

modulo

progetto tecnologia prodotto

Speciale Recupero

Realizzazioni

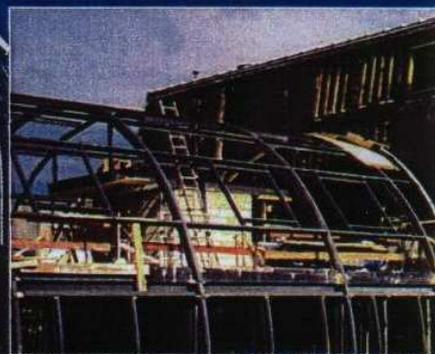
Sopraelevazioni

Cultura tecnica

Monitoraggio del
Teatro alla Scala

Prodotto

Intonaci



PER INFORMAZIONI SULLE ATTIVITÀ DEL SERVIZIO TECNICO DI PROGETTAZIONE, CONSULENZA E CONTROLLO, CONTATTARE L'ORGANO UFFICIALE DAGAD ONLUS

Organo ufficiale DAGAD Onlus

307

Dicembre 2004 Gennaio 2005

Recupero leggero

Le fibre di carbonio sono le protagoniste di una riqualificazione strutturale che vede la tecnologia a secco preferita alla tradizionale sia per risanare i solai, sia per migliorare la resistenza al sisma dell'edificio

Valeria D'Ambrosio

Il “Palermo” è uno dei padiglioni del Cardarelli, struttura ospedaliera napoletana, oggetto di un significativo programma di riqualificazione che vede perseguite esigenze di salvaguardia dell'identità tipologica e costruttiva coniugate alla esigenza di configurare spazi flessibili o comunque adeguabili in termini distributivi e impiantistici.

