vetri multistrato a bassa trasmittanza termica, sono protetti esternamente da tapparelle con lamella orientabile avente posizione a persiana per consentire la filtrazione di luce tramite effetto brise-soleil. La movimentazione avviene con singolo comando o sistema domotico centralizzato.
Gli impianti elettrici, oltre ai sistemi di sicurezza obbligatori per legge quali

protezioni differenziali negli appartamenti e luci di emergenza nelle scale, sono provvisti di selezionatori di carico in modo da prevenire sovraccarichi con distacco progressivo degli utilizzatori in funzione di predeterminate priorità. Tutti gli ambienti privati sono inoltre provvisti di lampade segnapasso di emergenza automatiche in caso di black out in conseguenza di sisma o per semplice distacco di rete. Analogamente ogni appartamento dispone di torcia elettrica estraibile per eventuali necessità. Sono inoltre presenti i più elevati standard qualitativi e di sicurezza relativi alle parti comuni quali videosorveglianza, ascensore a led di piano, accessi a codice.
Gli attici sono provvisti di piscine termoriscaldate con impianto solare realizzato mediante pannelli in piano integrati nella pavimentazione.
L'isolamento esterno è stato realizzato con specifico progetto tecnico curando giunti, protezioni delle strutture e dei solai. Le masse dei due elementi murari disgiunti, componenti le tamponature esterne, sono volutamente dissimili in modo da evitare risonanze su frequenze acustiche dominanti e riducendo pertanto la trasmissione dei rumori. Con queste soluzioni è stato possibili raggiungere la più elevata categoria in relazione alla classe energetica globale dell'edificio indicata negli attestati di prestazione energetica delle singole unità immobiliari.
La climatizzazione è realizzata mediante impianti a pompa di calore di massima efficienza relativamente alle classi di consumo energetico. Le unità interne sono presenti in tutti gli ambienti in modo da eliminare eventuali sprechi conseguenti alla climatizzazione di ambienti non utilizzati; le unità interne sono dotate inoltre di sonde per rilevare la presenza di fruitori nel vano climatizzato. Per la produzione di acqua sanitaria e nelle cucine non è previsto l'uso di alcun combustibile fossile venendo utilizzata in tali ambienti la tecnologia della induzione o vetroceramica. Ne consegue un edificio ad elevate prestazioni energetiche, conforme alle direttive della Unione Europea per la prevenzione del 'cambiamento climatico' in base alle quali gli Stati membri dovranno adeguare le norme di fabbricazione in modo che tutti gli edifici costruiti dalla fine del 2020 saranno conformi ai nuovi più elevati standard di risparmio energetico.
La assenza di sistemi di distribuzione di gas consente infine una maggiore sicurezza ai fini della prevenzione incendi sia in fase sismica che nelle ordinarie condizioni di utilizzo dell'immobile.

Durabilità e manutenzione
La vita nominale dell'edificio è posta a livello progettuale pari ad un secolo, ovvero il valore massimo previsto dalla normativa.
Tale termine è associato, in sede preliminare, alle attività di manutenzione ordinaria da svolgersi sull'immobile. Il contenimento dei relativi oneri, assieme alla qualità del costruito, è conseguenza del dettaglio posto nella progettazione, scelta dei materiali e costruzione dell'edificio.
Oltre alla cura e dettaglio dei particolari costruttivi, ciascun componente è stato selezionato in base alla propria analisi del degrado al fine di verificarne la idoneità, valutare soluzioni per aumentarne la vita utile e limitare i relativi costi di manutenzione. Così i calcestruzzi di fondazione sono stati trattati prima dei rinterri, quelli in elevazione sono sempre protetti e mai esposti o soggetti ad intemperie o insolazione per sola tinteggiatura protettiva; i tasselli di ancoraggio delle lastre in travertino sono soggetti a specifico trattamento, le pavimentazioni selezionate in base alla qualità ed alle caratteristiche meccaniche per prevenirne l'usura; gli infissi, verificati in fabbrica, soggetti a cicli di gelo-disgelo in camera climatica per verificarne il degrado e definirne modalità e tempi da adottarsi per i ripristini.
Gli intervalli previsti per le manutenzioni ordinarie, salvo eventi sismici, vengono scanditi a partire dagli interventi obbligatori per legge.
Ogni sei mesi vengono quindi condotte le attività di verifica e controllo degli impianti ascensore ed anti-incendio, cui sono integrate le verifiche relative alla videosorveglianza ed impianti comuni. Con la stessa cadenza viene svolta la ispezione statica delle parti comuni e dei prospetti.
Con cadenza quinquennale è prevista la analisi termografica dei paramenti esterni. In base ai modelli di progetto, eventuali carenze di continuità con il supporto vengono evidenziate da variazioni termiche significative in fase di insolazione o di rilascio termico.
Ogni dieci anni viene svolta la pulizia degli impianti fognanti sub-orizzontali inseriti nelle fondazioni.
Con la stessa cadenza è prevista la tinteggiatura dei sottobalconi, la manutenzione degli infissi, delle opere in ferro dei balconi e la eventuale reimpermeabilizzazione delle fioriere.
Per il calcestruzzo strutturale, interamente protetto dall'ambiente esterno al fine di prevenirne carbonatazione, stress termici e degrado in genere, il modello prevede interventi di controllo con cadenza ventennale mediante analisi non distruttive su compattezza dei getti e comportamento elastico. Tali rilievi sono previsti su setti e pilastri strutturali appositamente predisposti al fine di limitarne il costo, tramite tomografie ed analisi dinamiche in campo elastico, od eventuali nuove metodologie di indagine.
■

Committente:
Privato

Progetto Architettonico:
Arch. Rossella Iorio

Progetto delle Strutture:
Ing. Emanuele Codacci-Pisanelli

Progetto della Sicurezza:
Ing. Arianna Vicari

Impresa esecutrice:
Edil Cost s.r.l.

Subappaltatori:
Finiture esterne: BTR s.r.l
Climatizzazione: Coico s.r.l.
Impianti elettrici: Elettrica Battistini s.r.l.
Controllo Qualità: Contest s.r.l.

Ultimazione dei lavori:
Giugno 2013

NUOVA SEDE DELL'AGENZIA SPAZIALE ITALIANA A ROMA TOR VERGATA

Introduzione

L'edificio per la nuova sede dell'Agenzia Spaziale Italiana prende avvio dall'esigenza di accorpare in un unico edifico tutte le attività precedentemente sparse all'interno della città con la possibilità di esser flessibile nel lungo periodo e poter ospitare sino al raddoppio dell'attuale personale.

Inquadramento urbanistico

Il complesso sorge all'interno del comprensorio universitario di Tor Vergata, una vasta area di circa 30 Kmq posta a est del grande raccordo anulare di Roma tra le consolari Prenestina e Tuscolana e delimitata a est dagli insediamenti della Borghesiana e del comune di Frascati.

Il comprensorio oggetto del piano particolareggiato si trova al centro di un consistente sistema insediativo caratterizzato dalla presenza di circa 123.000 abitanti e di rilevanti poli di servizi pubblici e privati. L'ambito è interessato da programmi insediativi che prevedono un'ulteriore crescita della popolazione di 7.500 abitanti e nuove dotazioni di servizi. Il comprensorio universitario è destinato a svolgere un ruolo strategico di servizio, dotando il sistema di quelle funzioni di livello superiore (culturali, di tempo libero, ambientali, direzionali) che ne consentono la piena riqualificazione e integrazione nella struttura urbana.

