



GUIDA ALL'ARCHITETTURA MULTIPIANO IN ACCIAIO

MANUALE TECNICO PRATICO

Scheda sul sito >

ENGLISH TEXT INSIDE

Fondazione

Promozione Acciaio

 **DARIO
FLACCOVIO
EDITORE**

Collana Acciaio

serie Monografie

10

GUIDA ALL'ARCHITETTURA MULTIPIANO IN ACCIAIO

Manuale tecnico-pratico

EDIZIONE ORIGINALE:

Multi-Storey Steel Buildings Part 1: Architect's guide, 2010.

A cura di: Steel Alliance - frutto della collaborazione tra CTICM (Centre Technique Industriel de la Construction Métallique) e SCI (Steel Construction Institute).

EDIZIONE IN LINGUA ITALIANA:

Guida all'architettura multipiano in acciaio – Manuale tecnico-pratico.

ISBN 9788857903668

© 2014 by Dario Flaccovio Editore s.r.l. - tel. 0916700686

www.darioflaccovio.it info@darioflaccovio.it

Prima edizione: ottobre 2014

L'edizione italiana, d'accordo con l'Autore, è stata aggiornata alle recenti normative, ai prodotti e alle tecnologie oggi disponibili sul mercato. Include inoltre un'appendice totalmente nuova con esempi di realizzazioni multipiano.

L'edizione in lingua inglese è riproposta in questo volume in versione integrale.

Stampa: Tipografia Priulla, Palermo, ottobre 2014

Guida all'architettura multipiano in acciaio : manuale tecnico-pratico. -
Palermo : D. Flaccovio ; Milano : Fondazione promozione acciaio, 2014.

ISBN 978-88-579-0366-8

1. Edifici in acciaio.

693.71 CDD-22

SBN PAL0274257

CIP - Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Una pubblicazione di:



Fondazione Promozione Acciaio

Via Vivaio, 11

20122 Milano – Italia

Tel. 02.86313020

info@promozioneacciaio.it

www.promozioneacciaio.it

Traduzione dall'originale a cura di:

Carla Anahi Romero

Un particolare ringraziamento va a tutti i Soci di Fondazione Promozione Acciaio



INDICE GENERALE

<i>Prefazione a cura di Fondazione Promozione Acciaio</i>	pag. XI
<i>Sintesi dei contenuti</i>	» XIII
1. Introduzione	» 1
2. Qualità funzionali	» 3
2.1. Creatività architettonica e flessibilità.....	» 3
2.2. Prefabbricazione – Sistemi costruttivi industriali.....	» 4
2.3. Un'arte in evoluzione.....	» 5
2.4. Ampliamento e ristrutturazione.....	» 5
2.4.1. Sopraelevazione.....	» 5
2.4.2. Ampliamento orizzontale degli edifici.....	» 6
2.4.3. Conversione e recupero edilizio di edifici industriali.....	» 7
3. Acciaio – materiale e prodotti	» 9
3.1. Il materiale acciaio.....	» 9
3.2. I prodotti in acciaio.....	» 9
3.2.1. Prodotti lunghi lavorati a caldo.....	» 10
3.2.2. Prodotti lunghi formati a freddo (profili sottili).....	» 11
3.2.3. Prodotti piani.....	» 11
3.2.4. Prodotti per collegamenti.....	» 12
4. Le basi per un buon progetto: la struttura	» 15
4.1. Le strutture portanti.....	» 15
4.1.1. Il telaio portante.....	» 15
4.1.2. Pilastri e colonne.....	» 16
4.1.3. Travi.....	» 17
4.2. Controventi.....	» 21
4.2.1. Informazioni generali.....	» 21
4.2.2. Stabilizzazione con telai controventati.....	» 22
4.2.3. Stabilizzazione per effetto telaio.....	» 22
4.3. Solai.....	» 23
4.3.1. Panoramica generale.....	» 23
4.3.2. Solaio in lamiera grecata con getto collaborante.....	» 24
4.3.3. Soletta prefabbricata con calcestruzzo gettato in opera e lamiera con funzione di solo cassero.....	» 25
4.3.4. Solai alveolari: solai con elementi prefabbricati in calcestruzzo. ..	» 25
4.3.5. Elementi di solai prefabbricati acciaio-calcestruzzo.....	» 26

4.3.6.	Sistemi a secco	»	26
4.3.7.	Coibentazione termoacustica dei solai	»	27
4.4.	Giunzioni	»	27
4.4.1.	Panoramica	»	27
4.4.2.	Tipi di collegamento	»	28
4.5.	Sintesi	»	30
5.	Le basi per un buon progetto: l'involucro	»	31
5.1.	Le facciate	»	31
5.1.1.	Osservazioni generali	»	31
5.1.2.	Posizionamento della facciata	»	33
5.1.3.	Il principio costruttivo	»	34
5.1.4.	Elementi termoacustici	»	36
5.2.	Sistemi di copertura	»	37
5.2.1.	Osservazioni generali	»	37
5.2.2.	Coperture piane	»	39
5.2.3.	Coperture a spiovente	»	39
5.2.4.	Coperture a spiovente o ad arco	»	40
5.2.5.	Costruzione delle coperture	»	41
5.2.6.	Sistemi di copertura con fonti di energia rinnovabile integrata	»	41
6.	Altri elementi per una buona progettazione	»	43
6.1.	Comportamento durante un evento sismico	»	43
6.2.	Comportamento in caso di incendio	»	45
6.2.1.	Osservazioni generali	»	45
6.2.2.	Reazione al fuoco	»	45
6.2.3.	Resistenza, tenuta e isolamento al fuoco (REI)	»	46
6.2.4.	Metodi passivi di protezione antincendio	»	47
6.2.5.	Metodi per la protezione attiva al fuoco	»	49
6.2.6.	Altri requisiti	»	51
6.3.	Acustica	»	51
6.3.1.	Osservazioni generali	»	51
6.3.2.	Le pareti divisorie	»	53
6.3.3.	Solaio	»	54
6.3.4.	Facciate leggere: sistemi di tamponamento	»	56
6.3.5.	Sistemi di copertura	»	58
6.4.	Prestazioni termiche	»	58
6.5.	Durata nel tempo delle strutture in acciaio	»	58
6.5.1.	Il processo corrosivo	»	59
6.5.2.	Verniciatura	»	63
6.5.3.	Protezione tramite zincatura	»	67
6.6.	Integrazione degli impianti	»	70
6.6.1.	Osservazioni generali	»	70
6.6.2.	Sistemi orizzontali	»	71
6.6.3.	Sistemi verticali	»	71

