

€ 20,00

ISBN: 9788897988236



9 788897 988236

*f*

 **fotograf**  
edizioni

Calogero Vinci

La costruzione in ferro e vetro nelle chiusure. Lucernari, serre e pensiline nella Palermo di fine '800

Calogero Vinci

La costruzione in ferro e vetro nelle chiusure  
Lucernari, serre e pensiline nella Palermo di fine '800



**CALOGERO VINCI**

**LA COSTRUZIONE IN FERRO E VETRO NELLE CHIUSURE  
Lucernari, serre e pensiline nella Palermo di fine '800**

Finito di Stampare: MAGGIO 2013  
Ed. Fotograf snc  
ISBN: 978-88-97988-23-6

## **INDICE**

<b>INTRODUZIONE</b>	pag. 1
<b>CAPITOLO 1</b>	
<b>FERRO E VETRO</b>	
<b>STUDI, SPERIMENTAZIONI E PRODUZIONE NEL XIX SECOLO</b>	pag. 3
1.1 Ferro, acciaio e ghisa. La produzione tra XVII e XIX secolo	
1.2 L'uso del ferro nelle costruzioni premoderne	
1.3 Il vetro. I progressi della produzione e le applicazioni in architettura	
1.4 La costruzione igienico-salubre e le nuove istanze architettoniche	
1.5 Prodotti innovativi dell'industria del vetro tra '800 e '900	
1.6 L'istanza estetica: il vetro decorativo	
<b>CAPITOLO 2</b>	
<b>LA COSTRUZIONE IN FERRO E VETRO</b>	
<b>E LE ASPIRAZIONI OTTOCENTESCHE</b>	pag. 41
2.1 Dalle serre agli edifici per le Esposizioni	
2.2 Lucernari e coperture a vetro	
2.3 Gli studi sull'illuminazione ideale: atelier di artisti, gallerie di fotografi	
2.4 Gli infissi e la qualità ambientale dei locali interni	
2.5 L'ottimizzazione dell'illuminazione	
2.6 L'isolamento termico ed acustico	
2.7 Sistemi di ventilazione integrati agli infissi	
<b>CAPITOLO 3</b>	
<b>GALLERIE, MERCATI, SERRE E LUCERNARI A PALERMO</b>	pag. 95
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	pag. 119



## INTRODUZIONE

Nel corso del XIX secolo l'interesse nei confronti di temi quali il soleggiamento degli edifici, la qualità dell'illuminazione naturale degli ambienti, l'igiene visiva e l'aerazione dei locali interni è testimoniato dalla diffusione di numerose pubblicazioni specialistiche.

Si riteneva infatti che la luce solare contribuisse alla salubrità delle città e degli ambienti confinati attraverso l'azione battericida che essa esplicava sui microrganismi, contribuendo all'eliminazione dell'umidità dalle murature ed al riscaldamento degli ambienti. L'irraggiamento solare poteva inoltre contribuire ad innescare flussi d'aria grazie alla differenza di temperatura tra le varie parti dell'edificio, oltre che a migliorare le condizioni di igiene visiva.

Il tema del soleggiamento e dell'illuminazione naturale trova così un riferimento diretto nei precetti igienico-salubri, nel "disegno" di città immaginato in quel secolo dagli urbanisti e nella qualità dell'illuminazione naturale degli ambienti, in particolare attraverso un interessante, e per quei tempi talvolta "utopico", uso delle chiusure in ferro e vetro, materiali innovativi capaci di dar forma ad architetture salubri.

Se a scala urbana lo studio della morfologia degli isolati e dei singoli edifici consentiva di realizzare le migliori condizioni di soleggiamento, a scala edilizia lo studio del modo in cui la luce penetrava e si distribuiva all'interno degli ambienti condusse all'esame da parte degli igienisti delle problematiche legate all'igiene visiva, in particolare nelle aule scolastiche, e all'approfondimento da parte degli ingegneri e degli architetti delle condizioni ottimali di illuminazione naturale degli ambienti confinati.

La diffusione del vetro e delle grandi chiusure vetrate contribuì non solo alla definizione di un nuovo linguaggio architettonico, ma anche alla creazione dell'archetipo di un'"architettura salubre" divulgata grazie anche alle più importanti realizzazioni legate alle Esposizioni ottocentesche ed agli interventi di risanamento urbano.

Negli ultimi anni, la maggiore attenzione nei confronti della qualità ambientale degli edifici e il manifestarsi di un crescente interesse nei confronti dei sistemi di refrigerazione che consentono il minimo ricorso all'impiantistica – anche in un'ottica di risparmio energetico - hanno riproposto ai progettisti l'opportunità dell'uso della luce e della ventilazione naturale quale risposta all'istanza di sostenibilità nella progettazione. In un recente passato, la possibilità di ricorrere a soluzioni impiantistiche complesse ed oggi non più sostenibili dal punto di vista energetico, aveva infatti distratto l'attenzione dei progettisti da soluzioni che prevedevano la valorizzazione e l'uso di queste risorse; tale circostanza è confermata dal

fatto che nei manuali tecnici della seconda metà del XX secolo si riscontra una progressiva riduzione della trattazione riservata a tali argomenti, a vantaggio di sistemi tecnologicamente più avanzati.

Nel tempo si è così assistito all'abbandono di tecniche costruttive ed accorgimenti progettuali fortemente caratterizzanti le architetture realizzate tra Ottocento e Novecento, non solo riguardo all'aspetto impiantistico, ma anche a quello compositivo e distributivo. In quest'ottica un approccio criticamente contemporaneo agli studi degli ingegneri igienisti sull'illuminazione e sulla ventilazione naturale, in rapporto ai sistemi costruttivi ed alle soluzioni tecnologiche, ma anche agli stessi materiali da costruzione, potrebbe fornire validi spunti per un recupero compatibile dell'esistente e per una progettazione sostenibile del nuovo.

**CAPITOLO 1**  
**FERRO E VETRO**  
**STUDI, SPERIMENTAZIONI E PRODUZIONE NEL XIX SECOLO**

*Ogni volta che viene introdotto un nuovo materiale nell'arte del costruire, si possono prevedere, per l'avvenire, nuove costruzioni, nuove forme artistiche e corrispondenti sviluppi dell'industria<sup>1</sup>.*

A Oppermann – *Ingénieur des ponts et chaussées* – 1854.

**1.1 Ferro, acciaio e ghisa**  
**La produzione tra XVII e XIX secolo**

La storia del progresso della siderurgia è strettamente legata all'evoluzione dei sistemi di riscaldamento dei forni.

La temperatura raggiungibile con il carbone di legna, circa 800°C, non permetteva infatti di giungere alla fusione completa dei minerali di ferro, si otteneva pertanto con i forni alimentati a legna una massa tenera e spugnosa che doveva essere ulteriormente e lungamente affinata mediante forgiatura, operazione con la quale veniva espulso il carbonio e altre impurità, aumentando la malleabilità e la purezza del metallo.

Con l'adozione dei mantici, primi sistemi di ventilazione artificiale, si ottiene un aumento della temperatura fino a 1150°C, ciò consentiva una reazione più intensa dei minerali ferrosi con il carbone: ne risultava una massa ferrosa dura e rigida per l'alto contenuto di carbonio e di scorie di natura silicea. Questa, mantenuta ad una temperatura di circa 1000°C e ridotta in lastra, veniva più volte ripiegata e battuta fino ad ottenere l'espulsione delle scorie.

All'inizio del XVIII secolo in Inghilterra si diffuse l'uso del carbon fossile; le maggiori temperature così raggiunte consentivano la produzione di vera e propria ghisa a costi relativamente bassi e con una buona resistenza alla corrosione.

---

<sup>1</sup> *Chaque fois qu'une matière nouvelle s'introduit dans l'art de bâtir, il y a lieu de prévoir, pour l'avenir, des bâtiments nouveaux, des formes artistiques nouvelles et des développements industriels correspondants.* Oppermann A., *Mémoire sur les construction en verre*, in "Revue générale de l'architecture", 1854.



Fig. 1.1 - La temperatura raggiungibile con il carbone di legna non permetteva di giungere alla fusione dei minerali di ferro (ematite). Dal minerale con questo sistema si otteneva una massa tenera e spugnosa. (da J. Garnier)

La prima produzione propriamente industriale era pertanto limitata agli elementi in ghisa, il ferro dolce veniva prodotto invece per “pudellaggio” (to puddle – rimescolare), metodo che permetteva di ricavare il ferro dalla ghisa con una resa di 1:5.

Il miglioramento della produzione, con l’adozione della tecnologia legata all’impiego del coke e degli altiforni permise, in Inghilterra, un incremento della produzione di ghisa dalle 160.000 t del 1800 alle 700.000 t del 1830, nello stesso anno la Francia, con minore disponibilità di combustibile fossile, aveva una produzione pari a metà di quella Inglese.



Fig. 1.2 - Con l'adozione dei primi sistemi di ventilazione artificiale con mantici si ottiene un aumento della temperatura dei forni fino a 1150 °C. (da J. Garnier)

Parallelamente al perfezionamento dei processi di produzione, procedevano gli studi relativi alla statica degli elementi metallici, studi che, a partire dal 1807 con Young, fino ad arrivare alla trattazione analitica del comportamento elastico proposta da Navier nel 1826, permisero la realizzazione di elementi laminati in ferro puddellato più efficaci e che risultavano molto più leggeri di quelli in ghisa.

A metà Ottocento con gli studi di Siemens e Bessemer, che miravano soprattutto a rendere possibile la produzione anche da minerali poveri di ferro, si riuscì ad incrementare a tal punto la temperatura nei forni

(convertitore Bessemer 1854-56) da porre come solo limite a questa la resistenza a fusione del forno stesso<sup>2</sup>.