Destinazioni d'uso

La scelta complessiva, ereditata in parte dal progetto preliminare, è stata quella di concentrare il grosso degli uffici e della parte lavoro, nell'edificio principale (corpo A), il Crescent. In sede di progettazione definitiva, si è scelto di concentrare nel sistema di accesso, in asse con la Facoltà di Ingegneria, il sistema maggiormente a uso pubblico, rappresentativo - monumentale, del sistema atrio-auditorium. Trovano collocazione in aderenza a esso i servizi più importanti dell'edificio, a nord la parte fitness, banca, biblioteca, a sud la parte di mensa bar, aggiungendo i laboratori, per concentrare una parte di servizio quali i laboratori-depositi e la cucina nella parte estrema dell'edificio con accessibilità propria.

La parte di uffici complessiva (fra edificio A, D e I) copre 6700 mq, ai quali si sommano 830mq di sale riunioni, 2.000 mq complessivi di archivi, e 1.200mq di depositi, raggiungendo un totale del 40% circa dell'edificio.

Le funzioni di servizio sono costituite dalla mensa con cucina (1165mq) dal bar, (230mq), dal fitness (550mq), la banca (145mq), la sala medica (145mq), tutto l'insieme dei servizi igienici (900mq), e l'asilo (300mq), raggiungendo una percentuale complessiva di servizi del 12% circa.

Completano il progetto, l'Auditorium di 400 posti e sale minori (che occupano 830mq), la Biblioteca (350mq) e i Laboratori (610mq) per un complessivo 5% circa.

Aspetti strutturali

Il terreno - Geologia locale - Geotecnica

I terreni sono costituiti da depositi vulcanici di buona qualità tra quota 50.50 e 60.40, dove vi è la sommità di uno strato di tufo massivo, sul quale si trova uno strato di tufo alterato sino a quota 57.5 - 64, a quota superiore si trovano terreni vulcanici sciolti, pozzolane, sempre di buona qualità che però, talvolta, nelle prove eseguite, hanno evidenziato una certa eterogeneità.

La zona rientra all'interno della zona sismica 3 categoria B.

Concezione strutturale (Conceptual Design)

1. Rispetto e ottimizzazione dei contenuti del progetto architettonico.

a. Le scelte strutturali si sono adattate alle tipologie architettoniche e in parte le hanno plasmate, dando luogo a un progetto finale risultato di una reale integrazione tra Architettura, Struttura e Impianti.

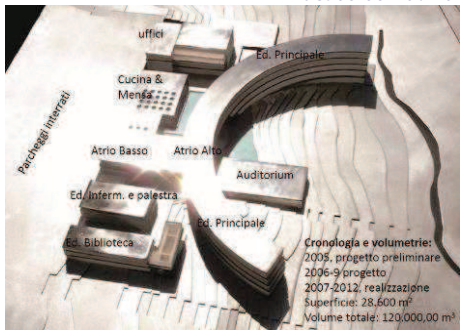
b. Con riferimento all'edificio principale i nuclei hanno incluso i servizi e i collegamenti verticali, costituendo i controventamenti dell'insieme. Le forze orizzontali sono ricondotte ai nuclei tramite le solette in calcestruzzo degli orizzontamenti a struttura mista. I collegamenti impiantistici avvengono nei cavedi posti nei nuclei. Per questo le aperture delle porte nei corridoi dei nuclei sono molto alte, sopra i controsoffitti. Di ciò si è tenuto conto nei dimensionamenti dei nuclei stessi.

c. La struttura degli orizzontamenti ha spessore estremamente contenuto e risulta del tutto modulare nonostante la forma articolata ad arco di cerchio in pianta e i collegamenti con gli edifici circostanti nonché le inclusioni volumetriche. In questo modo eventuali future riorganizzazioni saranno possibili senza modifiche strutturali.

2. Aspetti legati alla sicurezza strutturale

a. Si tratta del primo complesso pubblico progettato e realizzato a Roma con le norme sismiche dell'OPCM 3274/2003 e s.m.i. e in accordo con le NTC-2008. Ci si è orientati, nell'edificio principale ed in quelli pluripiano, a nuclei di grande rigidezza e resistenza in c.a.

Plastico con edifici



La scelta dei nuclei in calcestruzzo strutturale, per garantire la resistenza alle azioni sismiche, è legata alla pericolosità locale, con accelerazione di progetto al suolo <0.15g. Si riesce pertanto a garantire sia lo stato limite di collasso che di danno mantenendo i nuclei stessi in campo pressoché elastico, con valore del coefficiente di struttura modesto, senza tuttavia indurre nell'edificio accelerazioni eccessive che compromettano la funzionalità anche in concomitanza alle azioni sismiche ultime. Circa gli aspetti legati alla durabilità si è posta grande attenzione alla protezione degli elementi strutturali, in gran parte protetti dall'involucro di finitura. Circa gli aspetti di ridondanza, è esclusa che anche l'eliminazione di un pilastro possa dar luogo al collasso globale della struttura. Peraltro tale eventualità è, di fatto, da escludere anche in presenza di eventi eccezionali.

b. La geometria complessa in pianta del grande edificio principale è stata resa di semplice lettura suddividendolo in tre porzioni ciascuna costituita da due nuclei e dai relativi orizzontamenti. I giunti tra i tre corpi sono posti a metà della distanza tra i nuclei successivi. Sicché il primo giunto è a metà dell'atrio alto (tra i nuclei B-C), il secondo a metà tra i nuclei D –E. Per consentire a ciascun corpo un comportamento per quanto possibile regolare, con forze orizzontali la cui risultante risulta al centro di ciascun corpo, l'edificio termina con zone costituite dagli orizzontamenti e non dai nuclei, sia nel corpo 1 che nel corpo 3. Quest'ultimo è del tutto simmetrico. Tra il corpo 1 e 2, divisi dall'atrio alto, il giunto è in facciata (quella concava) posto a metà tra i nuclei, mentre la copertura è resa indipendente tra i corpi mediante l'uso di isolatori. La facciata convessa (a Est) è in parte collegata con la copertura superiore e in parte poggia sulla copertura dell'atrio basso, presentando così un giunto orizzontale.

c. Le azioni orizzontali sono evidentemente portate dai nuclei, i carichi verticali dei piani dai pilastri pendolari di tali zone. In modo analogo per gli altri edifici pluripiano. L'atrio basso e l'auditorium sono invece realizzati con pareti portanti monolitiche e orizzontamento di copertura prefabbricati in precompresso solidarizzati alla struttura con getti e armature di collegamento. L'edificio mensa, a un solo piano, è reso regolare da un giunto in copertura, che lo divide in due unità di forma compatta, costituenti ciascuna un telaio spaziale in c.a.