7. Costruzioni in acciaio e sostenibilità	»	73
7.1. Ciclo di vita del prodotto	»	74
7.2. I vantaggi dei prodotti in acciaio nella costruzione.....	»	74
7.3. Soluzioni intensive in acciaio per gli edifici.....	»	75
 8. Conclusioni	»	79
 APPENDICE		
Esempi di realizzazioni multipiano in acciaio	»	81
1. Premessa.....	»	81
2. Complesso residenziale “Via Piave”	»	82
3. Hotel Du Lac Et Du Parc	»	86
4. Biblioteca comunale e polo multifunzionale di Fiorano Modenese	»	89
5. Istituto Nazionale di Genetica Molecolare	»	93
6. Sede servizi unificati Comune di Bologna.....	»	97
7. Centro servizi e laboratori ospedale Santa Maria della Misericordia.....	»	101
8. Complesso commerciale e residenziale “Monte Altissimo”	»	105
9. Istituto Scolastico ITC Einaudi.....	»	109
10. MACRO – Museo Arte Contemporanea Roma.....	»	113
11. Hotel Casalgrande	»	117
12. “Torre Orizzontale” – Uffici FieraMilano.....	»	121
13. Torre Complesso Unipol	»	125
14. Hotel Hilton Double Tree.....	»	129
15. The New York Times Building.....	»	132
16. Torre “Diamante” area Varesine.....	»	136
 Bibliografia	»	141



La presente monografia, incentrata sugli edifici multipiano in acciaio, è il risultato dell'aggiornamento della traduzione dall'originale del volume *Multi-Storey Steel Buildings – Part 1: Architect's Guide*, pubblicazione del 2010, facente parte del progetto europeo “Facilitating the market development for sections in industrial halls and low rise buildings (SECHALO) RFS2-CT-2008-0030”. In particolare, la guida è stata redatta sotto la direzione di ArcelorMittal, Peiner Träger e Corus. Il contenuto tecnico è stato realizzato da *Steel Alliance* ed è frutto della collaborazione tra il CTICM (*Centre Technique Industriel de la Construction Métallique*) e lo SCI (*Steel Construction Institute*). Alla traduzione italiana, che è stata ampliata con alcuni contenuti aggiuntivi e aggiornati alle recenti normative di settore, è affiancato il testo originale in lingua inglese.

Come recita la prefazione in lingua originale, questa pubblicazione intende essere un manuale *per architetti scritto da architetti*, il che ha permesso la realizzazione di un volume che, a 360°, tratta argomenti sugli edifici a più piani in acciaio, non limitandosi a una mera spiegazione tecnica, ma con l'ausilio di figure, fotografie, realizzazioni e sagomari, permette sia al professionista sia allo studente avanzato di conoscere e approfondire, in modo pratico, i temi legati all'esecuzione di edifici in acciaio.

Rispetto all'edizione originale, la versione italiana è stata completata con l'aggiunta dell'appendice *Esempi di realizzazioni multipiano in acciaio*, una raccolta di opere esistenti corredate da descrizioni tecniche, fotografie e disegni di progetto.

Allegato al volume è inoltre presente un DVD contenente brochure tecniche, prontuari, fogli di calcolo e altri strumenti utili all'architetto per approfondire le soluzioni costruttive e i prodotti disponibili sul mercato.

La monografia *Guida all'architettura multipiano in acciaio* è distribuita in Italia quale decimo volume della collana *Acciaio* edita da Fondazione Promozione Acciaio.

Dal 2008 la fondazione fornisce al professionista una serie di pubblicazioni tecniche dedicate alla progettazione in acciaio aggiornate alle più recenti normative. Fanno parte della medesima collana: *Acciai strutturali, prodotti e sistemi di unione, Analisi di una soluzione monopiano con il metodo plastico, Edifici monopiano in acciaio ad uso industriale, Progettazione di strutture in acciaio secondo le NTC e gli Eurocodici – basi concettuali ed esempi di calcolo, Progettazione di strutture composte acciaio – calcestruzzo secondo gli Eurocodici e le Norme Tecniche per le Costruzioni, Collegamenti in acciaio in edifici monopiano e multipiano – Eurocodice 3, Progettazione di giunzioni e strutture tubolari in acciaio, I pannelli coibentati in acciaio nella progettazione e realizzazione di strutture e involucro e Verifica e progetto di aste in acciaio – sforzo normale, flessione semplice e composta.*

Il nostro auspicio è che la collana *Acciaio* possa contribuire a una maggiore conoscenza delle opere in acciaio, capaci di distinguersi per gli elevati standard qualitativi e di design offerti e altri importanti vantaggi quali la sostenibilità ambientale, la rispondenza ai

requisiti di antisismicità, la funzionalità, le potenzialità architettoniche, la rapidità costruttiva e la semplicità di messa in opera.

Consapevole che in Italia le quote di mercato delle costruzioni in acciaio sono molto inferiori rispetto alla media europea, principalmente per la limitata conoscenza del materiale e delle sue peculiarità, FPA si impegna nel promuovere costantemente la cultura dell'acciaio presso il proprio target di riferimento, costituito da professionisti e studi di progettazione, imprese di costruzione, committenti pubblici e privati, senza dimenticare di rivolgere uno sguardo al futuro, dedicando molta attenzione all'insegnamento nelle università.

Attraverso il sostegno dei maggiori produttori d'acciaio italiani ed europei e di altri importanti rappresentanti della filiera tra cui trasformatori, centri di servizio, costruttori metallici e progettisti, uniti nello scopo di promuovere l'impiego dell'acciaio nelle costruzioni e infrastrutture, la Fondazione pone al servizio degli operatori del settore delle costruzioni italiano le competenze tecniche e scientifiche dei soci, sviluppando un'azione costante di comunicazione e informazione a supporto dei professionisti, degli studenti universitari, dei committenti pubblici e privati, sulle possibilità e i vantaggi offerti dalle soluzioni in acciaio.