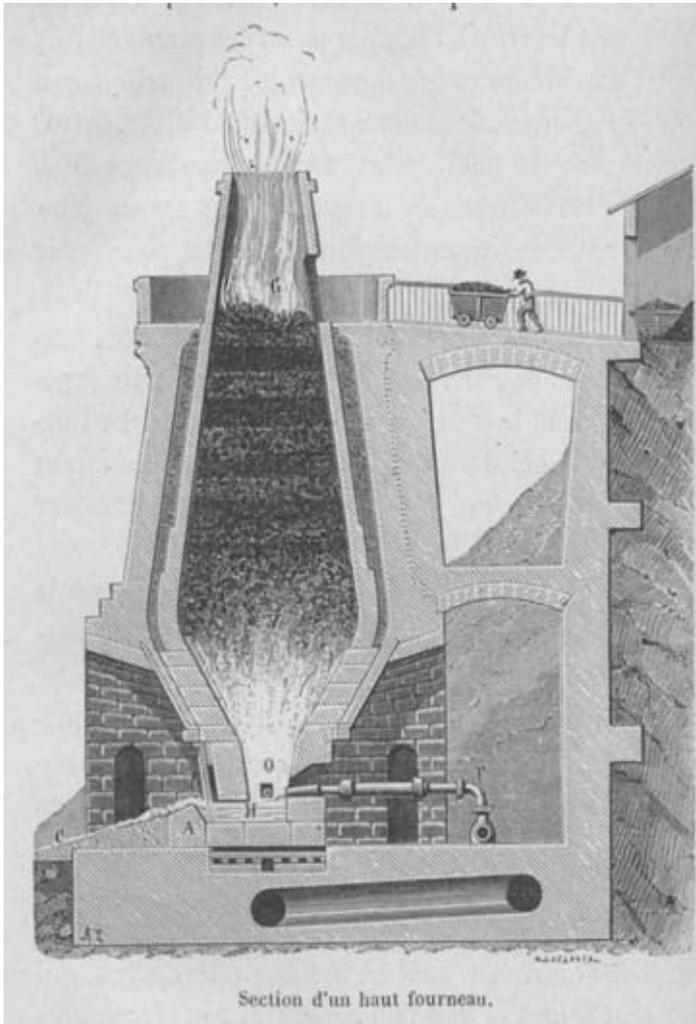


Fig. 1.3 – Schema di funzionamento di un altoforno. (da J. Garnier)

Il mercato dei semi-lavorati in ferro e acciaio assume in Europa nella seconda metà dell'Ottocento tali proporzioni da rendere la ricerca e la sperimentazione nel campo della siderurgia così rapidi che i metodi e le

---

<sup>2</sup> Così anche la produzione di materiali refrattari divenne un campo in cui la ricerca procedeva a grandi passi, i primi mattoni refrattari utilizzati provenivano dall'Inghilterra ed erano conosciuti con il nome Dinas, anche in Francia si cominciarono a produrre, presso gli stabilimenti di M. Carvès a Saint-Etienne, mattoni refrattari contenenti fino al 98% di silice pura.

macchine per la produzione di ghisa e acciaio divenivano obsoleti nel corso di pochi anni.

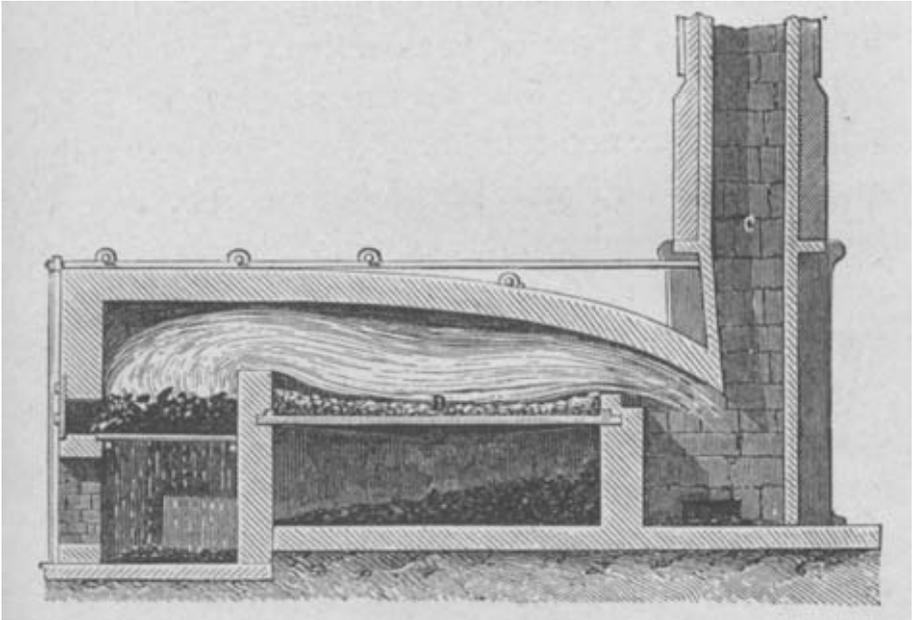


Fig. 1.4 – Schema di funzionamento di un forno da pudellaggio. (da J. Garnier)

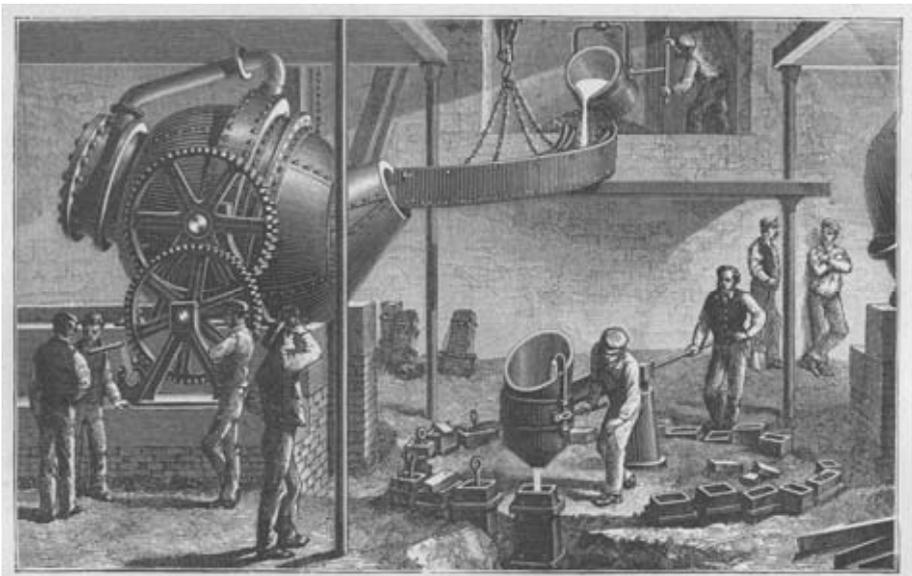


Fig. 1.5 – Un'officina Bessemer. (da J. Garnier)

Per quanto riguarda la produzione dell'acciaio il problema principale che ci si poneva era quello della determinazione della quantità di carbonio in fase di produzione<sup>3</sup>. Fino alla prima metà dell'800, per il dosaggio di questo, non si possedeva un metodo rapido, pratico, in una parola industriale, così come non era possibile richiedere la qualità di ferro che si desiderava; ogni acciaieria produceva in modo empirico una sola varietà attraverso la ripetizione meccanica delle stesse metodologie di produzione. Fu lo svedese Eggertz a proporre un sistema semplice e rapido per l'analisi del ferro, metodo basato sulla colorimetria, che permise di rendere meno aleatori i processi di produzione. Il sistema venne importato in Francia dall'Inghilterra dopo il 1865, quando venne adottato dai *maitres de forges* Revollier e Biétrex nelle loro acciaierie.

È proprio da questo momento che si può cominciare a parlare di vera e propria produzione industriale di parti con caratteristiche meccaniche predefinite; fu infatti possibile non solo prevedere la resistenza dei prodotti analizzando la colata di provenienza, ma anche riprodurre elementi prodotti in altri Paesi attraverso l'analisi di parti di questi.

L'introduzione in metallurgia dei metodi di analisi rapida portò ad un incremento della produzione dell'acciaio considerato generalmente un materiale incostante, diffidenza che portava a non valutare i numerosi vantaggi derivanti dall'impiego dell'acciaio nel timore dei pericoli ai quali questo esponeva.

Le rotaie in acciaio, ad esempio, assicuravano una durata di servizio venti volte superiore a quelle in ferro, una caldaia a vapore in acciaio poteva pesare un terzo in meno di una caldaia in ferro, i cannoni in acciaio pesavano meno di quelli in bronzo, ma i disastrosi incidenti verificatisi in quegli anni, causati proprio dall'imprevedibilità delle caratteristiche dell'acciaio, ne avevano rallentato la produzione.

Ancora nel 1870, in Francia, nonostante la mancanza di bocche da fuoco, temendo le disastrose conseguenze dovute a scoppio, le acciaierie della Loira preferirono continuare a produrre cannoni ed affusti in ferro con basso contenuto di carbonio (2-3‰). Questo comportava però un'usura troppo rapida delle parti e delle deformazioni eccessive, ma già portando le percentuali al 4-5‰, le prestazioni fornite erano sicuramente migliori rispetto a quelle fornite dai cannoni in bronzo.

Allo stesso modo le rotaie dovevano essere abbastanza tenaci da non temere rotture e le loro temibili conseguenze, e allo stesso tempo tanto dure da non usurarsi troppo rapidamente con conseguente aumento dei costi di manutenzione.

La rottura dei pezzi in acciaio duro era da attribuire a difetti localizzati che formano nella massa dell'acciaio dei centri di minore resistenza in cui

---

<sup>3</sup> Era già all'epoca risaputo che, fino allo 0,3% di contenuto di carbonio, il metallo conserva grande malleabilità, e veniva impiegato per realizzare parti sottoposte a choc, vibrazioni, ma non ad attrito; tra lo 0,3 e 1,5% il metallo risulta talmente duro che il ricorso alla tempra risultava spesso inutile, generalmente era quindi preferibile incrementare la durezza desiderata variando il tenore di carbonio piuttosto che mediante la tempra che veniva considerato un processo i cui parametri non potevano essere facilmente controllati.

avveniva la rottura e questi difetti erano tanto più numerosi quanto più l'acciaio era duro.

Nonostante i progressi nel campo della siderurgia, in occasione dell'Esposizione Universale di Parigi del 1878 la produzione non risulta ancora standardizzata, non solo nelle sezioni, ma anche riguardo alle caratteristiche meccaniche, tanto che ogni ditta produceva un solo tipo di acciaio, venivano quindi forniti assieme ai cataloghi anche i diagrammi di resistenza dei diversi elementi in funzione della lunghezza e dei carichi agenti.