3. Aspetti legati alla cantierizzazione

a. Le lavorazioni dei nuclei sono state rese indipendenti da quelle degli orizzontamenti prevedendo piastre annegate nei getti, dando luogo a pareti lisce. L'attacco degli orizzontamenti è avvento successivamente grazie all'uso di piatti, sovradimensionati e saldati in opera da sopra, cui erano state saldate in officina le necessarie armature di continuità. Il tutto è solidarizzato con il getto della soletta collaborante. Gli orizzontamenti erano gettati su predalles con armature non strutturali. I coppi prefabbricati, ove previsti (atrio basso e auditorium), venivano appoggiati e successivamente collegati tra loro con piatti saldati e con il getto, di spessore adeguato, grazie a armature uscenti dalla soletta e con la struttura in opera con le armature di completamento.

b. I particolari costruttivi sono stati studiati e progettati per consentire il rispetto della gerarchia delle resistenze, con una chiara individuazione della resistenza delle zone critiche e della dimensione zone critiche stesse. Così i ferri di spiccato avevano lunghezze del tutto inusuali per il 2008-2009. Analogamente le armature saldate in officina ai piatti di collegamento ai nuclei, erano notevolmente meno resistenti delle saldature sia in officina che in opera.

c. Si sono usate predalles standardizzate e pezzi prefabbricati precompressi: coppi e solai alveolari, standardizzati, uniformando le geometrie. Analogamente si sono standardizzate le dimensioni dei componenti gettati in opera per uniformare casseri e armature, riducendo le possibilità di errore umano.

Descrizione di dettaglio delle strutture

L'importanza del complesso e le caratteristiche di opera pubblica hanno indotto l'adozione, per l'edificio principale gli edifici atrio e auditorium, l'edificio biblioteca-uffici e l'edificio a uso laboratori, di un coefficiente d'importanza I=1.2. Le strutture degli edifici sono state progettate in modo che avessero la necessaria regolarità, in particolare in alzato. Tutti gli edifici, ad eccezione della mensa, che ha un solo orizzontamento, sono dotati di nuclei irrigidenti che assorbono le azioni orizzontali. I solai costituiscono sempre orizzontamenti rigidi e adeguatamente resistenti, in modo da garantire la ripartizione delle azioni tra gli elementi resistenti alle sollecitazioni sismiche.

Le fondazioni sono sempre di tipo diretto, con quote di approfondimento che dipendono dalla quota del piano inferiore dell'edificio, tenendo conto dell'extracorsa, se sono presenti ascensori, ed eventualmente approfonditi ulteriormente per tener conto dalle caratteristiche geotecniche della stratigrafia locale. Gli elementi di ciascun edificio che resistono alle azioni orizzontali sono tutti fondati nello stesso strato, di fatto alla stessa quota.

L'edificio principale, di sei piani, e l'edificio biblioteca e uffici, di quattro piani, sono stati progettati come edifici a setti, ai quali è affidata la totalità delle azioni orizzontali. I setti sono costituiti da nuclei di dimensioni considerevoli, con notevole resistenza alle azioni orizzontali; tra di essi sono presenti corpi a struttura metallica, con pilastri pendolari, che portano i soli carichi verticali, e solai a struttura mista acciaio calcestruzzo.

Le azioni orizzontali sono trasferite ai nuclei tramite gli orizzontamenti, adeguatamente dimensionati con i dovuti coefficienti di sovraresistenza e con specifici particolari, atti a eliminare possibili effetti legati a concentrazioni di sollecitazioni e sforzi. I nuclei dell'edificio principale, fortemente sollecitati, sono approfonditi sino a interessare il substrato di tufo, o comunque il terreno vulcanico con N_{spt}>70. I nuclei dell'edificio biblioteca uffici sono stati approfonditi nel terreno vulcanico sino a una quota ove N_{spt}>35.

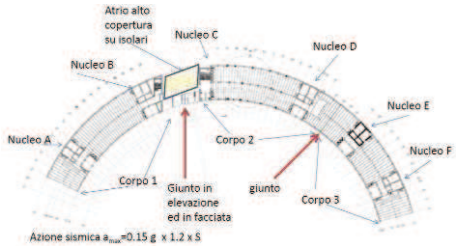
Gli altri edifici (palestra, mensa, cucina, laboratori, casa del custode, parcheggio interrato) hanno altezze e quindi sollecitazioni più contenute. Sono tutti a struttura di cemento armato, tutti pensati con setti che resistono alle azioni orizzontali ad eccezione della mensa e dell'edificio custode, entrambi a un piano, e della palestra a tre piani che resiste nella direzione longitudinale con nuclei e in quella trasversale con telai, i cui elementi verticali resistenti alle azioni orizzontali sono, in base all'OPCM 3274, da considerare dei setti.

Anche le fondazioni degli edifici sono comunque approfondite sino a quote ove gli strati superiori pozzolanici hanno una risposta N_{spt} superiore a 35, con carattere di uniformità.

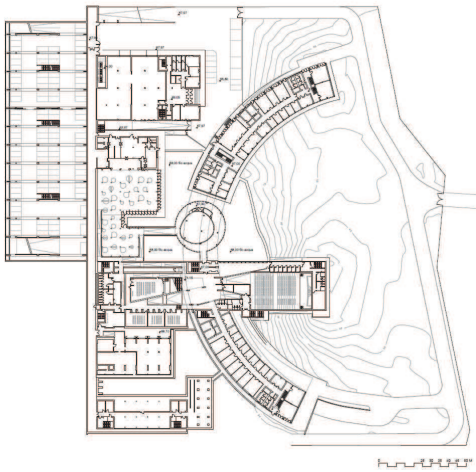
Il crescent - Edificio principale

L'edificio a uffici principale (il crescent) ha forma in pianta di arco di cerchio, ed è intersecato trasversalmente da un corpo a pianta rettangolare, che costituisce verso est l'Atrio e verso ovest l'Auditorium. L'edificio uffici è stato suddiviso strutturalmente da due giunti in tre corpi, di analoghe dimensioni. Anche gli edifici Atrio e Auditorium sono divisi dall'edificio A, mediante giunti che corrono parallelamente alle facciate curvilinee dell'edificio uffici stesso.

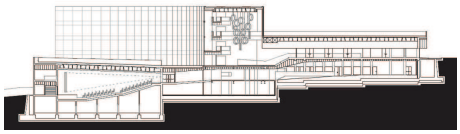
I tre corpi 1, 2 e 3 dell'edificio principale hanno dimensioni in pianta circa 15x70m con 6 piani, i corpi 1 e 2, e 5 piani il corpo 3; l'interpiano è di 3.85m, per un'altezza totale di circa 24m (corpi 1 e 2) e 20m (corpo 3).
Ciascun corpo è costituito da due nuclei di calcestruzzo armato posti alle estremità, cui è affidata la resistenza alle azioni orizzontali, e da zone a struttura metallica e solai acciaio calcestruzzo, poste tra i nuclei. Vi è poi una zona a struttura metallica che è esterna ai nuclei per i corpi 1 e 2, di 3 campate in senso circonferenziale per un totale di circa 15 metri. La zona atrio è divisa in due parti simili da un giunto radiale. Ognuna delle due parti è collegata al corpo attiguo di cui è prosecuzione.
I nuclei sono a sezione chiusa di forma pressoché costante per tutta l'altezza. Lo spessore delle pareti è generalmente 40 cm, costante dallo spiccato alla copertura. Fanno eccezione due nuclei posti lungo il fronte sud verso l'atrio che hanno spessore costante di 60cm.