Fondazione Promozione Acciaio è attiva, oltre che nel presente progetto editoriale, nel settore delle costruzioni e infrastrutture in acciaio attraverso quattro commissioni tecniche: *Commissione Sismica per le Costruzioni in Acciaio*, *Commissione per la Sicurezza delle Costruzioni in Acciaio in caso di Incendio*, *Commissione per le Costruzioni in Acciaio Ecosostenibili*, *Gruppo di Lavoro Normative*, che toccano temi prioritari per le costruzioni metalliche: l'efficienza dell'acciaio in zona sismica, la sicurezza di fronte all'incendio, la sostenibilità del materiale e le nuove responsabilità introdotte dalla normativa di settore.

Le commissioni hanno un ruolo di primo piano nell'insegnamento e nella promozione delle soluzioni costruttive in acciaio, curando la realizzazione delle predette monografie tecniche e l'organizzazione di qualificati corsi di formazione oltre al costante aggiornamento del portale www.promozioneacciaio.it.

FPA è anche un Ufficio Tecnico che fornisce assistenza tecnica, scientifica e normativa a chi già sviluppa e progetta costruzioni metalliche o anche solo a chi desidera ampliare le proprie conoscenze professionali.

I ringraziamenti da parte di Fondazione Promozione Acciaio per questo volume vanno principalmente alle aziende e agli enti che hanno realizzato il manuale originale e che hanno concesso la possibilità di tradurlo e pubblicarlo: ArcelorMittal, Corus, CTICM, Peiner Träger, SCI.

Si ringraziano altresì i soci di Fondazione Promozione Acciaio che hanno fornito il materiale tecnico-illustrativo per il DVD allegato.

Simona Maura Martelli
Direttore Generale
Fondazione Promozione Acciaio

Sintesi dei contenuti

Per secoli l'acciaio ha dato prova dei grandi vantaggi derivanti dal suo utilizzo in alcuni degli edifici più famosi al mondo. L'acciaio non è però esclusivamente un materiale dall'alto potenziale meccanico, ma presenta così tante altre qualità da divenire la scelta privilegiata dagli architetti, specialmente nella realizzazione di edifici multipiano. La presente pubblicazione è stata realizzata da architetti per architetti e fornisce informazioni sul materiale acciaio e sui prodotti in commercio. Illustrando gli elementi alla base delle buone pratiche costruttive, vuole essere una guida che permetta di ottenere il massimo beneficio dall'utilizzo dell'acciaio in termini di comportamento strutturale, sia come involucro, sia nell'isolamento termoacustico e nell'edilizia sostenibile.

1. Introduzione

Che cos'hanno in comune il colonnato del Louvre di Claude Perrault (1670), le torri di *Lake Shore Drive* di Mies van der Rohe (1951), la chiesa di *St. Geneviève* progettata da Soufflot a Parigi (1759), il *Centre Pompidou* di Renzo Piano e Richard Rogers (1977) e l'*Hôtel Industriel* di Jean Nouvel a Pantin (1990)? Ognuno di essi rappresenta una viva testimonianza della grande epopea delle costruzioni metalliche nella storia dell'edilizia.

Ovviamente, il processo evolutivo che dall'utilizzo del ferro meramente come rinforzo strutturale ha portato alle maestose e ariose realizzazioni in acciaio comuni al giorno d'oggi è stato molto lungo. Tre secoli di progressi, innovazioni tecniche, suggestioni e creatività dei suoi protagonisti: da un lato gli architetti, in grado di introdurre una nuova grammatica architettonica fatta di ghisa, ferro e, in ultimo, acciaio, dall'altro gli ingegneri, la cui competenza tecnica e immaginazione hanno giocato un ruolo di primo piano nella costruzione di nuove strutture un tempo ritenute impossibili da realizzare, se non addirittura utopiche. Infine i produttori, i quali hanno lavorato instancabilmente allo sviluppo di nuovi materiali e prodotti.

Trecento anni di passione per il metallo, che ha trovato molteplici forme espressive. La ghisa, un tempo molto utilizzata negli edifici, era una soluzione costruttiva costosa, pesante e fragile, che forniva un tipo particolare di rinforzo strutturale in linea con i dettami stilistici del periodo: edifici di enormi proporzioni con graffe di ferro utilizzate per tenere uniti i blocchi di pietra e garantirne la stabilità.

Al giorno d'oggi il fermento creatosi progressivamente prima intorno alla costruzione in ferro e poi a quella in acciaio è di natura molto diversa. Il ferro ha portato profonde trasformazioni nella progettazione e l'introduzione dei primi profili standard (a I, a T e a L). Grazie alla rivettatura è divenuto possibile assemblare i profili in modi diversi, aprendo alla creazione di strutture di ogni tipo. Una tappa fondamentale di questa evoluzione è rappresentata dal *Crystal Palace* di Joseph Paxton (1851), precursore dell'architettura modulare con l'utilizzo di componenti prefabbricati.

L'acciaio è divenuto sinonimo di avanguardia, inaugurando nuove modalità di assemblaggio, tecniche di laminazione e aprendo la strada alla modellazione computerizzata. Ha inoltre reso possibile l'utilizzo di grandi luci nelle costruzioni, tanto nell'edilizia industriale (tra i primi esempi gli storici magazzini *La Samaritaine*, che aprirono i battenti nel 1917), quanto nelle infrastrutture e nei trasporti (il ponte

ferroviario *Forth Bridge* in Scozia, 1890).

L'acciaio non è solo un materiale per prodezze tecniche, ma presenta numerose qualità che lo rendono il materiale preferito dagli architetti. Economico e dalle grandi prestazioni meccaniche, l'acciaio permette di progettare strutture armoniose e leggere; semplifica inoltre le attività in cantiere, accelerando l'esecuzione dei lavori. Uno dei vantaggi fondamentali, inoltre, resta certamente l'assoluta libertà espressiva che dà all'architetto. La combinazione di vari elementi si presta inoltre a dar vita a tipologie costruttive ricche e variegata, come nella coniugazione di vetro e acciaio, che permettono uno straordinario utilizzo della luce e degli spazi. Il presente manuale è un pratico strumento che offre una panoramica generale del potenziale dell'acciaio nella costruzione di edifici multipiano, e illustra le migliori pratiche esistenti per realizzare questo tipo di strutture. Che si tratti di edilizia residenziale, uffici, scuole, edifici culturali, spazi commerciali o capannoni industriali, è indifferente: questa guida è uno strumento indispensabile per qualsiasi progettista. Affronta infatti questioni relative a:

- il materiale acciaio, le sue qualità e i prodotti in commercio;
- la struttura (fondamenti per una buona progettazione);
- l'involucro (i diversi tipi di facciate e coperture disponibili, l'integrazione di pannelli solari, ecc.);
- la costruzione sostenibile in acciaio.