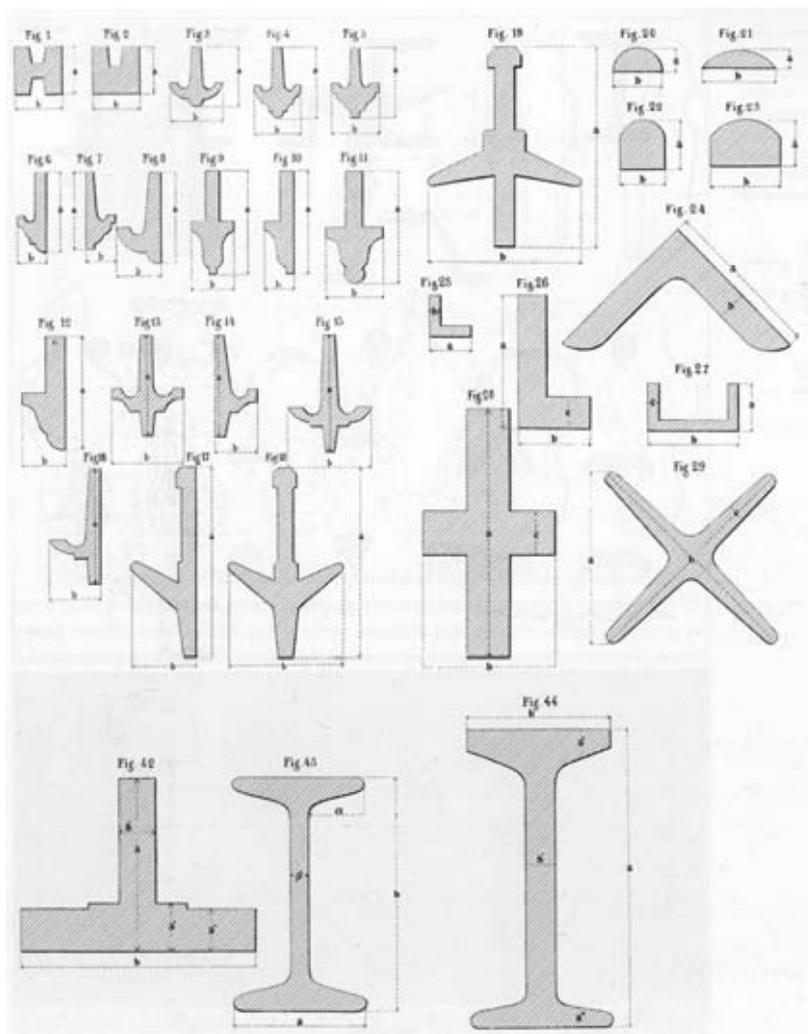


Fig. 1.6 – Profili in ferro in commercio a Palermo nel 1873. (da Appendice ai patti ed alle condizioni relativi alla costruzione e restauro delle strade interne ed esterne e di alcuni edifici del Comune di Palermo, 1873)

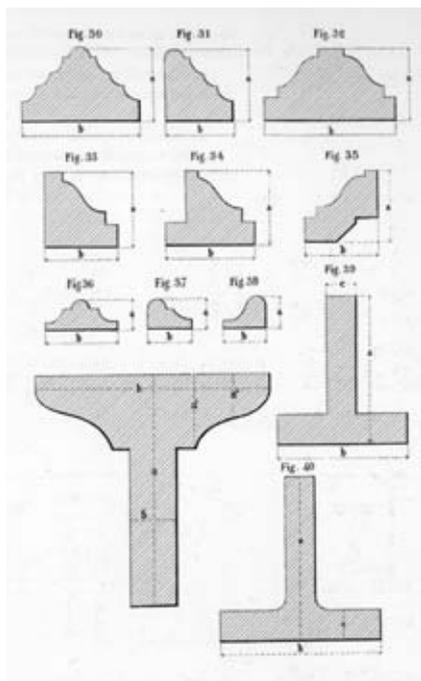


Fig. 1.7 – Profili in ferro in commercio a Palermo nel 1873.  
(da Appendice ai patti ed alle condizioni ..., 1873)

In occasione della stessa Esposizione Universale cominciano a diffondersi a scala industriale i primi prodotti in acciaio.

L'acciaio cominciò ad imporsi definitivamente a partire dal 1884, quando, con l'introduzione del laminatoio universale (1884), in grado di produrre lamiere e sezioni differenti; avendo inoltre a disposizione lingotti di grandi dimensioni, fu possibile produrre laminati di lunghezza maggiore di 8 m senza dover ricorrere alle giunzioni per bollitura<sup>4</sup>.

In Francia e in Inghilterra, la standardizzazione dei ferri e degli acciai commerciali si ha a partire dal 1904, da ciò si può comprendere l'importanza e la notevole diffusione che ebbero prima di questa data, riviste specializzate, soprattutto francesi come *Les métaux ouvres* e *Journal de*

<sup>4</sup> Il primo esempio di copertura eseguita con elementi di ferro puddellato laminati con sezione a doppio T è la serra realizzata da W. Turner a Kew Gardens nel 1844; rispetto alla soluzione degli archi in ghisa, prevista in fase di progetto, le ridotte dimensioni delle sezioni permisero una notevole riduzione del peso della copertura e degli appoggi in ghisa.

È nel 1845 che Kennedy in Inghilterra, avvia la produzione industriale di elementi laminati in ferro per solai e coperture. In quegli anni, in Francia, Zorès e Lagoutte producono laminati a doppio T di lunghezza massima 8 m e con altezze variabili con scarti di due centimetri da 80 a 180 mm. Nel 1858 l'altezza massima era di 300 mm, la produzione era differenziata in "serie ad ali ordinarie" e "serie ad ali larghe"; la prima era caratterizzata da un rapporto rispetto all'altezza della larghezza, dello spessore delle ali e dello spessore dell'anima rispettivamente di 1:3, 1:15, 1:20, per la seconda si avevano rapporti di 1:2, 1:12, 1:20.

serrurerie che oltre a pubblicizzare semilavorati proponevano anche dei modelli, dalle semplici ringhiere per balconi alle coperture metalliche più complesse, alle serre, lucernari e pensiline.

In questo periodo in Italia la produzione di profili in ferro e acciaio è talmente ridotta da non essere citata nelle statistiche del tempo; tranne rari casi gli ingegneri e gli architetti italiani e siciliani continueranno ad importare i semilavorati, in modo particolare dalla Francia, così come era accaduto nel corso del XIX secolo.

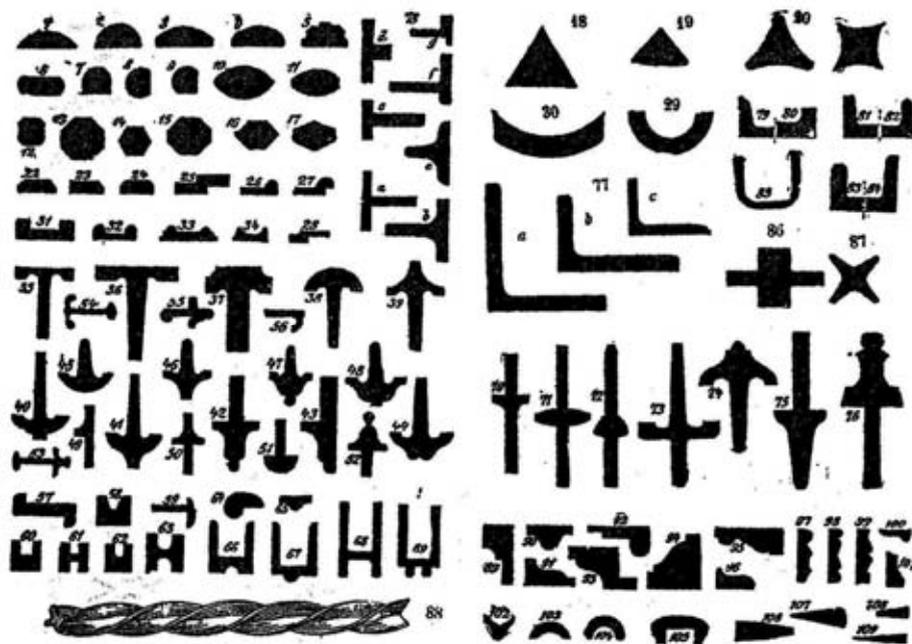


Fig. 1.8 – Ferri profilati o speciali. (da Donghi, 1925)

La diffusione delle strutture metalliche si deve, oltre che alla leggerezza a parità di resistenza, anche all'uso che se ne fece per garantire l'incombustibilità negli opifici e nei teatri, problema quest'ultimo molto sentito; G.B.F. Basile in "Sulla costruzione del Teatro Massimo Vittorio Emanuele della incombustibilità e delle altre sue proprietà principali" del 1882 sottolinea come *dal completo rilassamento di precauzioni e di sorveglianza si è passato con attività febbrile a studiare i mezzi di prevenire nei teatri i disastri degl'incendi e di menomarne le conseguenze, sia correggendo gli edifici esistenti, sia stabilendo norme da seguire nella costruzione dei nuovi.* Lo stesso Basile, a conferma dell'assoluta mancanza di standardizzazione, per il dimensionamento dei ferri per la costruzione del Teatro Massimo, fa esplicito riferimento ad un tipo di sezione dell'Album Jacquemin.

Dalla Francia si importavano non solo prodotti siderurgici destinati alla costruzione, ma anche elementi in ferro per complementi ed arredi: la ditta Jacquemin produceva anche i cosiddetti fers rustiques che riproducevano elementi fitomorfi.