Schema delle strutture dell'Edificio principale



Planimetria a quota 67.15



Sezione atrio basso – auditorium

Dovendo consentire il passaggio del corridoio centrale, i nuclei sono a loro volta suddivisi in due sottonuclei a sezione scatolare chiusa, al lato del corridoio, collegati da travi a spessore in corrispondenza del corridoio, che ne garantiscono il funzionamento in parallelo per la resistenza alle azioni sismiche orizzontali.
La struttura verticale dei corpi tra i nuclei, è costituita da pilastri pendolari metallici posti su tre file, una centrale e due in facciata. I pilastri sono posti a passo costante, molto contenuto, di 3,42m per l'allineamento centrale. Le dimensioni delle colonne variano con i piani e sono costituite da profilati HEB, variabili da HEB200 a HEB280.
Gli orizzontamenti sono a struttura mista acciaio calcestruzzo. Le travi principali, HEA 260, sono disposte su ciascun allineamento dei pilastri. Le travi secondarie, IPE 240, sono poste a un passo di metri 3.42/3=1.14 e vanno dalla trave centrale alle travi di facciata. La soletta di calcestruzzo armato è da 13cm, di cui 4 costituiti dalle predalles.
Vi è una zona del piano a quota finita 74.85, in cui i carichi permanenti sono incrementati di circa il 50% (2.5 KN/m^2) a causa della presenza di tramezzature pesanti, per cui le travi principali sono HEA 280 e le secondarie IPE 270.
In corrispondenza dell'intersezione degli edifici Atrio-Auditorium con il Crescent, è presente una zona di collegamento fra i corpi, interamente in c.a., (eccetto la copertura) divisa in due parti simili da un giunto strutturale, unite ai corpi 1 e 2. Lungo la facciata convessa lato ovest, sono presenti quattro setti in c.a. di dimensioni circa 30x200 cm. I primi due orizzontamenti sono realizzati con solai a predalles, poggianti su appoggio scorrevole in corrispondenza del giunto. Superiormente sono presenti solamente passerelle di collegamento in c.a., lungo la facciata est, sorrette dai setti ivi presenti. La copertura è costituita da un graticcio di travi metalliche HEB 600, poggiate su quattro isolatori sismici elastomerici sui nuclei.
Gli orizzontamenti sono dimensionati in maniera da garantire in modo esuberante il trasferimento dei tagli, che si generano per resistere alle azioni sismiche, tra i nuclei. Il collegamento con i nuclei è garantito da barre da c.a. ancorate nella soletta superiore dei solai misti e saldate a piatti verticali posti sulle facce esterne delle pareti in c.a., opportunamente collegati a esse per mezzo di zanche e profilati. Tali collegamenti sono presenti a ogni livello, eccetto la copertura, ove vi sono armature passanti fra la soletta delle zone a struttura mista acciaio calcestruzzo e i solai dei nuclei.
Le armature verticali dei setti sono state fatte spiccare dalle fondazioni, senza soluzione di continuità, per un piano e mezzo, in modo da evitare sovrapposizioni nelle zone critiche dei setti di controvento. Si è così allontanata la sovrapposizione dalla zona di eventuale plasticizzazione.
Per il trasferimento delle azioni dai solai ai nuclei di controvento, sono stati studiati pezzi speciali di carpenteria metallica, costituiti da piatti cui sono saldate le armature di continuità con quelle della soletta. Questi pezzi speciali si collegano mediante saldature in opera a piastre di ancoraggio annegate nei nuclei. Le fondazioni dei corpi metallici tra i nuclei sono a travi rovesce parallele alle facciate, collegate trasversalmente da cordoli della stessa altezza della trave, ottenendo, di fatto, un graticcio di notevole rigidezza. Anche in questo caso il piano di posa è previsto essere approfondito con un getto di magrone, sino a trovare terreno consistente, senza arrivare tuttavia allo strato di tufo.

Corpi 1, 2 e 3

Il corpo 1, il più a nord, ha il piano inferiore a quota 63.30, dove il nucleo presenta la testa fondazione a quota 61.80 (per garantire l'extracorsa ascensore), con spessore plinto di 1.50m fino a quota 60.30 e approfondimento in magrone. Le fondazioni delle zone metalliche hanno estradosso a quota 62.95, e si approfondiscono mediamente con circa 25cm di magrone.
Il corpo 2, centrale tra i tre corpi, anch'esso composto da sei orizzontamenti presenta al proprio interno il collegamento ad una parte metallica a pilastri pendolari, di tre luci per circa 15m, dopo il quale è posto il giunto strutturale di 10cm con il corpo 3.
Nella zona bar, il piano interrato realizzato completamente in c.a. costituisce un basamento rigido per la struttura metallica che da esso spicca. I muri di sostegno sono contrastati in testa da detto solaio da cui spiccano colonne circolari di sezione 610mm e spessore 12mm, alte due piani.
Queste sostengono un graticcio di travi del piano a quota 74.60, costituito da travi circonferenziali calandrate HSE 1000/310 e radiali principali HSL 1000/192. Vi è anche la presenza di travi radiali secondarie Ipe240. Il solaio è costituito da predalles appoggiate alle travi radiali con getto di completamento da 9cm.
Alla quota finita inferiore 71.00, si trova una passerella che in parte poggia sulle

colonne circolari, in parte è sospesa con tiranti alle travi superiori; la stabilità trasversale della stessa è data dal collegamento alle colonne circolari, che sono, infatti, continue per due piani. La copertura del bar, di forma anulare, è sorretta da colonne tubolari di piccolo diametro, e anch'essa è collegata trasversalmente alle colonne circolari, che ne garantiscono la stabilità trasversale.
Il corpo 3 delimita a sud l'edificio principale. Ha il piano inferiore a quota 63.30, che risulta in parte fuori terra; i solai si trovano alle quote: 67.15, 71, 74.85, 78.70 e 82.50. E' presente quindi in un piano in meno rispetto ai corpi 1 e 2. Il corpo 3 presenta caratteristiche analoghe agli altri due.

Atrio alto – Zona d'intersezione fra il Crescent e i corpi trasversali B' e B"

La soluzione architettonica ha comportato la realizzazione di due solai in c.a. che presentano, a circa 2/3 verso il corpo 2, un giunto radiale ottenuto con un appoggio scorrevole di tipo gerber. I quattro setti della facciata convessa portano i solai inferiori, le tre passerelle dei piani superiori e il corrispondente solaio di copertura in c.a.
Le tre passerelle e la copertura presentano un giunto radiale a circa metà della zona atrio. La restante parte della copertura dell'atrio, delle dimensioni di circa 12.5x17m, è costituita da un graticcio metallico realizzato da cinque travi HEB 600 e trasversalmente da cinque IPE 600.
Parallelamente a queste ultime sono disposte travi secondarie IPE 180. L'orizzontamento è realizzato con predalles e getto di completamento in c.a. Il graticcio poggia su ciascuno dei nuclei B e C per mezzo di due appoggi flessibili nelle direzioni orizzontali, che consentono gli spostamenti relativi dei nuclei stessi. Si tratta, di fatto, di una struttura isolata rispetto ai corpi inferiori, pertanto gli appoggi sono dei veri e propri isolatori.
La facciata lato convesso è per la parte superiore costituita da una struttura in acciaio verticale solidale al graticcio di copertura. I due piani inferiori della facciata sono giuntati rispetto a quelli superiori e sono incastrati sulla copertura dell'Auditorium che nella parte terminale è costituita da un graticcio in acciaio. La struttura della facciata risulta così giuntata rispetto ai nuclei verticali dei corpi 1 e 2, che delimitano l'atrio. I giunti in copertura sono adeguatamente dimensionati, avendo considerato la risposta elastica della struttura, inclusi i nuclei di supporto.
Le implementazioni architettoniche del progetto hanno richiesto il nuovo studio dell'appoggio della struttura di supporto della facciata lato convesso, che come detto, nei due piani inferiori è collegata solidarmente alla copertura dell'atrio.
La parte terminale di questa, verso il Crescent è realizzata con un graticcio di travi in acciaio costituito da travi HEB 1000 poste trasversalmente all'edificio auditorium, collegate tra loro da travi HEA 800, intervallate con IPE 300. Da questo graticcio spiccano dall'estremità, in prossimità del Crescent, profilati verticali che per i due piani inferiori costituiscono la struttura della facciata dell'atrio. Le mensole sono irrigidite inferiormente con dei puntoni a circa 45°, che le collegano da circa un metro di altezza al graticcio di copertura dell'edificio Atrio.
I setti in c.a. lato concavo sono collegati ai nuclei e quindi si comportano in senso circonferenziale come dei telai collegati dalle passerelle ai nuclei e in senso radiale come delle mensole collegate dalle passerelle e dalla copertura ai nuclei. Sono strutture esuberanti dal punto di vista della sicurezza sismica e hanno tassi di lavoro relativamente contenuti. Nei modelli di calcolo dei due edifici sono stati mantenuti gli stessi coefficienti di struttura dei modelli originari, tipici degli edifici a setti non regolari in altezza (q=2.46). Peraltro con le armature minime richieste dalla norma, i nuclei danno luogo a resistenze flessionali superiori a quelle richieste dall'analisi.