Figura 1.1. Il Crystal Palace a Londra



Figura 1.2. Edificio per uffici a Parigi

2. Qualità funzionali

2.1. Creatività architettonica e flessibilità

I metodi costruttivi aprono a nuove soluzioni artistiche estetiche e architettoniche, rifuggendo dalle pratiche tradizionali. La sempre maggiore consapevolezza circa le questioni di sostenibilità ambientale legate al nostro stile di vita comporta la necessità di ideare sistemi costruttivi in grado di affrontare queste nuove sfide (cfr. capitolo 7). L'acciaio è il materiale per eccellenza per la creazione di nuove forme e strutture, poiché rende possibile qualsiasi tipo di soluzione, dalla più semplice alla più complessa. Un materiale che si presta tanto all'utilizzo in piccoli edifici, quanto a quello in strutture di grandi dimensioni, sia per gli interventi edilizi comuni, sia per quelli soggetti a rigidi vincoli urbanistici.

Nessun altro materiale più dell'acciaio trova spazio nella realizzazione di strutture così slanciate, leggere e ariose. Ogni forma architettonica può essere creata utilizzando diversi effetti strutturali e involucri con curve definite con precisione.

I progettisti hanno carta bianca per esprimere la propria creatività lasciando spazio all'immaginazione.

A seconda del concept architettonico alla base del progetto, la struttura in acciaio

può essere nascosta o a vista, svelando la sua essenza. In entrambi i casi permangono i vantaggi: facilità di progettazione modulare, compattezza, economicità dei materiali, libertà di utilizzo e rapidità di assemblaggio.

L'acciaio dota ogni edificio della flessibilità necessaria per poter evolvere durante il suo intero ciclo di vita. L'edificio può infatti essere progettato fin dall'inizio in modo da recepire le future evoluzioni:



Figura 2.1. L'edificio della Greater London Authority (GLA) a Londra, esempio di progettazione ad alta efficienza energetica

- variazione dei carichi applicati in caso di cambio di destinazione d'uso dell'edificio;
- morfologia della pianta flessibile, in modo da conservare la possibilità di creare nuove aperture;
- uscite e mobilità orizzontali o verticali: possono essere prese misure in modo da limitare qualsiasi impatto sulla struttura iniziale dell'edificio durante le modifiche.



Figura 2.2. Sede centrale della banca ING ad Amsterdam

Le ampie luci costituiscono uno dei maggiori vantaggi delle strutture in acciaio, grazie alle caratteristiche del materiale e dei prodotti lavorati. Esse agevolano inoltre gli sviluppi futuri degli elementi strutturali. I telai delle strutture portanti sono integrati nei muri esterni dell'edificio, in modo da liberare ulteriori spazi. La soluzione costruttiva con ampie luci, originariamente utilizzata esclusivamente in capannoni ed edifici industriali, è divenuta oggi una scelta molto comune anche per gli uffici e l'edilizia residenziale.

È consigliabile indirizzare la scelta costruttiva su telai con colonne portanti piuttosto che verso muri portanti, in modo da liberare lo spazio costruttivo dai vincoli che bloccano un edificio nel tempo impedendone l'evoluzione. Nella stessa ottica, anche gli elementi portanti sono separati dai sistemi che costituiscono l'involucro e le pareti interne per permettere un futuro sviluppo dell'edificio. Poiché privi di funzioni strutturali, facciate ed elementi di partizione possono essere rimossi e sostituiti.

Negli edifici multipiano in acciaio, i controventi devono essere disposti in modo tale da non impedire il libero utilizzo degli spazi aperti.

Per progettare in acciaio è fondamentale conoscere i vari elementi che costituiscono il processo costruttivo:

- pavimenti;
- facciate;
- pareti interne;
- coperture.

Ognuno di questi comprende diversi prodotti montati in una sequenza specifica (cfr. i relativi capitoli).

2.2. Prefabbricazione – Sistemi costruttivi industriali

I metodi costruttivi che utilizzano elementi e componenti prefabbricati, permettendo flessibilità in termini di aggiornamenti progettuali e varianti, facilitano inoltre la pro-

gettazione e la costruzione di edifici pienamente in armonia con le destinazioni d'uso. Tutti gli elementi strutturali in acciaio sono attualmente realizzati dai produttori e dai fabbricanti tramite l'utilizzo di macchinari automatizzati e sistemi computerizzati per il taglio e la piegatura. Le tolleranze di progetto sono così limitate a pochi millimetri, laddove in altre tecniche costruttive le tolleranze rasentano il centimetro. Inoltre, i prodotti finiti sono soggetti a severi controlli che ne assicurano la qualità. I componenti utilizzati per la costruzione di un edificio sono tutti realizzati in officina e al momento della consegna sono pronti per essere assemblati in cantiere, senza



Figura 2.3. Realizzazione di edificio multipiano a uso industriale nel Principato di Monaco

la necessità di ulteriori modifiche. Uno dei maggiori vantaggi delle strutture in acciaio è la rapidità di fabbricazione e messa in opera, nonché di assemblaggio e smontaggio di strutture temporanee, come nel caso dei moduli da costruzione. Un utilizzo intelligente di prodotti e componenti in acciaio realizzati da produttori in costante ricerca di innovazione può contribuire a trasformare e rinnovare il paesaggio urbano.

2.3. Un'arte in evoluzione

L'attuale percezione dell'acciaio si è evoluta, e questo è frutto delle sue qualità e dei suoi vantaggi, i quali sono stati ampiamente svelati, provati e testati. Inoltre, l'ampissima gamma di prodotti rende la struttura in acciaio in grado di rispondere rapidamente ed efficacemente a modifiche di destinazione d'uso e di stile di vita.