Fig. 1.9 – Album “Fers rustiques” di Jacquemin, 1866

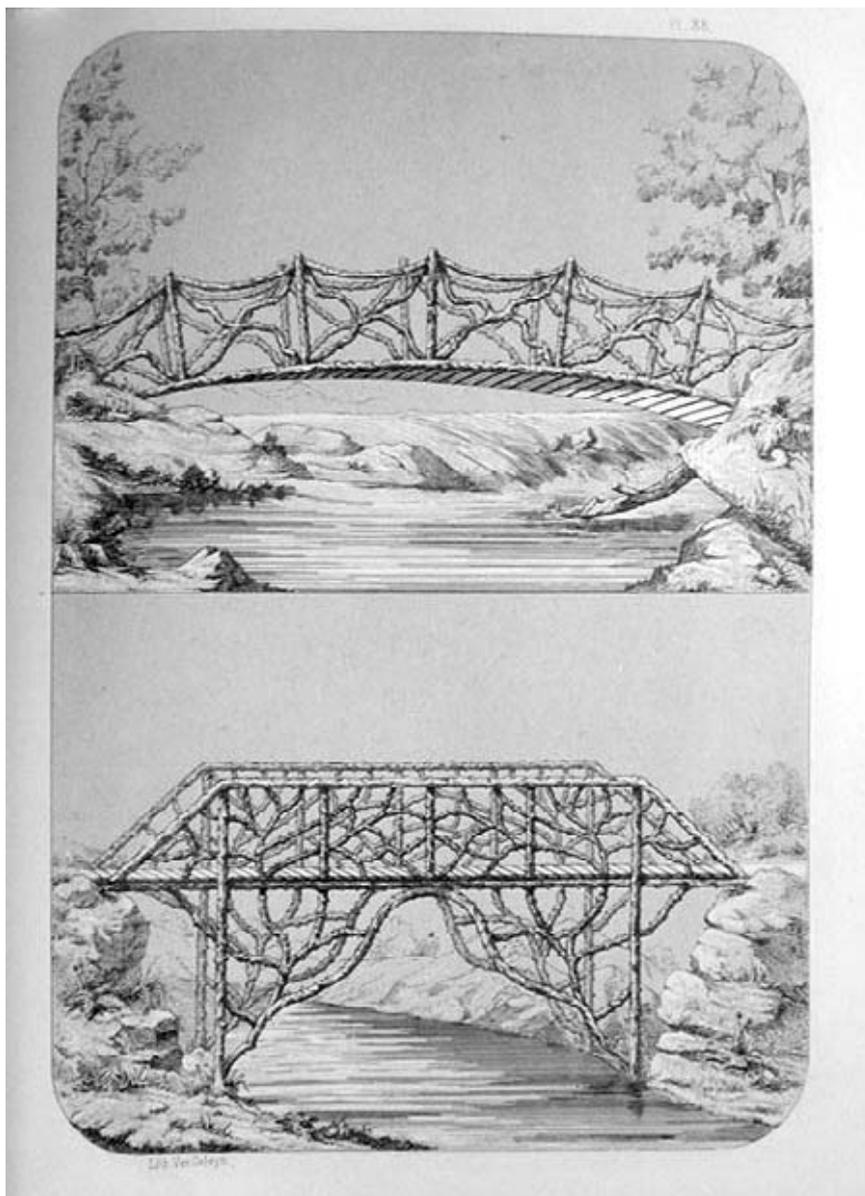


Fig. 1.10 – Album “Fers rustiques” di Jacquemin, 1866

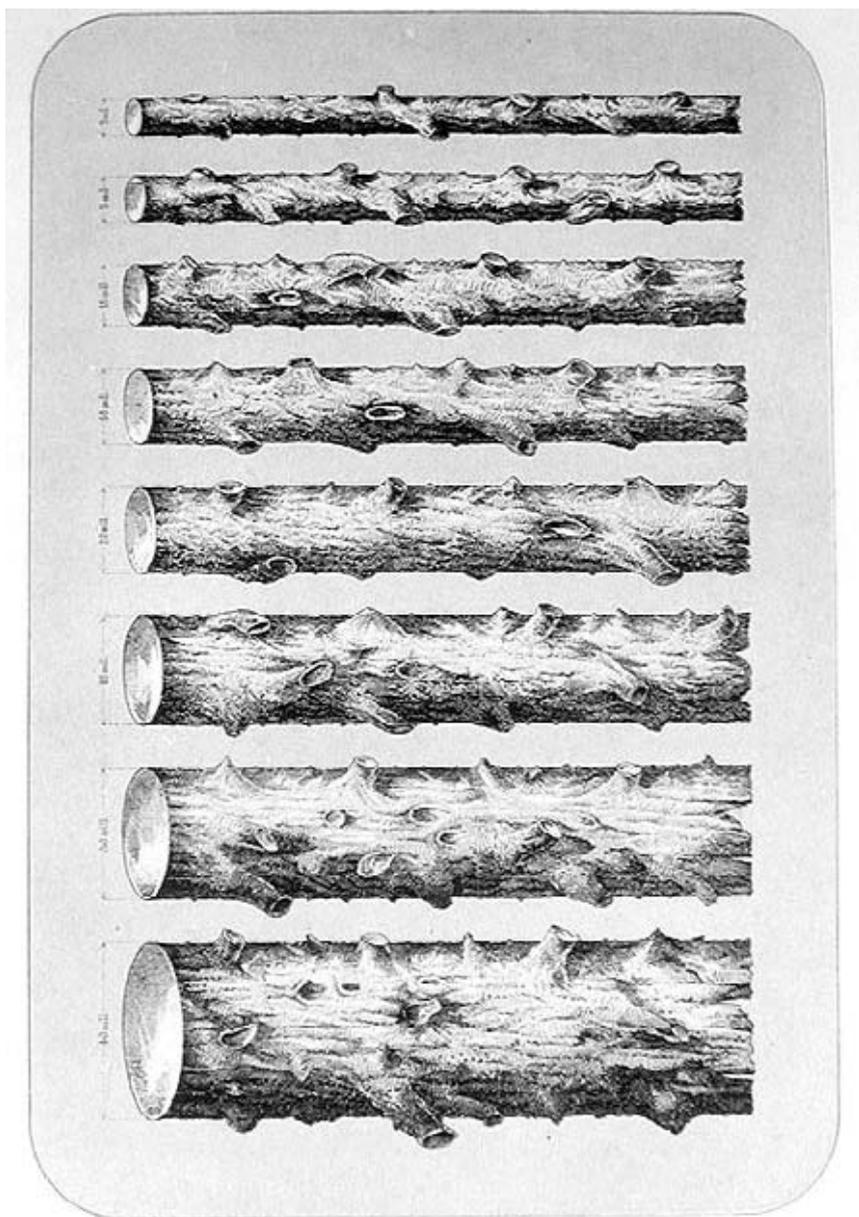


Fig. 1.11 – Album “Fers rustiques” di Jacquemin, 1866

*La costruzione in ferro e vetro nelle chiusure  
Lucernari, serre e pensiline nella Palermo di fine '800*