Edificio Atrio B (Atrio basso)

Si tratta di un corpo a pianta rettangolare di dimensioni in pianta 20x40m, per un'altezza dal piano inferiore di circa 12m. Esso si estende ortogonalmente al corpo principale dal lato est sino al cunicolo impianti. Il corpo è separato dall'edificio principale mediante un giunto di 15cm che corre parallelamente alla facciata lato convesso.
Il piano di campagna originale andava da quota 69.00-70.00 a quota 74.00 verso est. Il piano inferiore è previsto a quota 68.00, poggiante direttamente sul terreno mediante un solaio a igloo, fatta eccezione per una piccola zona posta a quota superiore (quota finita 69.30).
In questo piano sono previsti vari ambienti, in particolare una serie di sale esterne al corpo dell'edificio stesso, disposte parallelamente sul lato nord con copertura a giardino pensile a quota 73.00.
L'orizzontamento a quota 73.00 è realizzato in parte con solai alveolari, in parte con solaio tradizionale di calcestruzzo e pignatte di alleggerimento o a predalles. La copertura del corpo ingresso è posta a quota 78.70. E' una luce unica, realizzata con coppi precompressi poggianti sulle due facciate longitudinali. I coppi prefabbricati, sono completati con una soletta armata gettata in opera, solidarizzata ai coppi stessi mediante armature di cucitura. Le due strutture che costituiscono le chiusure a nord e sud sono anch'esse solidarizzate ai coppi mediante getto armato in opera. Il carico di esercizio previsto per questa copertura è di 2KN/m^2 di sovraccarico permanente e 14KN/m^2 di carico variabile. La copertura è predisposta per poter sostenere carichi concentrati di 20KN, per mezzo di barre filettate di sospensione a passo 2m in direzione dei coppi stessi e di 2.50m in direzione trasversale. Le barre filettate sono state messe in opera disponendo, dopo la maturazione del getto di completamento dei coppi, piastre di dimensioni opportune, poggianti sull'estradosso del pacchetto coppo - soletta di completamento, forando il pacchetto e predisponendo una contropiastra.
La parte di copertura verso l'edificio A è realizzata con un graticcio di travi in acciaio, costituito da due travi trasversali HEB 1000, di luce circa 17m, poggiate sul nucleo rampe e sul telaio nord, collegate tra loro da travi HEA 800, alle cui estremità, sporgenti a sbalzo verso l'edificio A, spiccano i montanti di supporto dei due piani superiori della facciata convessa del Crescent. Fra le travi HEA 800, sono presenti travi IPE 300, a esse parallele, a supporto del solaio a predalles con soletta gettata in opera. I montanti del telaio di sostegno della facciata sono irrigiditi inferiormente con dei puntoni a circa 45°, che li collegano a circa un metro di altezza alle HEA 800.
Sul lato sud è realizzato il grande nucleo in cemento armato a sviluppo longitudinale ove sono inserite le rampe per i disabili, terminante con una scala posta sul lato est, in adiacenza al cunicolo impianti. Questo nucleo è costituito da tre setti di spessore considerevole. Il collegamento trasversale tra i tre setti è assicurato dalle rampe di 20cm di spessore in cemento armato e dalla copertura del nucleo rampe stesso anch'essa in cemento armato. In continuità con le rampe è presente il corpo scala dell'ingresso, anch'esso inglobato nel nucleo.
Sul fronte opposto, lato nord, il corpo ingresso presenta una struttura costituita da setti di sezione costante 150x50cm con una trave a quota 73.00 e una in copertura, su cui poggiano i due orizzontamenti a quota 73.00 e 78.70. A est, in corrispondenza del cunicolo

impianti, l'allineamento termina con il nucleo scale. Questo telaio costituisce un elemento resistente alle azioni orizzontali sia in direzione est-ovest che nord-sud.
Le azioni sismiche orizzontali sono assorbite essenzialmente dal grande nucleo delle rampe e scala, posto sul lato sud dell'ingresso, gli altri elementi verticali assolvono essenzialmente la funzione di eliminare gli effetti legati all'eccentricità tra centro delle rigidezze e delle masse, riducendo pertanto al minimo le deformazioni torcenti d'assieme. Funzione fondamentale per la ripartizione delle azioni è espletata dall'orizzontamento di copertura a quota 78.70: la soletta in calcestruzzo armato, gettata in opera sopra l'ala superiore dei coppi prefabbricati, è stata quindi proporzionata con la dovuta cautela per sopportare il taglio dovuto all'azione sismica. Il nucleo rampe, in direzione est ovest, è stato verificato con un fattore di struttura pari a 1.5. La soletta superiore dei coppi di copertura è stata verificata per il taglio assorbito dal nucleo maggiorato del 30%. Si tenga presente inoltre che la soletta oltre ad essere armata con maglia di armatura ortogonale Ø10/10x10, a metà altezza ha, in corrispondenza degli allineamenti delle barre filettate, in direzione trasversale ai coppi, 2Ø16 correnti superiori e inferiori aggiuntivi.

Edificio Auditorium B'

L'edificio Auditorium B' si trova, rispetto all'edificio principale, dalla parte opposta all'edificio Atrio B".
Si tratta di un corpo a pianta rettangolare di dimensioni in pianta circa 20x40m, per un'altezza massima dall'estradosso delle fondazioni di circa 13m. Il corpo è separato dall'edificio principale da un giunto che corre parallelamente alla facciata curvilinea dell'edificio principale lato concavo.
Il corpo è concepito strutturalmente come una scatola con i lati esterni formati essenzialmente dalle pareti perimetrali dell'edificio, salvo il lato est verso l'edificio principale costituito da setti interni.
Il calpestio del piano interrato è realizzato, come negli altri edifici, con casseri di plastica tipo igloo, con getto in opera di soletta armata. Il solaio inclinato delle gradinate poggia su setti in c.a. trasversali; questo e gli altri solai intermedi sono tradizionali del tipo a predalles.
L'ambiente dell'auditorium ha luce circa 16m. La copertura è realizzata con coppi precompressi prefabbricati, e getto di completamento, simili a quelli della copertura dell'ingresso. L'aula dell'auditorium si sviluppa in senso Ovest - Est per circa 28m. Esso termina a quota 67.15 con una serie di locali le cui pareti costituiscono nuclei resistenti alle azioni orizzontali. Gli orizzontamenti a quota 67.15 e 71.00 (copertura) di questi locali, sono di tipo tradizionale gettati in opera. La copertura sopra questi locali risulta carrabile e ha un sovraccarico utile di 10KN/m^2. La parte restante della copertura è a giardino pensile e ha un sovraccarico variabile di 5KN/m^2.