Molti edifici costruiti dopo la seconda guerra mondiale non sono più in grado di soddisfare le esigenze di oggi, ma possono essere ristrutturati e ampliati qualora si ritenesse opportuno preservare l'edificio esistente in virtù del suo valore architettonico. Gli edifici in acciaio possono essere progettati con muri realizzati con materiali leggeri, una soluzione costruttiva che riesce a combinare tutte le qualità dell'acciaio.

2.4. Ampliamento e ristrutturazione

2.4.1. Sopraelevazione

Una sfida per il progettista è costituita dagli interventi di sopraelevazione, dove le fondazioni degli edifici esistenti e i collegamenti verticali costituiscono un vincolo del quale tenere conto.

Per migliorare il comfort, il materiale interno di finitura può anche consistere in lamiere metalliche forate (cfr. figura 5.4), permettendo alla lana di roccia usata come isolante in facciata di correggere la prestazione acustica assorbendo i suoni.

Le soluzioni che utilizzano strutture leggere in acciaio in facciata sono ideali per edifici nuovi, per la ristrutturazione o ampliamento verticale di edifici esistenti.

Tabella 5.1. Raffronto tra pesi di facciate e pareti interne

Tipo di facciata	Peso (kg/m ²)
Facciata pesante: - Pannello di facciata di 18 cm - 8 cm di isolamento esterno - Facciata in terracotta o pietra da 20 a 50 cm	80-100 (muro escluso)
Facciata leggera: - Intelaiature di facciata (profili formati a freddo) - Strato di lana di roccia - Partizione di 0,07 cm - Finitura di facciata esterna	30-50
Muro in calcestruzzo di 20 cm	500
2 colonne con sezione ad H di 0,20 m 1 trave a I di 0,27 m Profili secondari di sostegno di 0,20 m	30-50 a seconda dell'utilizzo

5.2. Sistemi di copertura

5.2.1. Osservazioni generali

I telai in acciaio possono sostenere qualsiasi tipo di copertura, da quelli piani a quelli ad arco, così come quelli opachi o in vetro.

L'involucro dell'edificio deve rispondere a molti requisiti, si veda la descrizione in figura 5.9.

La tipologia di copertura dipende da numerosi criteri che includono la forma, l'aspetto esteriore, il colore dei materiali, il tipo di supporto e i materiali utilizzati.

Le coperture sono solitamente divise in tre categorie:

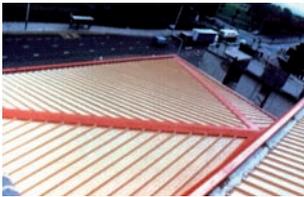
- coperture piane senza spioventi;
- coperture a due falde con inclinazione compresa tra il 3 e il 7%;
- coperture a spiovente con inclinazione maggiore al 7%.
- Per le coperture con spiovente minimo, gli elementi fondamentali per il telaio in acciaio sono la qualità dei fissaggi e i sistemi per il drenaggio dell'acqua piovana (figura 5.11).



SuperC building – Aachen



Pietra – Bagnolet



Legno – Luxembourg



Lamiera grecata in cantiere



Copertura in vetro

Figura 5.8. Coperture

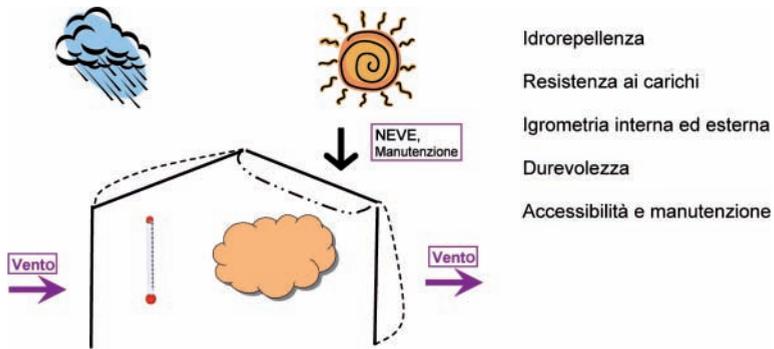


Figura 5.9. Requisiti per l'involucro dell'edificio

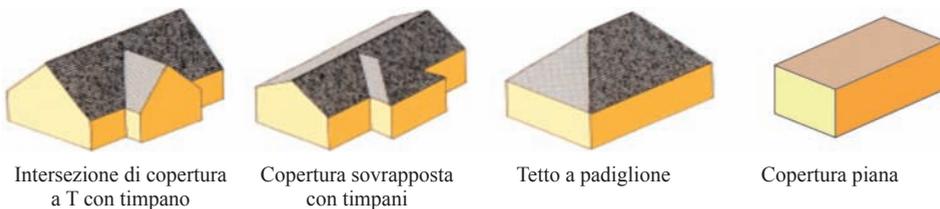


Figura 5.10. Coperture

5.2.2. Coperture piane

Il sistema di copertura piana è realizzato applicando elementi leggeri come le lamiere grecate sulla struttura, o lamiere grecate con getto collaborante (cfr. figura 5.12).

Sopra questi elementi sono installati una barriera al vapore, l'isolamento termico e l'impermeabilizzazione, con o senza protezione sul lato superiore. Per realizzare la cornice perimetrale è possibile utilizzare un telaio secondario in facciata che può essere esteso fino a raggiungere l'altezza richiesta.

5.2.3. Coperture a spiovente

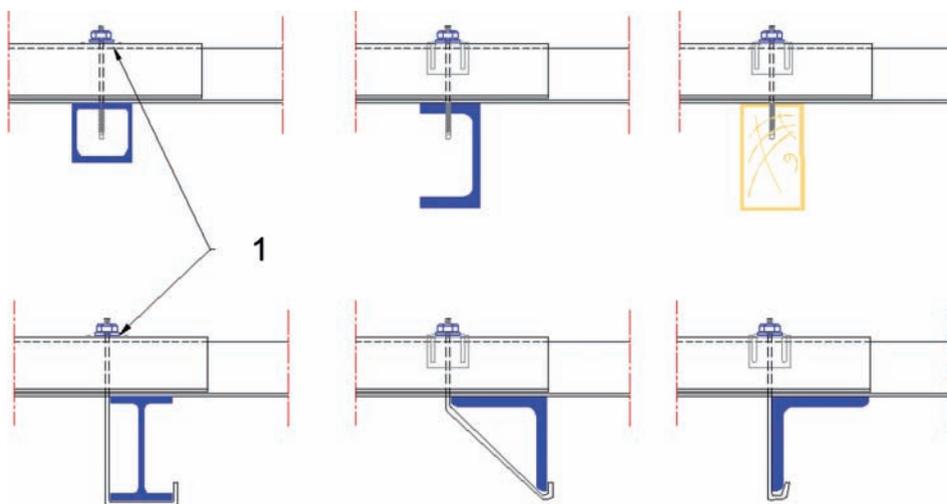
Nel caso di spioventi poco inclinati (pendenza compresa tra 3 e 7%), l'impermeabilità può anche essere ottenuta attraverso l'applicazione di prodotti bituminosi o membrane in PVC.