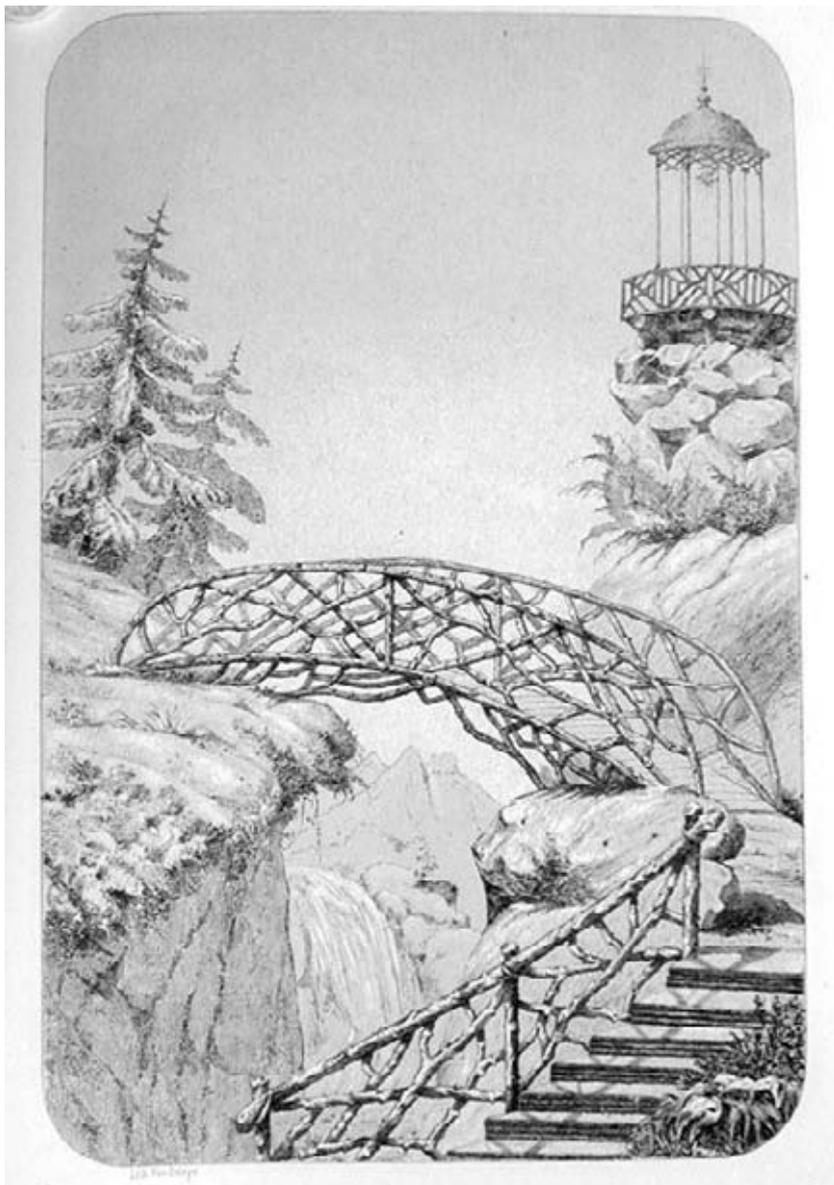


Fig. 1.12 – Album “Fers rustiques” di Jacquemin, 1866

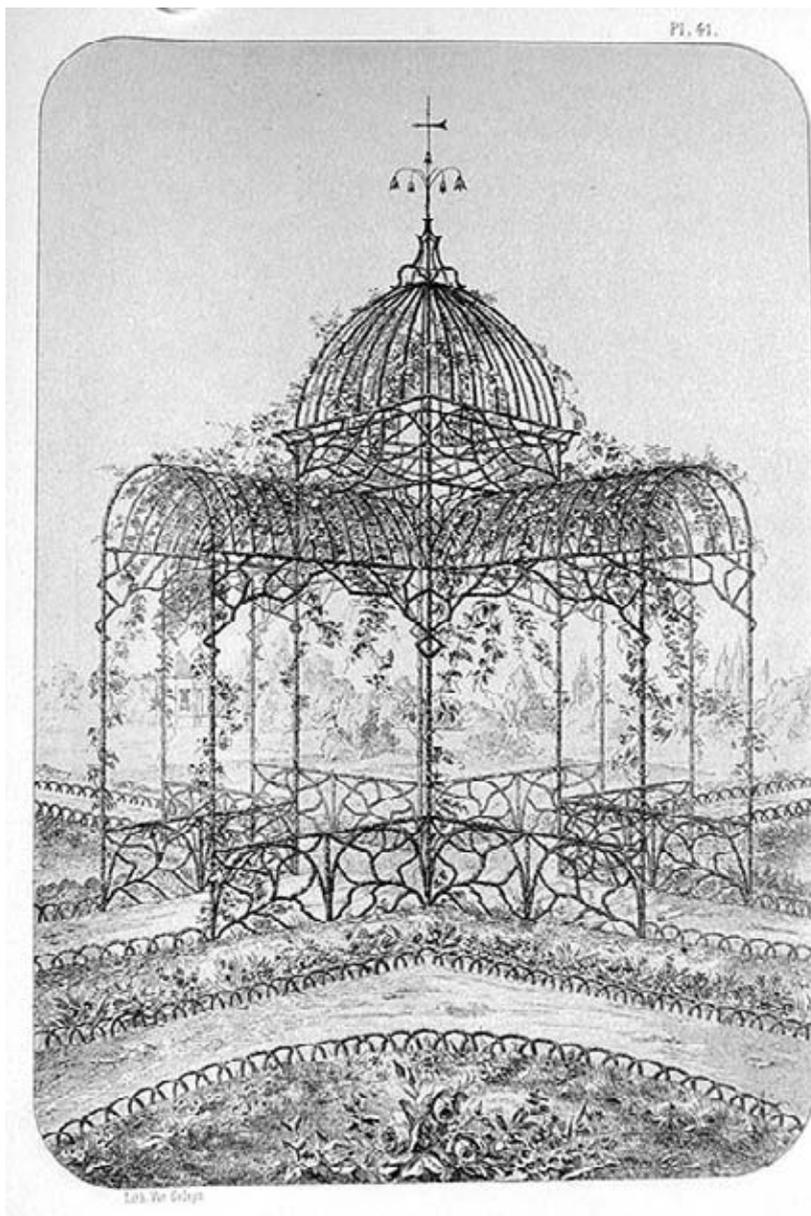


Fig. 1.13 – Album “Fers rustiques” di Jacquemin, 1866

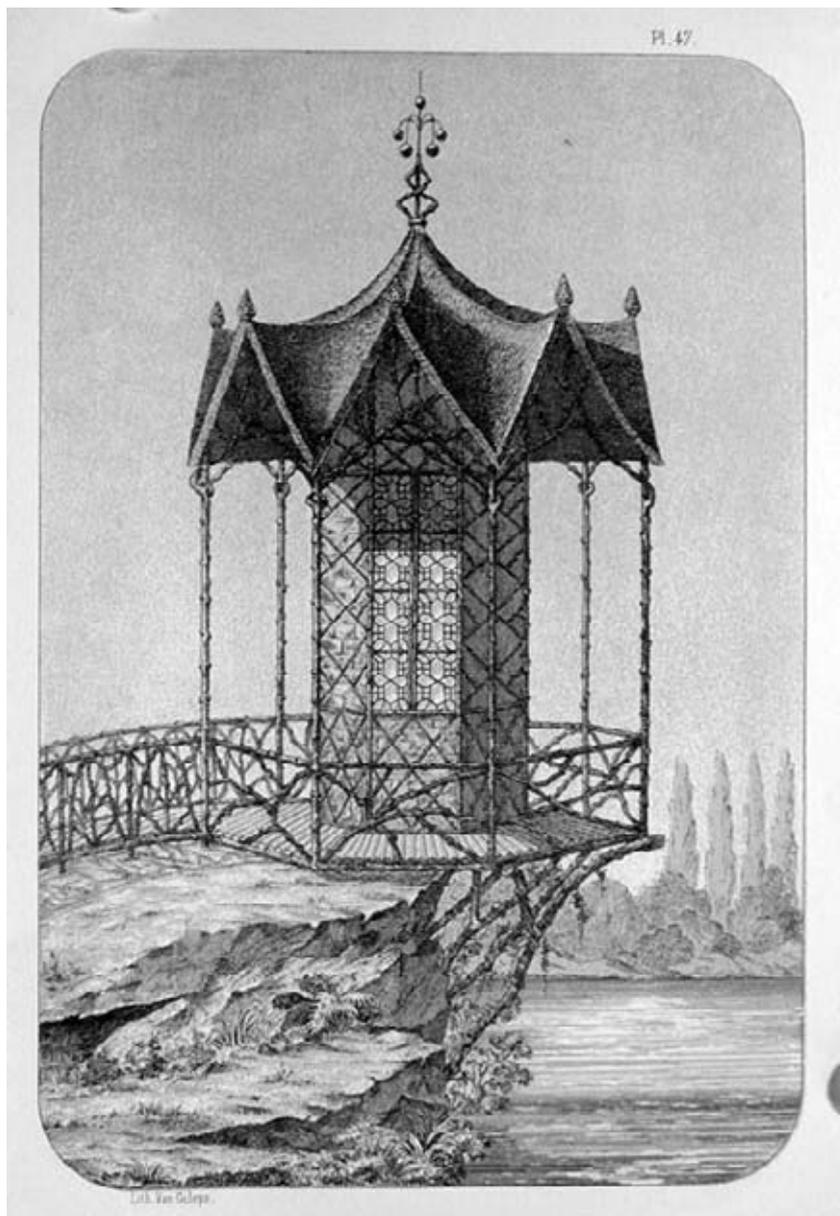


Fig. 1.14 – Album "Fers rustiques" di Jacquemin, 1866

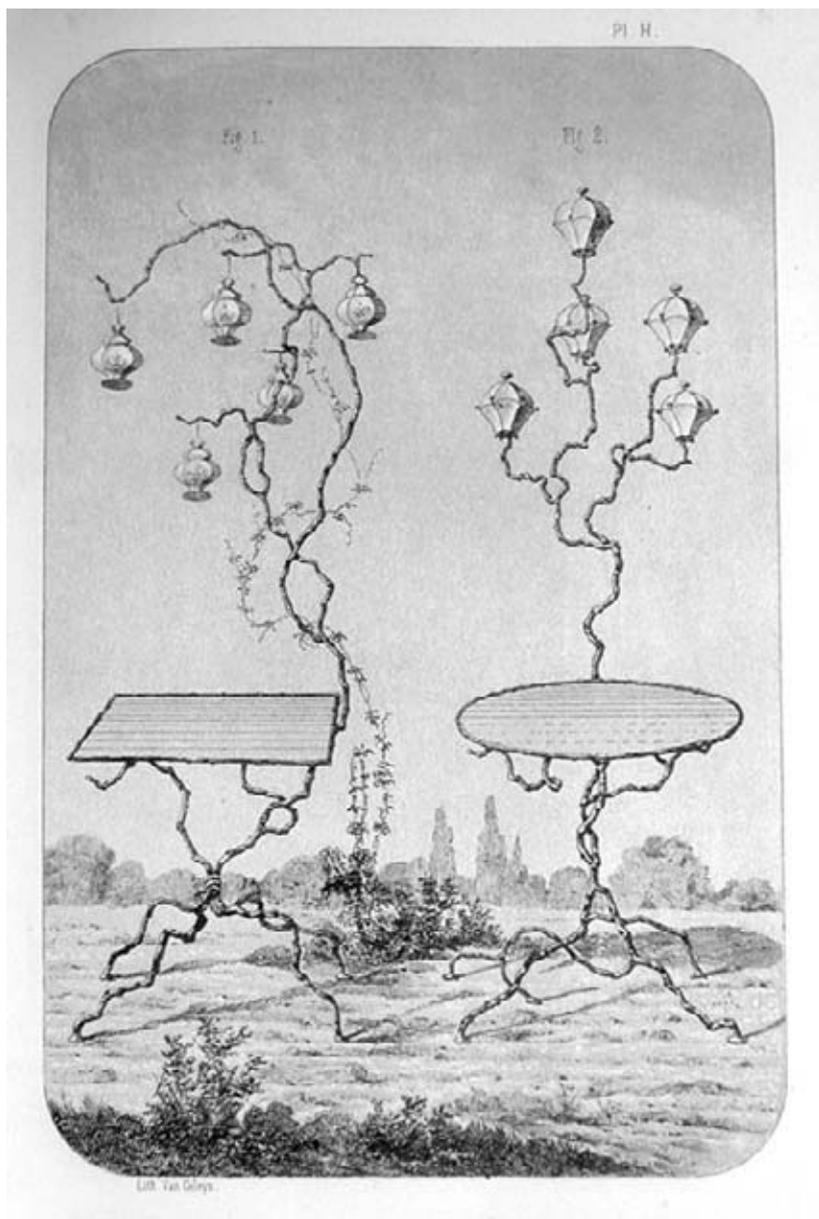


Fig. 1.15 – Album “Fers rustiques” di Jacquemin, 1866

Parallelamente agli studi e alle sperimentazioni per la caratterizzazione meccanica e la standardizzazione degli elementi metallici e alla loro diffusione in edilizia, compaiono sulle riviste specializzate i primi metodi e trattamenti per ridurre l'ossidazione.

Il problema dell'ossidazione, particolarmente sentito per le sezioni ridotte, come nel caso dei ferri portavetro e le cosiddette *sezioni speciali* utilizzate per la realizzazione di chiusure trasparenti, serre e pensiline, era generalmente risolto mediante l'applicazione di vernici al minio; si ricorreva alla zincatura nel caso di elementi esposti agli agenti atmosferici, mentre i rivestimenti in rame, bronzo o nichel si usavano esclusivamente per gli elementi metallici decorativi<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Da *Journal de serrurerie*

Col 16 - 1877:

[...] esiste un terzo tipo di ossido di ferro sul quale non solo l'aria umida, ma anche gli acidi ed altre sostanze corrosive non hanno alcun effetto; è "l'ossido magnetico" o "ossido nero", composto da 3x56 parti di ferro, in peso, e da 4x16 parti di ossigeno.

Si è osservato che se un pezzo di ferro è esposto, ad alta temperatura, a vapore surriscaldato, questo si ricopre di uno strato di ossido nero, il cui spessore dipende dalla temperatura e dalla durata dell'esposizione.