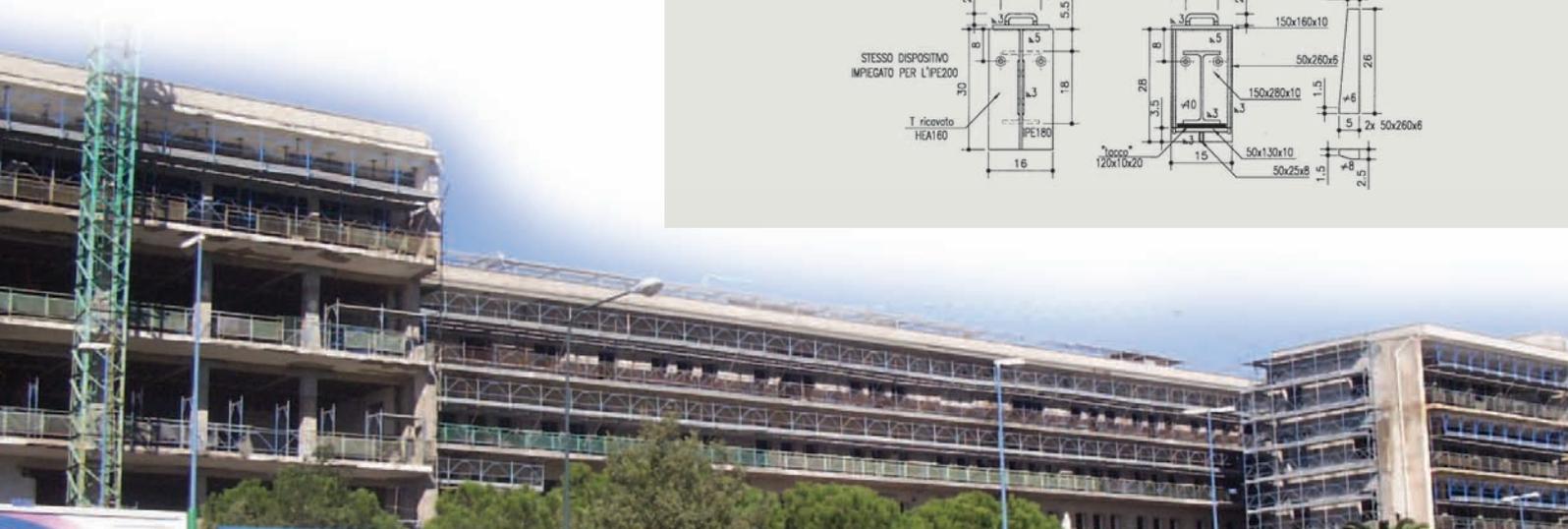
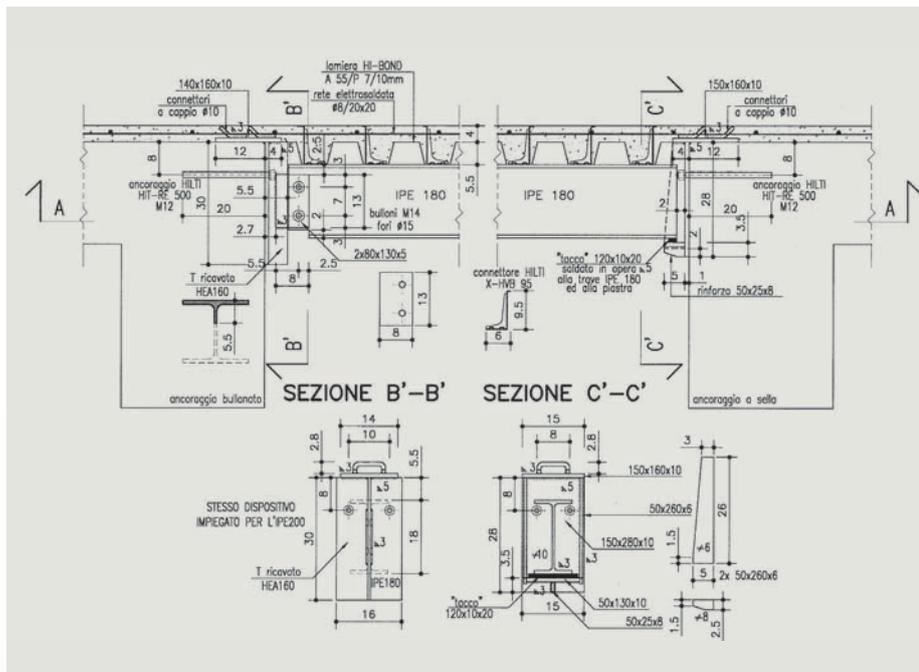
L'edificio si sviluppa in pianta con una forma rettangolare (circa 105m x 36m) e con una struttura portante a telaio in c.a.. I solai sono realizzati prevalentemente in c.a. e blocchi di laterizio di alleggerimento, anche se alcuni campi di solaio sono del tipo a soletta piena o in acciaio.

Fra i principali fenomeni di degrado si sono individuati sia conglomerati poco compatti, con eccesso di acqua e, quindi, porosi e sensibili agli attacchi chimici indotti dalla penetrazione dell'anidride carbonica, sia armature spesso insufficienti, specie in corrispondenza dei nodi trave-pilastro, con sezioni resistenti estremamente ridotte per effetto dell'avanza-

to stato di corrosione nella maggior parte dei travetti dei solai.

Per il recupero degli impalcati, che ha riguardato la quasi totalità della loro superficie, si presentavano alcune problematiche specifiche legate, per esempio, alla notevole luce – circa 10 m – di alcuni ambienti in cui la non perfetta linearità delle facce dei travetti gettati in opera non consentiva l'utilizzo di tecniche di rinforzo di tipo convenzionale. Un'ipo-

Vista generale del padiglione “Palermo”. Particolare dei nuovi solai realizzati con travi in acciaio e ancoraggi del tipo a sella Gerber e a flangia verticale.



tesi iniziale di intervento, infatti, prevedeva il loro confinamento con elementi in acciaio a U applicati con malta speciale, che avrebbe determinato un notevole incremento di peso proprio, con incognite sulla continuità dei punti di adesione al supporto.