L'isolamento è applicato direttamente sulle lamiere in acciaio zincato.

Il processo è economico e adatto a coperture dal difficile accesso. L'isolamento acustico è messo a punto tramite lo spessore dei materiali utilizzati e all'ordine in cui vengono disposti.

Fissaggio su arcarecci in acciaio con vite autofilettante o autoforante

Fissaggio su arcarecci in legno



1. Fissaggio a vista

Figura 5.11. Tipi di fissaggio

5.2.5. Costruzione delle coperture

Di seguito un elenco degli elementi che possono comporre una copertura:

- lamiera di copertura in acciaio;
- un primo strato di isolante inserito tra la lamiera e i pannelli;
- un secondo e più spesso strato di lana di roccia;
- elementi intelaiati in acciaio su cui montare il prodotto utilizzato per la finitura interna;
- una barriera al vapore;
- un materiale di finitura interna di uno o due strati di cartongesso avvitato al telaio in acciaio o in alcuni casi alla copertura in acciaio (forata o non);
- l'inserimento degli strati per l'isolamento acustico è particolarmente efficace per controllare il rumore della pioggia.

I sistemi di controsoffittatura con diversi livelli di microforatura possono essere fissati su coperture metalliche per ottimizzare le prestazioni termoacustiche e migliorare la resa architettonica.

Le lamiere in acciaio zincato, preverniciate o no, e le lamiere in acciaio inossidabile sono particolarmente indicate per i tetti ad arco (cfr. figura 5.15). Le nervature di irrigidimento accrescono la rigidità flessionale dell'insieme.

Profili di sostegno reggono i pannelli, le cui caratteristiche determinano l'organizzazione spaziale e la trasmissione dei carichi. Il fissaggio è effettuato al di sopra delle nervature di irrigidimento, sigillando i giunti per evitare infiltrazioni d'acqua.



Figura 5.15. Copertura ad arco con lamiera zincata

5.2.6. Sistemi di copertura con fonti di energia rinnovabile integrata

La copertura può essere progettata per lasciare spazio all'applicazione di elementi atti alla produzione di energia da fonti rinnovabili, come ad esempio i pannelli solari o fotovoltaici. La figura 5.16 mostra i pannelli fotovoltaici su un edificio residenziale.

6. Altri elementi per una buona progettazione

Oltre ai benefici tratti dall'utilizzo dell'acciaio descritti nei capitoli precedenti, riguardanti tutti gli aspetti legati alle prestazioni meccaniche e alle applicazioni tecniche, l'acciaio offre:

- riduzione del peso strutturale;
- ottimizzazione degli spazi e ritorno sugli investimenti;
- pulizia ed efficienza dei cantieri.

Il ricorso a buone pratiche nella progettazione in acciaio e una scelta appropriata dei materiali comportano il soddisfacimento di diversi requisiti, siano essi imposti dalla normativa o dalle esigenze del singolo cliente:

- efficace comportamento sismico;
- resistenza al fuoco;
- buone prestazioni acustiche;
- buone prestazioni termiche;
- sostenibilità;
- integrazione degli impianti.

6.1. Comportamento durante un evento sismico

Le strutture in acciaio sono particolarmente indicate per le costruzioni in zone a rischio sismico. Ciò si deve principalmente alla massa ridotta, nonché all'elevata duttilità dell'acciaio, che permette una dissipazione energetica notevole.

Le proprietà antisismiche delle strutture in acciaio trovano dimostrazione nel fatto che il crollo di edifici in acciaio legato a terremoti è estremamente raro in qualunque parte del mondo. Un'ulteriore conferma venne direttamente dalle analisi condotte in seguito a un grande evento sismico che ha scosso l'Italia e l'Europa pochi anni fa. Il 6 aprile 2009 scoppiò un sisma di magnitudo 6.3, il cui epicentro si trovava poco distante dalla città de L'Aquila. Le strutture in acciaio nell'area colpita dal terremoto erano principalmente capannoni industriali o edifici commerciali situati nelle periferie dei centri abitati. Tali edifici subirono solo danni minori, che non ne compromisero l'integrità strutturale, permettendo una rapida ripresa delle attività.

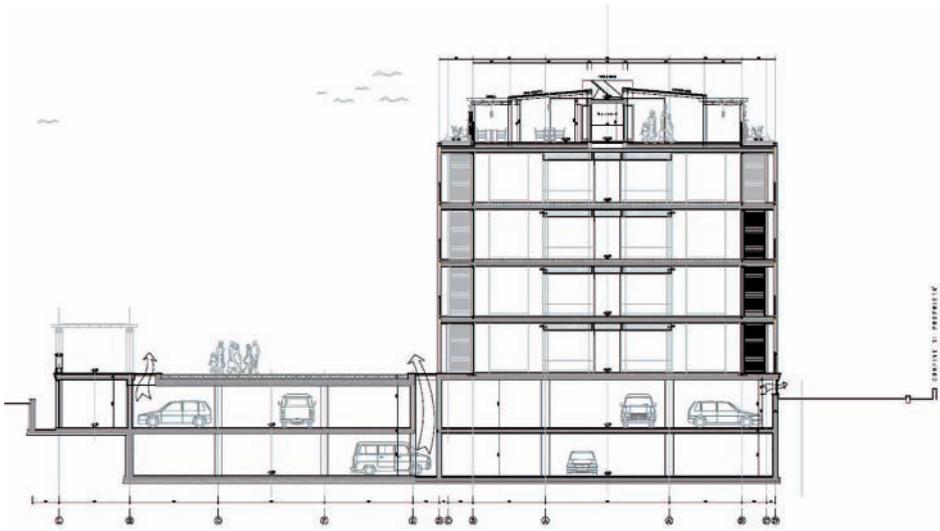
vantaggio della continuità strutturale del telaio nei confronti delle azioni orizzontali applicate alla struttura. Le facciate esterne sono scandite dalla posa di travi HEB 180 che permettono al solaio dei balconi di poter scaricare il peso sopra di esse. Connotano inoltre la facciata fascioni marcapiano in lamiera (spessore 10 mm) e dei parapetti realizzati mediante montanti rettangolari 70×30 mm. La terrazza, realizzata anch'essa con strutture in acciaio, ospita un'area ristoro e un solarium, offrendo una vista panoramica sul contesto unico del Lago di Garda.