Biblioteca – Uffici

Planimetricamente sviluppa una pianta a L, la cui parte rettangolare più lunga, destinata a uffici, ha dimensioni di circa 12,50x40 m per quattro piani, di cui uno completamente interrato, mentre la base della L, destinata a biblioteca, ha dimensioni in pianta di 10x22 m, ha un piano interrato, un piano terra a pilotis, il piano primo a biblioteca, il secondo costituito da un ballatoio perimetrale, e la copertura, non praticabile, a shed. La resistenza alle azioni orizzontali è affidata essenzialmente a due nuclei in cemento armato, disposti alle estremità del corpo uffici. I pilastri del primo ordine sono HEB 240. La zona uffici, compresa tra i nuclei è realizzata a pilastri in acciaio, pendolari, e orizzontamenti a struttura mista acciaio calcestruzzo, del tutto analoga a quella dell'edificio principale. La zona biblioteca, nella parte interrata, è completamente in c.a., mentre, in elevazione, è realizzata anch'essa con pilastri pendolari e orizzontamenti a struttura mista acciaio calcestruzzo.
Per consentire la presenza degli sbalzi previsti nel progetto architettonico, l'orizzontamento a quota 75.50 è realizzato da un graticcio principale poggiante sui pilastri pendolari, con travi IPE 500, su cui poggia il solaio realizzato con le travi secondarie e la soletta di calcestruzzo collaborante. Il solaio di copertura è realizzato con un graticcio di travi IPE 450, su cui poggia una copertura a shed; la rigidezza nel piano è garantita da tiranti di controvento a croce, disposti tra le maglie del graticcio.
Il ballatoio, posto nella zona esterna ai pilastri tra copertura e primo piano, poggia da un lato sui pilastri stessi, mentre, verso l'esterno, è collegato agli sbalzi, sia di copertura che del primo piano, per mezzo di tiranti o colonne, a seconda se riferiti alla copertura o al primo piano. Sul perimetro esterno degli orizzontamenti sono anche disposti profilati metallici a metà della luce del solaio, che vengono utilizzati per costituire ritegno trasversale alla tamponatura perimetrale. Il ballatoio a quota intermedia è collegato in corrispondenza del corridoio degli uffici al ballatoio opposto. In questo modo è assicurata la rigidezza e la resistenza trasversale del piano.
I pilastri della zona biblioteca sono anch'essi di tipo pendolare. Hanno sezione circolare, con diametro Ø273 e spessore 10mm al primo ordine, Ø244.5 e spessore 10mm agli ordini superiori.
La zona Biblioteca è irrigidita in senso nord sud dai setti della rampa in cemento armato, la struttura arriva sino in copertura.
Le fondazioni sono di tipo diretto, un graticcio di travi per la parte metallica, sia degli uffici che della biblioteca, e una platea per i due nuclei principali e il nucleo rampe.

Palestra

Si tratta di un edificio in cemento armato di tre piani, di cui uno interrato, per un ingombro in pianta di circa 17x32m.
I tre orizzontamenti, sono costituiti da un graticcio di travi, su cui poggiano solai in cemento armato a predalle. La struttura portante i carichi verticali è costituita da telai in cemento armato allineati a passo 5m in direzione Ovest Est. Al piano della palestra vi sono solo i pilastri esterni, peraltro da considerare "setti" in base all'Ordinanza 3274. In direzione Nord Sud la resistenza alle azioni orizzontali è appunto affidata ai telai. In direzione Est Ovest sono invece presenti 4 setti di dimensioni considerevoli all'estremità Est dell'edificio, in prossimità del cunicolo impianti.
Le fondazioni degli elementi strutturali sono costituite da un graticcio di travi in cemento armato su cui poggiano naturalmente tutti i pilastri e i setti.

Mensa

La mensa è una struttura ad un solo piano, con pilastri circolari Ø45cm che sorreggono una copertura tradizionale in c.a., costituita da un graticcio di travi nelle due direzioni, alte 50cm, che collegano la testa dei pilastri, e da un solaio bidirezionale di uguale altezza.
Nell'orizzontamento s'individuano, quindi, le travi principali sulla maglia dei pilastri con larghezza 45cm e le nervature secondarie, anch'esse nelle due direzioni, di spessore 20cm. E' inoltre presente una soletta inferiore da 10cm e una soletta superiore da 6cm. Tutti gli elementi sono staffati. Le due solette sono armate con Ø8/20x20 con copriferro verso l'esterno di 3,5cm.
Per ottenere una struttura molto regolare, la copertura ha due giunti: uno verso il corpo cucine, e uno che divide la copertura stessa in due parti, di dimensioni in pianta diverse, fatto che avrebbe creato una certa irregolarità che si è voluto evitare.

In questo modo si è potuto garantire la regolarità della risposta strutturale all'azione sismica, senza ricorrere a nuclei irrigidenti.
In corrispondenza dei pilastri i solai sono interrotti per l'inserimento lucernai circolari. Pertanto in queste zone passano soltanto le travi a sezione rettangolare, di dimensione 45x50cm. Il calpestio della mensa è realizzato, come tutti i calpestii inferiori degli edifici, mediante una soletta nervata in calcestruzzo armato, gettata su cassaforme a perdere in polietilene ad alta densità, poggianti sul magrone di finitura dello scavo e riempimento con misto di cava. Le fondazioni sono costituite da un graticcio di travi bidirezionali. Il graticcio viene realizzato a una quota ove il terreno ha buone caratteristiche, con un numero di colpi alla prova Nspt>35, approfondendo eventualmente la quota d'imposta con un getto di magrone.