Col 6 - 1884:

[...] per impedire l'ossidazione dei ferri, impiegare una pittura composta da zinco in polvere impalpabile, olio e di un essiccante; due strati di questa miscela garantiscono il ferro dall'ossidazione dovuta all'aria o al contatto con acqua di mare. Le proporzioni del miscuglio in peso sono: 8 parti di zinco; 71 parti di olio; 2 parti di essiccante. [...] per il ferro a contatto con il terreno si può preparare una pittura con 100 parti di resina, 25 di gutta percha, 50 di paraffina, 20 di magnesio e di olio minerale

Col 22 - 1884:

[...] Le lastre di ferro raschiate con acido cloridrico, poi lavate con acqua calda asciugati, ed ancora caldi ricoperti da uno strato di olio, altre lastre furono preparate mediante abrasione e spazzolatura per mettere il metallo allo scoperto. Ogni lotto fu trattato o con coaltar, con ossido di ferro o con minio. Il coaltar dopo il periodo di prova (tre anni) era completamente sparito sulle lastre che avevano subito abrasione e aveva dato su quelle trattate con acido risultati inferiori alle altre pitture. Il minio ha dato i migliori risultati rispetto alle altre pitture, e in genere possiamo asserire la convenienza del decapaggio rispetto all'abrasione. Si deve sottolineare che il minio si combina con l'olio formando un composto più resistente e presenta un'ottima aderenza alle superfici, coesione ed elasticità, a differenza degli ossidi di ferro che si legano poco all'olio e che vengono dilavati dalla pioggia. Per il minio si deve però considerare il costo superiore rispetto all'ossido di ferro e il fatto che può essere difficilmente ottenuto allo stato puro, poiché nella maggior parte dei casi viene mescolato con mattoni pestati o con coaltar. L'impiego della biacca va evitato in quanto da risultati inferiori a quelli dell'ossido di ferro.

Col 23 - 1884:

[...] Questo antiossidante si ottiene sciogliendo del caoutchouc in una miscela di solfato di carbonio e benzina, e mescolata con olio. Il prodotto conserva a lungo la propria elasticità e la pellicola può essere eliminata umettando con la stessa soluzione.

Col 231 - 1884:

[...] Questa protezione conferisce al ferro e all'acciaio anche una gradevole colorazione bruna. Si ottiene sciogliendo in quattro parti in peso d'acqua due parti di cloruro di ferro, due parti di cloruro di antimonio e una parte di acido gallico.

## 1.2 L'uso del ferro nelle costruzioni premoderne

*Il ferro risulta per le armature dei tetti in luogo del legname, più leggero all'apparenza e senza confronto tanto più durevole*  
G. Valadier, "L'Architettura pratica" (1832)

*"...ci lamentiamo della sterilità architettonica del nostro secolo, forse però non lo comprendiamo, e siamo probabilmente all'inizio di un nuovo genere meraviglioso, l'architettura in ferro.*  
J. Garnier, *Le Fer* (1878)

Se nell'architettura greca e in quella romana il ferro era adoperato con grande parsimonia, il rame ed il piombo, reperibili in natura in forma quasi direttamente utilizzabile, e le leghe bronzo ed ottone, più resistenti alle intemperie, erano largamente impiegati.

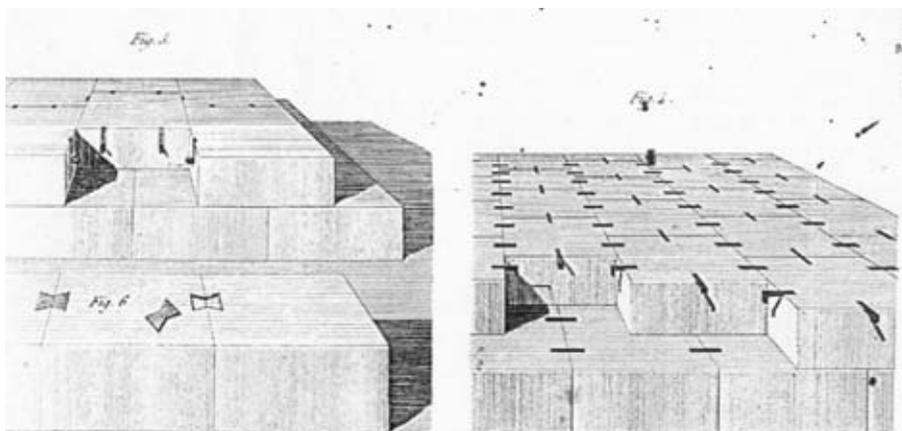


Fig. 1.16 – Sistemi di collegamento metallici di blocchi nell'architettura classica.  
(da Rondelet)

Anche durante il Rinascimento il ferro non ebbe grande diffusione, lo stesso L. B. Alberti raccomanda di costruire con materiali che sono pronti ad essere utilizzati come si trovano in natura (lapidei naturali, legno, ...) a quelli che devono essere prodotti dalla mano e dall'artificio dell'uomo (*hominum manu et arte*). Anche nel periodo Vittoriano il ferro era considerato adatto solo per legamenti, connessioni tra elementi lapidei o lignei ed interventi di incatenamento.

Nella seconda metà del XIX secolo, il ferro, pur avendo acquisito una propria affermazione dal punto di vista strutturale, non aveva raggiunto un'autonomia espressiva e formale. La dialettica tra struttura e forma che i contemporanei percepivano in modo così esplicito di fronte alle nuove costruzioni metalliche, poneva il problema della ricerca di nuove forme che

non potevano essere sicuramente dedotte dai modelli caratterizzanti l'architettura tradizionale.

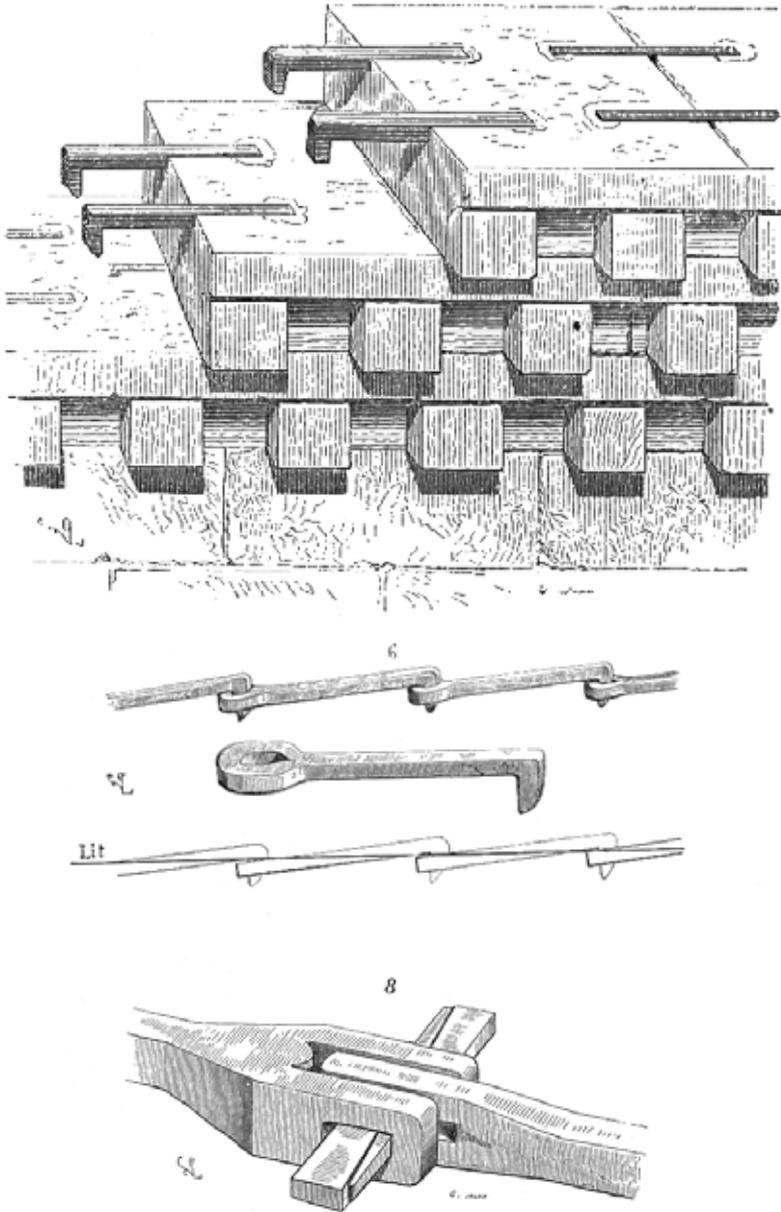


Fig. 1.17 – Sistemi di collegamento metallici di conci e particolari di catene ad elementi.  
(da E. Viollet-le-Duc, 1856)

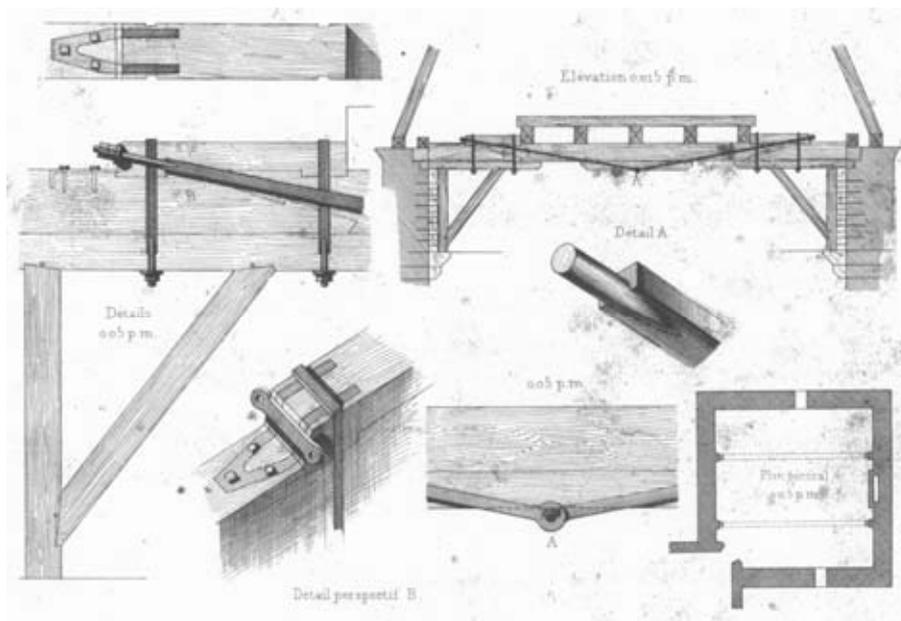


Fig. 1.18 – Il ferro utilizzato come complemento nelle strutture lignee.  
(da Revue générale de l'architecture, 1862)

A proposito delle costruzioni in ferro Jules Garnier nel 1878 scrive: *questa innovazione si è prodotta sotto la spinta di considerazioni di carattere puramente economico piuttosto che essere ispirate da sentimenti artistici*. Si rimproverava alle costruzioni in ferro un'eccessiva sottigliezza e inconsistenza e agli architetti e agli ingegneri del tempo di non disegnare per il ferro delle forme più vicine ai principi dell'arte, accontentandosi di calcolare forme e dimensionare sezioni che, con minimo impiego di materiale, potessero offrire la maggiore resistenza possibile, limitandosi così ad adottare i profili che risultavano dalla pura trattazione teorica; *essi possono essere paragonati al primo uomo che eresse una capanna. Si preoccupava forse di costruire secondo uno stile qualsiasi? Certamente no, si accontentò di dare ai materiali dimensioni tali da poter essere sufficientemente resistenti*.