Facciata dell'hotel prospiciente il parco circostante (foto: Piergiorgio Nave)



Disegno di progetto



Prospetto



Dettagli delle strutture in acciaio che caratterizzano l'hotel (foto: Piergiorgio Nave)

4. Biblioteca comunale e polo multifunzionale di Fiorano Modenese



Ingresso al polo multifunzionale (foto: Andrea Martiradonna)

LUOGO: Fiorano Modenese (MO)

COMMITTENTE: Comune di Fiorano Modenese

PROGETTO ARCHITETTONICO: Buonomo Veglia S.r.l. (capogruppo), Areaprogetti S.r.l., Francesca Vergura

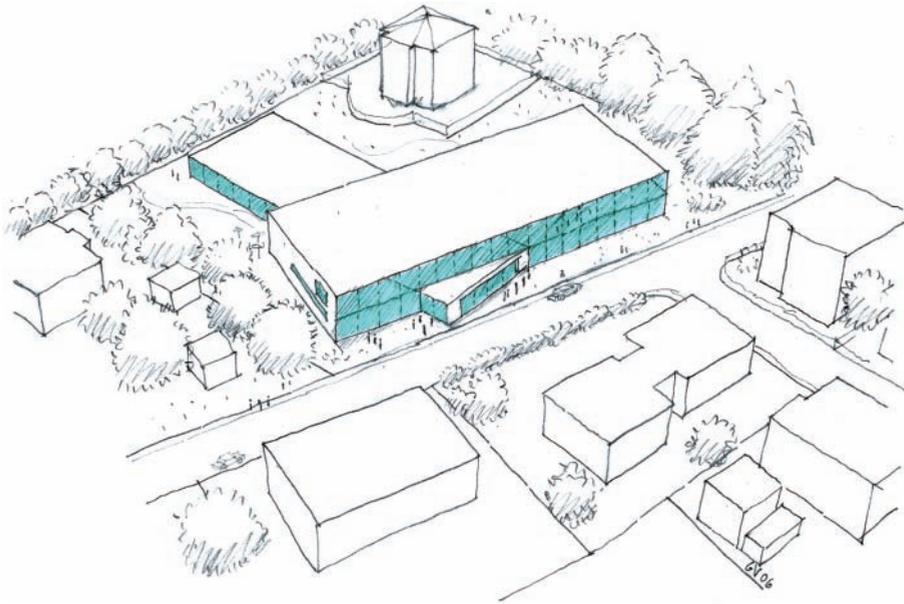
PROGETTO STRUTTURALE: Buonomo Veglia S.r.l., Areaprogetti S.r.l.

INGEGNERIA DELL'INCENDIO: Buonomo Veglia S.r.l.

COSTRUTTORE METALLICO: MZ Costruzioni S.r.l.

IMPRESA: Rialto Costruzioni S.r.l.

Dal connubio tra due studi di architettura torinesi, Buonomo Veglia e Areaprogetti, è nato il progetto del BLA, nuovo centro culturale polifunzionale a Fiorano Modenese che comprende biblioteca, ludoteca e archivio storico. Con una superficie di oltre 1.700 m², l'edificio fa parte di un ampio processo di trasformazione urbanistica e si



Disegno di progetto



Vista interna della biblioteca, dettaglio delle colonne tubolari e delle travi alveolari "smart beam" che consentono il passaggio degli impianti (foto: Andrea Martiradonna)



Vista esterna notturna dei rivestimenti di facciata in pannelli sandwich di varie tonalità cromatiche (foto: Andrea Martiradonna)

5. Istituto Nazionale di Genetica Molecolare



Viste esterna e interna dell'istituto (foto: Politecnica Ingegneria e Architettura)

LUOGO: Milano

COMMITTENTE: Fondazione IRCCS

PROGETTO ARCHITETTONICO: ATI Politecnica Ingegneria e Architettura (mandataria), Atelier Traldi, Turner & Townsend

PROGETTO STRUTTURALE: Politecnica Ingegneria e Architettura

IMPRESA: ICS Grandi Lavori S.p.A. (mandataria), Guerrini Costruzioni Generali S.p.A., Samico Brv – Calor S.r.l., Elektronorm S.r.l., Barbieri Fratelli S.r.l., T.S. Tecno Sistemi, Aren S.r.l., Studio Ferrari Brocajoli S.r.l.

Il nuovo edificio destinato a laboratori di analisi per la ricerca scientifica e clinica si è sviluppato muovendosi all'interno di due principali linee ispiratrici: da un lato la volontà di relazionarsi profondamente con il contesto urbano, dall'altro la necessità di rappresentare in modo convincente la missione a cui è destinato il fabbricato. L'edificio è stato pensato come luogo di incontro tra tre stati fisici: lo stato solido e lo stato liquido per rappresentare gli equilibri dinamici attraverso cui si produce la ricerca; lo stato solido, rappresentato dal rivestimento in pietra dei fronti dell'edificio rivolti verso la città, evoca le regole, le istituzioni, la parte gravosa della ricerca scientifica ma anche i suoi risultati concreti; lo stato liquido, rappresentato dalle facciate continue in vetro dell'edificio rivolte verso l'area verde del giardino, evoca invece la creatività, l'intuizione, la sperimentazione. La "nuvola" posta in copertura a protezione degli impianti richiama poi lo stato gassoso. L'involucro edilizio è concepito come una facciata completamente vetrata verso il giardino posto a sud, in grado di esibire le attività di laboratorio ospitate nei locali prospicienti, abbracciata da un guscio protettivo in pietra naturale lungo i fronti a nord, nord-est e sud-est. I fronti dell'edificio affacciati sul verde della corte giardino, sudovest e nord-ovest, sono caratterizzati da facciate continue in vetro corredate da appositi schermi solari motorizzati in grado, d'estate, di proteggere le vetrate dall'irradiazione solare dell'e-



Dettaglio facciate (foto: Oskar Da Riz – Stahlbau Pichler S.r.l.)