Inoltre non si è rivelata praticabile l'ipotesi di demolire e ricostruire tutti gli impalcati in quanto l'operazione avrebbe determinato un'irreparabile perdita di continuità della struttura tra le sue parti costitutive. Né, allo stesso modo, sarebbe stato vantaggioso, in termini di costi e soprattutto di tempi, demolire l'intero fabbricato e ricostruirlo ex novo; da una stima effettuata, infatti, i tempi per la demolizione e la ricostruzione sarebbero stati di circa 15 anni rispetto ai 4 anni previsti per l'intervento di rinforzo e riadeguamento dell'edificio.

Nel contempo l'intervento doveva rispondere a molteplici esigenze legate da un lato alla necessità di adeguare ai nuovi carichi di esercizio la struttura (con incrementi di carico da 200 kg/m² fino a 600 kg/m²), dall'altro alla necessità di adeguare l'intero edificio dal punto di vista impiantistico. Tutti gli interventi, infine, dovevano rispondere all'esigenza di aumentare il grado di sicurezza del fabbricato rispetto alle sollecitazioni sismiche.

Il recupero dei solai con tecnologie a secco

L'intervento certamente più significativo per estensione e per la sua valenza nel recupero dell'edificio è stato quello sui solai che, come descritto in precedenza, manifestavano problematiche articolate e complesse. Gli interventi relativi agli impalcati sono stati valutati in funzione del tipo di degrado, distinguendo fra quelli che potevano essere risanati e quelli che erano assolutamente irrecuperabili.

L'intervento di risanamento ha previsto preliminarmente il ripristino del calcestruzzo degradato con malte tissotropiche a ritiro compensato, dopo aver asportato il fondello inferiore e le parti prive di consistenza dei blocchi di solaio in laterizio e dopo aver trattato le armature con malte alcaline inibitrici di corrosione. L'eliminazione quasi integrale dei blocchi di laterizio e la realizzazione di una soletta in cls da 4 cm ha consentito di ridurre notevolmente il sovraccarico fisso dovuto al peso proprio dei solai.

Solai e CFRP



In alto: i solai presentavano un degrado diffuso dell'armatura dei travetti tale da causare il crollo di interi campi.

Al centro: L'intervento di recupero dei solai con la tecnologia dei CFRP ha previsto l'impiego di 11.000 m di tessuto unidirezionale in fibra di carbonio.

Sotto: particolare dell'intervento di adeguamento sismico ottenuto attraverso il confinamento delle zone di maggiore sollecitazione - nodi e piede dei pilastri - con tessuti unidirezionali e quadriassiali in fibra di carbonio.

Per tutti i solai di luce superiore a 5 m i travetti sono stati rinforzati all'intradosso con placcaggi di tessuti unidirezionali in fibre di carbonio (CFRP) di varia grammatura (da 300 gr/m² a 600 gr/m²), incollati con resina epossidica bicomponente e opportunamente stratificati e conformati in funzione dell'andamento del momento flettente. La scelta di applicare come rinforzo il tessuto e non le lamine in fibre di carbonio è scaturita dalla maggiore flessibilità e adattabilità alle

configurazioni, quasi mai rettilinee, di un'ampia parte dei travetti.

I solai assolutamente non recuperabili e quelli nei quali realizzare i cavedi per il passaggio degli elevatori e degli impianti sono stati demoliti e ricostruiti in acciaio, con lamiera grecata e soletta armata all'estradosso, raggiungendo tempi di posa estremamente veloci (ciascun campo di solaio è stato infatti realizzato in circa 2 giorni). L'ancoraggio dei pro-filati metallici alle travi preesistenti in c.a. è stato realizzato mediante bulloni e appoggi a sella Gerber, realizzate con una piastra verticale in acciaio fissata lateralmente alla trave in c.a.. Superiormente a tale piastra, per richiamare la collaborazione del calcestruzzo e realizzare un distanziatore per la rete elettrosaldata, sono stati posti dei connettori a cappio f 10, in modo che la piastra potesse lavorare a trazione, mentre il calcestruzzo a compressione, ottenendo così una rigida sezione composta.