Il gusto dei contemporanei, abituati alle forme piene e compatte degli edifici in pietra, restava spesso indifferente di fronte alle forme geometriche degli edifici in ferro. Riconoscevano però che sotto altri aspetti il ferro nelle costruzioni era preferibile alla pietra, *restando ammirati di fronte all'arditezza di aerei edifici in ferro come stazioni, ponti, mercati ed edifici per esposizioni*.

Fu proprio la diffusione di queste nuove tipologie edilizie che contribuì a quel processo che modella i gusti della società rendendo familiare ciò che è nuovo nell'ambiente in cui viviamo. In Paesi come l'Italia, ed in particolare in Sicilia, in cui l'impiego del ferro nel campo dell'edilizia nella seconda metà dell'Ottocento non poteva considerarsi sicuramente massiccio furono invece

proprio alcuni complementi dell'architettura in ferro e vetro come le tettoie delle stazioni ferroviarie, le coperture dei mercati, i lucernari di grandi edifici pubblici e privati, serre, giardini d'inverno, che resero meno desuete le caratteristiche delle costruzioni in ferro.

Proprio le qualità specifiche degli spazi che queste strutture dovevano delimitare come la riduzione del numero e della sezione degli appoggi, l'esigenza di coprire grandi luci per gli spazi espositivi, la necessità di avere grandi superfici verticali libere illuminate dall'alto come richiedevano ad esempio le gallerie e la ricerca di materiali imputrescibili che garantissero il massimo passaggio di luce naturale mediante l'impiego di telai con sezioni molto ridotte come era richiesto per le serre e i lucernari, contribuirono ad una capillare diffusione in ambito nazionale di strutture disegnate su modelli francesi o inglesi che ebbero notevole successo grazie a riviste specializzate che pubblicizzavano non tanto una tecnica quanto un prodotto. Non a caso, molte di queste strutture venivano direttamente importate dalla Francia ed assemblate in loco. Le dimensioni ridotte delle parti costituenti l'ossatura metallica e la conseguente facilità di trasporto, la rapidità di realizzazione, l'eccezionale versatilità dei semi-lavorati e la semplicità di esecuzione delle connessioni, permisero, ed in alcuni casi imposero, prodotti e modelli di importazione.

Per quanto riguarda le tipologie di edifici prima citate, contrariamente a ciò che accadeva per l'edilizia monumentale, alle architetture in ferro veniva mosso un solo rimprovero, quello di essere inutilmente complicate nei dettagli con forme troppo ricche per i modi di esecuzione impiegati; per queste realizzazioni era infatti evidente che il ferro esigeva una maggiore pulizia e chiarezza nei dettagli, poiché alcuni particolari, accettabili quando eseguiti a mano con stucco pietra o legno, apparivano pesanti ed artificiosi, quando venivano riprodotti in ghisa.

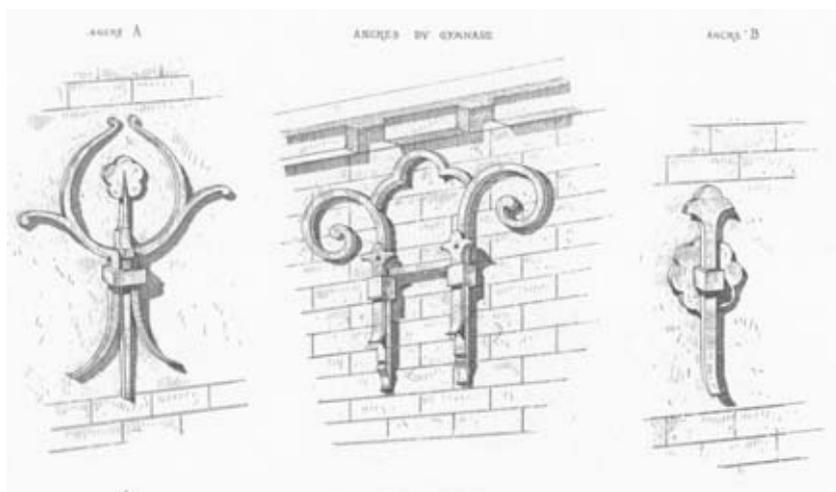


Fig. 1.19 – Esempi di chiavi di catene in ferro con funzione decorativa.

### 1.3 Il vetro

#### I progressi della produzione e le applicazioni in architettura

L'uso di lastre di vetro in edilizia divenne corrente in epoca alquanto tarda sia per il costo elevato della materia, sia per la produzione limitata e comunque laboriosa. Tanto nell'antichità quanto nel Medioevo, i sistemi di schermatura più frequenti erano quelli ottenuti con lastre di alabastro, lastre di selenite, pergamena, tela o carta oleata.



Fig. 1.20 – Alabastro e selenite erano utilizzati in lastre molto sottili al posto del vetro.

Un forte impulso al perfezionamento delle tecniche di produzione del vetro venne dalla realizzazione delle grandi vetrate policrome medievali, si trattava tuttavia di elementi di piccole dimensioni.

Le lastre erano prodotte principalmente attraverso quattro tecniche differenti:

Il “metodo a lastre” prevedeva la soffiatura del bolo in uno stampo cavo a facce piane, dopo il raffreddamento il vetro veniva tagliato lungo gli spigoli. Con tale metodo si potevano ottenere esclusivamente lastre di dimensioni

ridotte. Con il “metodo a corona” si soffiava il bolo facendo assumere forma ovoidale, si fissava un pontello all'estremità opposta della canna che veniva di seguito staccata. Si faceva ruotare utilizzando come asse il pontello, la forza centrifuga distendeva progressivamente la pasta fino a farle assumere la forma di un piatto. Si ottenevano dischi del diametro massimo di 150 cm dai quali si ritagliavano le lastre.

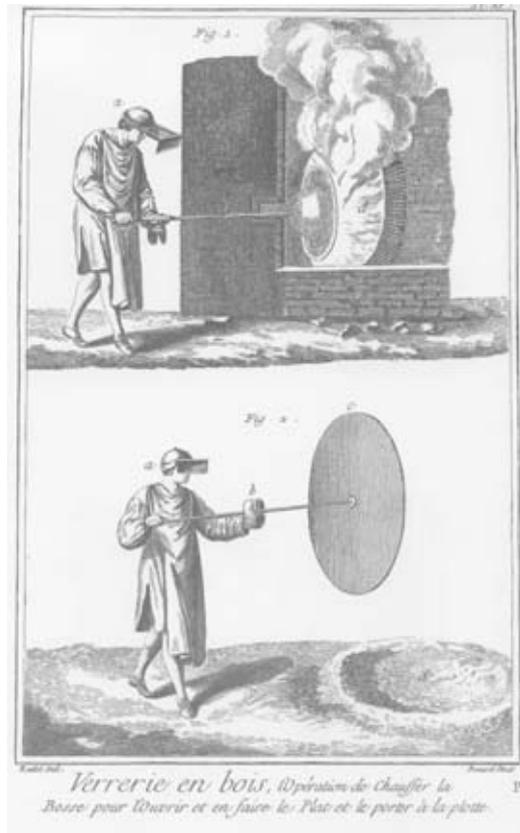


Fig. 1.21 – Il metodo a corona (da Diderot, D'Alambert, Art du Verre, L'Encyclopédie)

Il cosiddetto Metodo a cilindro (lorenese) era il più usato già dai Romani per ottenere grandi lastre, ma avrà grande fortuna in tutta Europa fino alla fine del '700. Soffiando si faceva assumere al bolo forma cilindrica, tagliando le estremità si otteneva un tubo sul quale veniva praticato un taglio longitudinale. Il successivo riscaldamento in forno faceva aprire il cilindro sotto il peso proprio. Potevano ottenersi lastre di grandi dimensioni (150x150 cm).



Fig. 1.22 – Il metodo a cilindro (lorenese) (da Diderot, D'Alambert, Art du Verre, L'Encyclopédie)

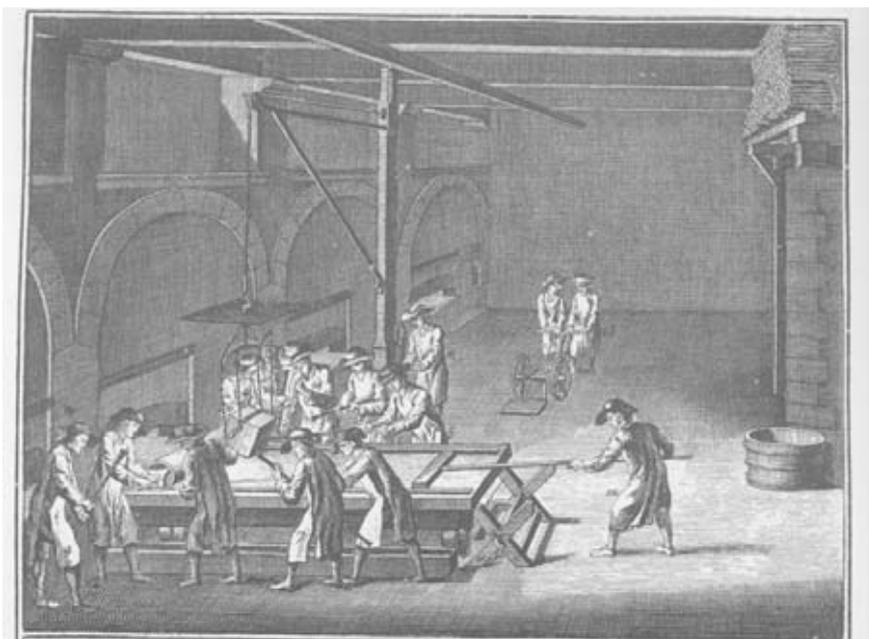


Fig. 1.23 – Il metodo a colata (da Diderot, D'Alambert, Art du Verre, L'Encyclopédie)

Il quarto metodo, il "metodo a colata", precursore dei moderni sistemi di produzione, si diffuse in Inghilterra a partire dal XVII secolo. La pasta di vetro, versata su una lastra di ghisa, veniva stesa con un rullo guidato a mano su due regoli di ferro laterali. Si ottenevano lastre di spessore costante con dimensioni che raggiungevano 250x170 cm.