Dettaglio delle lamiere in acciaio corten (foto: Oskar Da Riz – Stahlbau Pichler S.r.l.)

brevi e spezzati, senza però mai perdere l'impeccabile pulizia delle linee. Il secondo corpo, minore, è stato sviluppato per i servizi comuni. Quest'elemento, in antitesi con l'altro, si presenta come un blocco compatto, pieno, in cui si stagliano ampie aperture ad angolo in un gioco di radi ma profondi respiri. I due elementi sono collegati tra loro da un terzo componente a piano terra, quasi un'estensione del corpo maggiore che si spinge fino all'altro blocco intersecandolo.

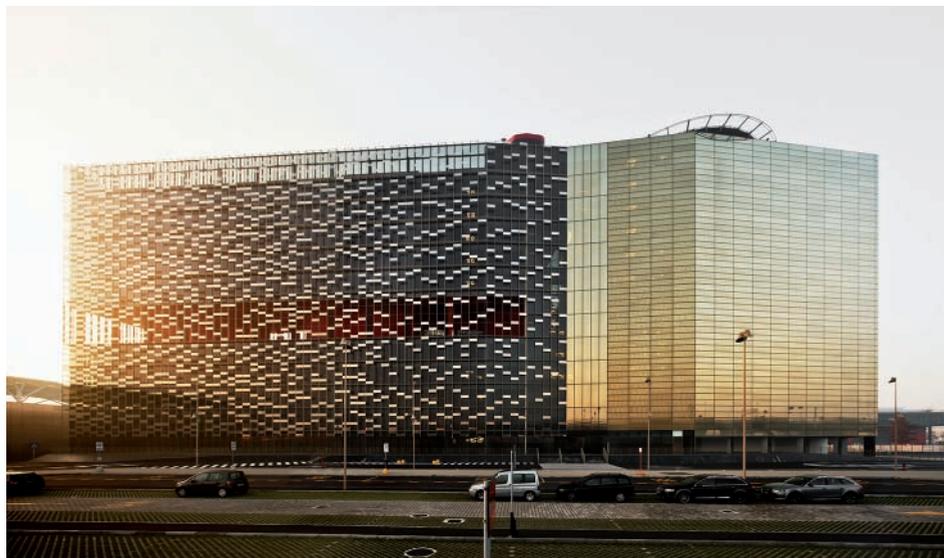
Anche le facciate assumono connotazioni differenti incarnando e riflettendo con tecniche distinte l'atmosfera circostante. La facciata del corpo principale è in acciaio corten, materiale caratterizzato da elevata resistenza alla corrosione ed elevata resistenza meccanica.

Il tema dei colori caldi viene così ripreso, ottimizzando l'esposizione dell'acciaio, allo stato non pitturato, alle diverse condizioni atmosferiche.



Vista notturna (foto: Oskar Da Riz – Stahlbau Pichler S.r.l.)

12. “Torre Orizzontale” – Uffici FieraMilano



Vista generale dello sviluppo orizzontale della torre (foto: Oskar Da Riz – Stahlbau Pichler S.r.l.)

LUOGO: Rho (MI)

COMMITTENTE: Sviluppo Sistema Fiera S.p.A.

PROGETTO ARCHITETTONICO: 5+1AA Alfonso Femia Gianluca Peluffo con Jean-Baptiste Pietri architects

PROGETTO STRUTTURALE: iQuadro Ingegneria (Stefano Migliaro, Luca Romano)

COSTRUTTORE METALLICO E FACCIATE: Stahlbau Pichler S.r.l.

IMPRESA: Italiana Costruzioni S.p.A.

Nel 2003 a segnare lo sdoganamento cromatico dei luoghi di lavoro fu il prepotente impatto segnato dal Kilometro Rosso di Jean Nouvel e analogamente, anche per il nuovo quartiere espositivo di Rho, sono i colori della promenade architettonica a dettare il carattere del landmark: trasparenza per le vele di Fuksas, nero per le torri di Perrault e infine l'oro per lo studio genovese 5+1AA Alfonso Femia Gianluca Peluffo. Nella storia dell'architettura contemporanea, dopo la forte cesura sul colore imposta dal movimento moderno, l'utilizzo del cromatismo, con particolare riferimento all'oro, rappresenta una novità, ma ancor più riformatrice è la trasposizione semantica del suo utilizzo. Questa scelta va a rompere un altro tabù, riferito questa volta più che all'oggetto architettonico, al suo contesto. Il progetto è stato realizzato a seguito della vittoria nel 2008 in un concorso di progettazione: nel bando veniva richiesta l'elevata prestazione in termini di efficienza energetica, per poter raggiun-

16. Torre "Diamante" area Varesine



La torre Diamante e gli edifici circostanti riflessi sulle facciate (foto: Lorenzo De Simone)

Bibliografia

- [1] De Marco T., Landolfo R., Salvatore W., *Acciai strutturali, prodotti e sistemi di unione*, Milano, Fondazione Promozione Acciaio, 2007.
- [2] ISO 21930:2007, *Sostenibilità nell'edilizia. Certificazione ambientale di prodotti per la costruzione*.
- [a] Fondazione Promozione Acciaio, *Il sistema costruttivo stratificato a secco: elementi costitutivi*, www.promozioneacciaio.it, foto © RW Panel (a sinistra), Arcelor-Mittal (a destra).
- [b] Fondazione Promozione Acciaio, *Il sistema costruttivo stratificato a secco: elementi costitutivi*, www.promozioneacciaio.it, foto © Marcegaglia.
- [c] Fondazione Promozione Acciaio, *Il sistema costruttivo stratificato a secco: elementi costitutivi*, www.promozioneacciaio.it, foto © Knauf.
- [d] Fondazione Promozione Acciaio, *Il sistema costruttivo stratificato a secco: elementi costitutivi*, www.promozioneacciaio.it, foto © Wisehouse/Edilizia Integrale.