Nell'ambito dell'intervento di rinforzo strutturale si è progettato di migliorare le capacità di resistenza al sisma dell'edificio agendo in maniera combinata sia sui nodi trave-pilastro che al piede dei pilastri al fine di aumentare la duttilità, ovvero la capacità di sopportare consistenti deformazioni in campo plastico nelle zone più sollecitate in caso di eventi sismici.

In particolare, si è ricercata una soluzione che aumentasse le resistenze alle azioni orizzontali senza modificare la rigidezza della struttura e il suo schema statico. La soluzione adottata ha previsto il confinamento delle travi e dei pilastri nella zona nodale con tessuto in CFRP, con varia consistenza e tipologia di tessitura (unidirezionale e quadriassiale) attuato su tutti i piani, fatta eccezione del seminterrato, dove la struttura risultava ben dimensionata. Per quanto riguarda una stima relativa ai tempi e alla quantità di manodopera impiegata, rispetto a questa specifica lavorazione, la media di rinforzi realizzati con FRP è stata di 9 nodi trave-pilastro al giorno, dimostrando quindi efficienza maggiore rispetto ad altre soluzioni di tipo convenzionale, impiegando una manodopera di 7 operai, di cui 4 posatori.

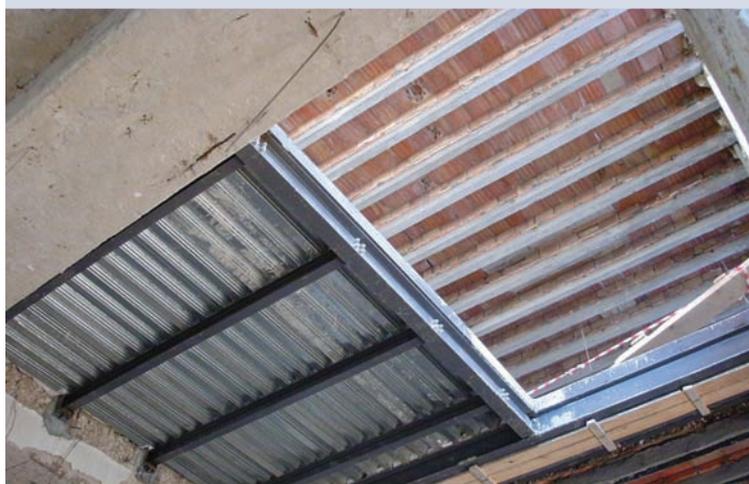
Anche per le travi sono stati realizzati interventi al fine di incrementare la sezione resistente attraverso il placcaggio all'intradosso con tessuti unidirezionali in fibra di carbonio della larghezza di 30 cm e di staffature a C della larghezza di 10 cm, sempre in tessuto di

In corrispondenza di cavedi e ascensori



Soletta con intercapedine areata realizzata al piano terra con l'impiego di casseri in materiale plastico.

Solai in acciaio di nuova realizzazione in corrispondenza delle aperture dei cavedi e delle vie di corsa degli elevatori.



carbonio da 300 gr/m², applicate per limitare gli effetti di delaminazione del rinforzo.

Il completamento della struttura portante è stato attuato con la messa in opera di una soletta con intercapedine areata al p.t. realizzata con l'impiego di casseri in materiale plastico e dalla realizzazione di strutture di elevazione in acciaio, applicate alla testa dei pilastri in copertura, rinforzati con CFRP, per sostenere le apparecchiature impiantistiche per il trattamento dell'aria.