Edificio Uffici – Laboratori I

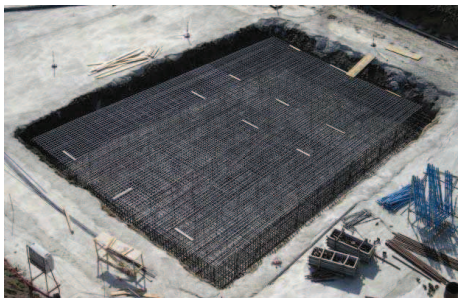
Planimetricamente sviluppa un'impronta rettangolare di dimensioni 28,25x45,55m, con quattro piani di cui uno interrato. Il piano interrato ha destinazione impiantistica. Il piano terra ha destinazione laboratorio – magazzini e uffici; i piani superiori sono destinati a uffici. L'altezza del primo solaio dall'estradosso delle fondazioni è di 5.6m; gli altri interpiani sono di 3.90m; complessivamente l'edificio è alto 17.7m circa. L'edificio è giuntato in elevazione rispetto ai muri di sostegno che lo delimitano nel piano seminterrato lungo i lati sud e ovest, rispetto al cunicolo impianti, con il quale confina a est e rispetto alla rampa che scende al seminterrato, posta lungo il lato nord.
La struttura è completamente in c.a., a telai e setti. La maglia dei pilastri in senso trasversale ha passo 6.40 e 7.80m circa, mentre in senso longitudinale le luci sono di 6.0m, eccetto le ultime due sul lato est che sono di 5.0 e 4.3m. Gli orizzontamenti sono solai in predalles di altezza 50cm (4+36+10cm). Le travi sono a spessore di solaio; quelle trasversali, portanti per i solai, hanno dimensioni 80x50cm, quelle longitudinali di collegamento 50x50cm. Il calpestio del piano inferiore dell'edificio è costituito da un vespaio areato.
E' presente una chiostrina centrale nei piani in elevazione, di sagoma variabile in altezza, pertanto i solai del secondo piano e della copertura presentano un foro nella zona centrale, che interessa parzialmente 6 maglie nel penultimo orizzontamento e 10 maglie in copertura.
I sovraccarichi variabili considerati sono 6KN/m^2 per gli uffici e 10KN/m^2 per i laboratori. Le strutture a cui sono affidate le azioni sismiche orizzontali sono i due nuclei scala, posti in posizione simmetrica sui due lati lunghi, le pareti a "L" disposte agli angoli, le due pareti trasversali poste in posizione simmetrica e la parete longitudinale posta lungo l'asse di simmetria. Nella parte est, confinante con il cunicolo impianti, è presente una scala metallica di sicurezza, che comporta l'assenza per tutta l'altezza delle due maglie corrispondenti di solaio, di dimensione complessiva circa 3.70x13.30m. Per questo motivo, nell'angolo sud-est, le pareti di controvento hanno una conformazione a "C", invece che ad L.

Autorimessa

L'edificio è realizzato con telai trasversali posti all'interasse di 8m, sui quali poggia un solaio alveolare di altezza 30cm, con 10cm di getto di completamento in opera. Le travi hanno dimensioni 80x105, con mensole di appoggio laterali per il solaio. Alle estremità le travi poggiano su speroni delle pareti in c.a. longitudinali. Il lato est dell'edificio è delimitato da un muro di sostegno che sostiene la strada di accesso, alla quota della copertura (circa 72.85). La parete lato ovest divide l'autorimessa dal cunicolo impianti a quota finita 67.90, e poggia sul muro di sostegno speronato sottostante, che sostiene il salto di quota fra il calpestio dell'autorimessa e il piano inferiore del cunicolo, coincidente con il piano interrato della cucina e dell'edificio I (quota finita 63.90). Gli speroni sono collegati, a quota 68.65 circa, per mezzo di cordoli trasversali ai plinti dei pilastri e alla fondazione del muro lato est.
Il solaio ha un giunto al centro in direzione trasversale, che si estende sia al muro da 30cm, posto fra il parcheggio e il cunicolo impianti, che al muro di sostegno sul lato est.
Le azioni orizzontali sono sostenute oltre che dai muri perimetrali anche dai nuclei scale.
■

Fotografie:
Ernesta Caviola - STIN - Mario Avagnina - SAC

Committente:
Ministero infrastrutture e dei trasporti
Fruitore:
Agenzia Spaziale Italiana
Contractor:
SAC Spa, Roma
Progetto preliminare:
Facoltà di Ingegneria - Università di Tor Vergata, Roma
Progettazione esecutiva:
SAC Spa - Project Manager: Bruno Cavallaro
Progettazione definitiva ed esecutiva architettonica:
5+1AA Alfonso Femia Gianluca Peluffo – Genova e Arch. Annalaura Spalla - Roma
Progettazione definitiva ed esecutiva delle strutture:
Prof. Ing. Camillo NUTI & STIN Ing. Danilo Pierucci – Roma
Progettazione definitiva ed esecutiva impianti meccanici:
Ing. Francesco Lucernari
Direzione dei Lavori:
Arch. Mario Avagnina - Siit Lazio Abruzzo e Sardegna
Subappaltatori:
Serramenti: Schuco, Safas
Vetri: AGC YourGlass
Luci: Norlight e Guzzini
Sanitari: Globo
Pavimenti interni: Liuni, Euroslate, Tavar, Casalgrande Padana, Vesmaco, Interfece floor
Pavimenti esterni: Odorizzi Porfidi, Vesmaco
Rivestimenti interni: Topakustik, Fantoni, Casalgrande Padana
Rivestimenti esterni: Reynobond, Safas
Porte: Lualdi
Ascensori: ThyssenKrupp Elevator Italia
Arredi interni: Ares line Poltrone, Moroso
Sistemazioni esterne a verde: Chiti
Parete in ceramica, loghi esterni: La casa dell'arte Danilo Trogu
Cronologia e volumetrie:
Progetto preliminare: 2005
Progetto esecutivo: 2006-2009
Realizzazione: 2007-2012
Superficie: 28.600 m^2
Volume totale: 120.000 m^3



Edificio principale: plinto di un nucleo e griglia di fondazione

Edificio principale: spiccato nucleo e nuclei in costruzione

Edificio principale: attacchi nuclei solette a/c e copertura nuclei

Edificio principale: attacchi nuclei solette a/c - pezzi prima della saldatura

Atrio alto, interno, verso l'Atrio basso

Edificio principale: strutture quasi completate viste da SUD-EST

Atrio alto, interno, verso Auditorium

Atrio alto: nucleo C, giunto verso Atrio basso e facciata lato Auditorium

Atrio alto visto dalla copertura dell'Atrio basso senza graticcio isolato di copertura

Auditorium: prospetto NORD-OVEST della struttura

Atrio basso: copertura vista dalla copertura dell'Edificio principale corpo 2

Atrio basso e mensa: coperture viste dalla copertura dell'Edificio principale corpo 1

Atrio alto: Posa in opera copertura mista a/c su isolatori tra quattro edifici giuntati

Atrio basso: fine copertura c.a.

Montaggio del graticcio di copertura dell'Atrio alto su isolatori

MATERIALI STRUTTURALI

Strutture in fondazione e muri perimetrali
- Calcestruzzo R'_{ck} 30 N/mm^2
- Acciaio in barre ad aderenza migliorata tipo FeB44K
- Copriferro minimo 4.0 cm

Strutture in elevazione
- Calcestruzzo R'_{ck} 35 N/mm^2, rapporto A/C<0.4
- Acciaio in barre a.m. tipo FeB44K

Solai
- Calcestruzzo R'_{ck} 35 N/mm^2
- Acciaio in barre a.m. tipo FeB44K
- Armatura di ripartizione minima: rete e.s. Ø10/20x20

Massetti Armati
- Calcestruzzo R'_{ck} 25 N/mm^2
- Acciaio in barre a.m. tipo FeB44K

Magrone - Getto di Pulizia
- Calcestruzzo dosato con q.li 1.5/m^3 di Cemento tipo 325

Strutture in Acciaio
- Acciaio per carpenteria metallica: tipo 430 B
  Travi dell'edificio principale (A), delle colonne circolari e delle travi calandrate della zona bar: tipo 510 B
- Giunzioni con bulloni di classe 8.8/10.9 - Dadi classe 8/10
- Saldature secondo UNI 5132
- Trattamento superficiale: zincatura a caldo

Elementi prefabbricati precompressi
- Calcestruzzo parti prefabbricate R'_{ck} 55N/mm^2
- Getti di completamento in opera R'_{ck} 35 N/mm^2
- Acciaio armonico f_{ptk} 1860 N/mm^2
- Acciaio in barre a.m. tipo FeB44K

Dispositivi di isolamento sismico: Isolatori FIP

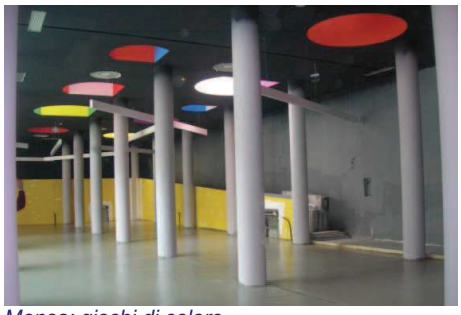
QUANTITÀ IMPIEGATE

- Magrone: 8380 m^3
- Conglomerato cementizio
  con R_{ck}30: 11410 m^3
  con R_{ck}35: 17670 m^3
- Acciaio in barre per armature: 31950 KN
- Solai
  realizzati con predalles: 26680 m^2
  con lastre alveolari: 6500 m^2
  con tegoli omega: 1100 m^2
- Strutture in profilati per strutture in acciaio: 14700 KN

Auditorium in costruzione

Mensa in costruzione

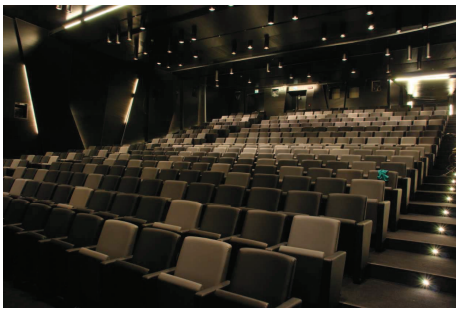
Mensa: interno verso l'Edificio principale

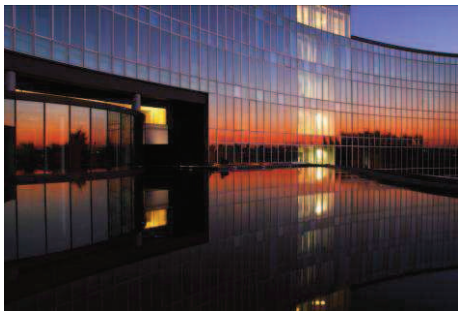


Mensa: giochi di colore

Auditorium: interni

Auditorium: prospetto laterale

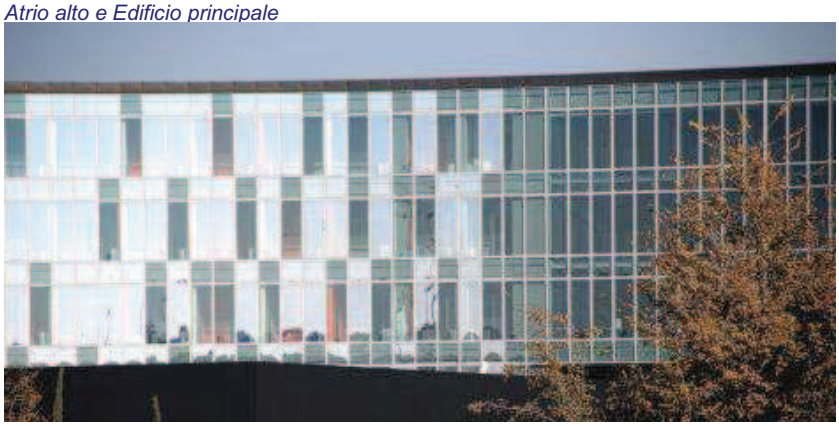




Edificio principale: prospetto OVEST zona bar

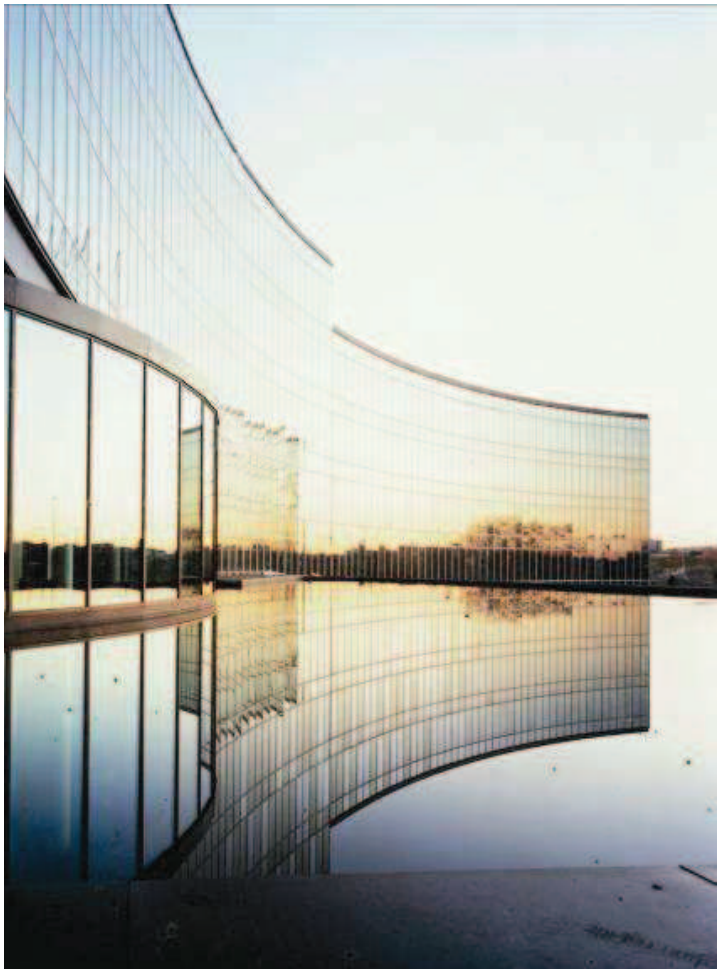
Atrio alto interno

Atrio alto e Edificio principale



Vista da EST Edificio principale

Esterno dal bar alla mensa vista dall'Edificio principale corpo 2

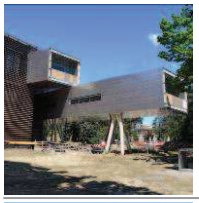


Edificio principale: prospetto OVEST zona bar (®Caviola)

Edificio finito: vista da OVEST

PREMI aicap 2014
REALIZZAZIONI IN CALCESTRUZZO STRUTTURALE

EDIFICI

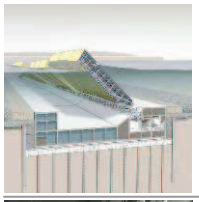


"TREFOLO" - CAMPUS UNIVERSITARIO DI FORLI'

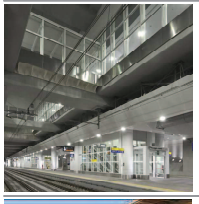
EDIFICIO RESIDENZIALE IN VIA SAPPADA 23 A ROMA

NUOVA SEDE DELL'AGENZIA SPAZIALE ITALIANA A ROMA TOR VERGATA

OPERE INFRASTRUTTURALI



BARRIERE MOBILI PER LA DIFESA DI VENEZIA E DELLA LAGUNA DALLE ACQUE ALTE – CASSONI DI BARRIERA



NUOVA STAZIONE PER L'ALTA VELOCITA' DI BOLOGNA

VIADOTTO SERRA CAZZOLA 1 SULLA SS 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"