Le soluzioni di recupero delle strutture rientrano in un panorama di interventi attuati secondo procedimenti costruttivi a secco. Infatti, sia i rinforzi con CFRP che le sostituzioni e integrazioni con elementi in acciaio, rappresentano una modalità di intervento di recupero realizzata con un limitato ricorso ad interventi a umido.

Valeria D'Ambrosio, architetto, dottore di ricerca in Tecnologia dell'Architettura all'Università degli Studi Federico II di Napoli.

Il Progetto

Intervento:

Ristrutturazione edilizia e tecnologica del complesso ospedaliero "A. Cardarelli" di Napoli

Progetto

architettonica:

Studio Valle: Prof. Arch. Tommaso Valle, Prof. Ing. Gilberto Valle

Direzione dei lavori

Ing. Gilberto Valle

Direttore operativa

Ing. Luciano Cascone

Progettazione strutturale

Ing. Alberto Cucinella

Responsabile di cantiere

Ing. M. A. Torre

Impresa esecutrice

A.T.I. Romagnoli S.p.A.

Data intervento

Intervento in corso

segue a pagina 1279

L'assemblaggio a secco ha favorito in tal caso alcuni importanti requisiti funzionali quali l'integrabilità, l'adattabilità e la reversibilità, consentendo di programmare in maniera precisa le forniture, di incrementare la qualità operativa grazie al peso contenuto dei componenti, alla esigua dimensione dei materiali, alla riduzione dei depositi in cantiere. Negli allestimenti interni il completamento è stato interpretato come possibilità di integrazione e di adeguamento del manufatto nei suoi caratteri funzionali. Infatti, la destinazione d'uso ospedaliera ha richiesto una profonda modificazione degli assetti organizzativi degli spazi alla luce delle trasformazioni del tipo di reparto e delle modalità di erogazione del servizio.

La scelta di soluzioni di partizioni e finitura di tipo leggero completa la logica dell'assemblaggio a secco, motivata dalla possibilità di disporre dell'intero spazio utile per ciascun piano, permettendo inoltre di poter prefigurare gli allestimenti interni in maniera flessibile rispetto alla potenziale mutevolezza, nel tempo, delle esigenze. Va ricordato che tutti gli impalcati sono stati controsoffittati all'intradosso con lastre di cartongesso ignifugo, al fine di preservare dall'azione dell'incendio gli interventi con CFRP e in acciaio. L'intero progetto di recupero rappresenta un significativo banco di prova per l'applicazione di soluzioni progettuali e tecniche integrate al fine di ottenere un recupero del manufatto che fosse quanto più possibile disponibile a destinazioni d'uso differenti e potenzialmente modificabili in funzione di condizioni non previste.

Di particolare interesse si è rivelata l'organizzazione del cantiere, caratterizzato da un limitato ingombro nello stoccaggio dei materiali e nella loro movimentazione, nonché da modalità di assemblaggio per connessione meccanica o per incollaggio, che ha consentito di ottenere un cantiere pulito e leggero. In questa filosofia si inserisce a pieno titolo la tecnologia degli FRP che rappresenta un ideale compimento della evoluzione del cantiere di recupero dalle modalità di assemblaggio a umido verso modalità prevalentemente a secco e a basso impatto che hanno rappresentato nell'arco degli ultimi anni una evoluzione verso la conce-

zione di un cantiere leggero.

Con l'impiego di elementi fibrorinforzati si è ridotta drasticamente la quantità e il peso dei materiali impiegati per il recupero delle strutture, si sono ridotti i tempi di realizzazione degli interventi, rendendo meno gravose e più efficienti le attività della manodopera, semplificando nel contempo alcune operazioni cantieristiche, riducendo la presenza di attrezzature di cantiere e di impalcature per la lavorazione con il miglioramento, infine, delle condizioni di sicurezza del lavoro.