Solo agli inizi del '900 si diffonde la lavorazione per laminatura con cilindri rotanti. Il metodo a "vetro galleggiante" (*float glass*), attualmente utilizzato, risale invece al 1965.

La complessità dei sistemi di produzione adottati fino alla metà del XIX secolo fa comprendere i motivi della scarsa diffusione del vetro in edilizia.

Da una *Memoria sulle costruzioni in vetro* pubblicata nel 1854 dalla *Revue generale de l'architecture*<sup>6</sup> possiamo dedurre quali fossero i tipi di vetro prodotti, le loro caratteristiche e gli utilizzi che di questi prodotti si faceva in edilizia.

Il nome generico di vetri veniva dato, dal punto di vista industriale, a numerose combinazioni di silice, di potassio, di soda, di calce, d'alluminio, di barite, ossido di piombo, ossido di ferro, perossido di manganese, di arsenico e ossidi metallici coloranti.

Si consideravano pertanto "vetri" in linea generale i silicati multipli a base alcalina, alcalino terrosa o alcalino metallica in proporzioni variabili<sup>7</sup>. I vetri prodotti con diverse combinazioni presentano ovviamente proprietà differenti. *La trasparenza o l'opacità ai raggi luminosi, l'insolubilità in quasi tutti i reagenti conosciuti, l'impermeabilità a tutti i liquidi, il grande potere riflettente, rifrangente e colorante, la ridotta conducibilità al calore e all'elettricità, la durezza, l'elasticità, la fusibilità, la possibilità di trattamento superficiale, e di lavorazione in lastre, tubi, fili, anelli, prismi, blocchi e polvere, sono tutte caratteristiche che costituiscono il punto di partenza per nuove invenzioni e applicazioni.* Era già allora noto come la fragilità, il più scomodo tra i difetti del vetro, potesse essere ridotta o aumentata a piacere sottoponendo i manufatti in vetro (inizialmente piccoli oggetti), nel momento in cui viene colato la prima volta o mediante un riscaldamento successivo, a un raffreddamento più o meno prolungato; si ottenevano in tal modo quelle che erano chiamate *larmes bataviques* e *ampolle di Bologna*.

L'esperienza aveva dimostrato d'altra parte (brevetti per carrucole e anelli) che il vetro accoppiato a materiali meno fragili come il legno, il piombo, il cuoio, il cartone, il mastice, la corda, il gesso, poteva essere sottoposto a sollecitazioni notevoli senza alcun timore.

Anche dal punto di vista delle arti decorative l'Ottocento vide la diffusione di nuove tecniche per il trattamento superficiale dei vetri: le trasformazioni

---

<sup>6</sup> Oppermann A., *Mémoire sur les construction en verre*, in "Revue générale de l'architecture", 1854.

<sup>7</sup> *La combinazione di sabbia pura con un ossido qualsiasi, soda, potassa, minio, prende il nome di silicato e l'ossido prende allora il nome della base del silicato. Le basi alcaline sono la soda la potassa etc. le basi terrose sono la calce, la magnesia etc. le basi metalliche sono gli ossidi di tutti i metalli.* "Revue générale de l'architecture", 1854.

che il vetro subisce in presenza del fluoro costituivano ad esempio una circostanza fortunata per l'industria e per gli artisti, poiché ci si serviva di questa proprietà per satinare le lastre o per creare dei disegni sulla superficie.

La sperimentazione di quegli anni produsse un numero elevatissimo di brevetti di prodotti in vetro, si citano ad esempio i vetri con eccesso di potassa che potevano diventare, in certe condizioni, solubili in acqua bollente, i cosiddetti *vetri solubili di Fuchs* (15% di potassa, 15% di quarzo, 1% di carbone); grazie a questa proprietà era possibile realizzare delle "saldature" o delle "malte" di altri vetri. Applicato a caldo, il vetro solubile di Fuchs diventava, dopo il raffreddamento e l'evaporazione dell'acqua, un legante diafano ed inalterabile a temperature ordinarie.

Si può cominciare a parlare di vera e propria produzione di vetro, escludendo il bacino produttivo di Murano attivo già nel XIII secolo, a partire dalla metà del XIX secolo. Nel 1854 i principali centri in cui si produceva vetro sotto le più svariate forme erano: Murano, Tour-la-Ville, Saint-Gobain, Baccarat, Saint-Etienne (Loire), Épinal (Autun), Saint-Louis, Anzin (Nord), Cany (Oise), Choisy-le-Roi, Cliché-la-Garenne, Saint-Mandé (Paris). Le Boehmervald, Karlsbad (Bohême), Langenhaus (Bohême), Neuhaus, Vonèche (Belgio), Newcastl (Swinburne & C.), Birmingham, Boston (Jarvis D., Hating W., Howe J.).

Nel 1854 nella "Revue générale de l'architecture" ritroviamo un elenco dei principali prodotti industriali in vetro del tempo. L'elenco riporta non solo la composizione, i processi di produzione e le loro caratteristiche generali, ma anche i costi, considerati già allora non secondari rispetto a considerazioni di tipo estetico in relazione ad un utilizzo in campo edilizio.

Oltre a contenitori ed oggetti per uso domestico (vetri per bottiglie, vetri per stoviglie, boccette e flaconi per usi chimici, ecc) viene fornito un elenco di vetri per vetrate sia semplici che a mosaico (vetri colorati) ed in generale per le chiusure:

*Vetri per vetrate.*

*Formati con cilindri soffiati, tagliati longitudinalmente e distesi (metodo francese e tedesco), o con campane soffiate, aperte e distese (metodo adottato da alcune stabilimenti inglesi). Composizione analoga a quella dei vetri per stoviglie. Fusione e affinamento richiedono dalle 9 alle 12 ore. Prezzo di vendita minimo dai 3 ai 6 franchi per mq.*

*Vetri scanalati per vetrate.*

*Soffiati in stampi, possono presentare scanalatura semplice, incrociata o ondulata. Prezzo dai tre ai 75 fr.*

*Tubi.*

*Cilindri cavi soffiati e stirati contemporaneamente. Prezzo per 100 Kg dagli 80 ai 150 fr.*

*Bacchette e cilindri pieni.*

*Masse cilindriche piene, stirate previo riscaldamento. Stesso prezzo tubi.*

*Vetro di Boemia.*

A base di potassa e di calce. Quarzo ialino (0,72), potassa (0,18), calce raffinata (0,10). Tempi di fusione e affinamento dalle 12 alle 18 ore. Per la lavorazione occorrono 14-15 ore. I forni francesi (Walsh, Saint-Louis (Baccarat)) producono circa 36.000 Kg di vetro lavorato. Prezzo di vendita 68 fr per 100 Kg.

*Vetri al piombo. Cristalli artificiali.*

Originariamente prodotti in Inghilterra, sono composti da: silice (0,560), potassa (0,066), calce (0,026), allumina (0,010), ossido di piombo (0,344). Può essere lavorato per semplice soffiatura, per soffiatura in stampi o per colatura sotto pressione. Fusione e affinamento dalle 10 alle 15 ore. Prezzo di vendita dai 75 ai 150 franchi per 100 Kg.

*Vetro per specchi.*

Soffiato o colato. Silice (0,750), potassa (0,055), soda (0,175), calce (0,038), allumina (0,028). Il prezzo di vendita aumenta notevolmente al crescere delle dimensioni (da 6 a 50 fr al mq).

*Vetri colorati.*

Si ottengono mescolando al carico di fusione ossidi metallici, acidi e sali di diversa natura.

Rosso rubino si ottiene mediante l'aggiunta di porpora di Cassius (formula boema, sali d'oro, mescolati con stagno in acido cloridrico).

Rosso antico. Protossido di rame  $Cu_2O$ .

Celeste.  $CuO$ .

Blu cobalto. Ossido di cobalto.

Turchese. Solfato di rame.

Viola ametista. Perossido di manganese azotato.

Giallo topazio. Polvere di carbone.

Giallo oro. Perossido di manganese azotato e ossido di ferro.

Giallo antimonio. Miscuglio di vetro d'antimonio e minio.

Giallo arancia. Miscuglio di vetro d'antimonio, minio e ossido di ferro.

Giallo particolare. Cloruro d'argento.

Giallo verdastro. Ossido di urano.

Verde erba. Protossido di cromo.

Verde bottiglia. Ossido di ferro.

Smeraldo antico. Ossido di piombo con battiture di ferro.

Smeraldo nuovo. Mélange di ossido di nichel.

Nero. Mélange di battitura di ferro, perossido di manganese e ossido di rame.

Nero halithe. Molto duro e brillante. Miscela di polvere d'osso calcinato, scorie polverizzate di forgia e polvere di carbone in eccesso.

Bianco opalino. Fosfato di calcio.

Per la doratura dei vetri si applica, con trementina, l'oro ottenuto per precipitazione con potassa dal cloruro d'oro, si spolvera con borace, si riscalda per rifondere e far vetrificare, infine si brunisce con sanguigna e si lucida con l'agata. L'argentatura si ottiene allo stesso modo impiegando la polvere d'argento ottenuta per precipitazione con piombo dall'argento

azotato. L'incrostazione si ottiene con ricoprimento posteriore con lastra di vetro rifuso.

Oltre alle caratteristiche estetiche, grande importanza veniva attribuita alle caratteristiche fisico-meccaniche del vetro, soprattutto in relazione a l'impiego in campo edilizio.

Sempre nella "Revue générale de l'architecture" nel 1854 vengono forniti alcuni dati riguardanti il comportamento del vetro rispetto ad azioni meccaniche o agli agenti atmosferici. È curioso notare come già a metà Ottocento l'autore di questa memoria sottolinei con consapevolezza la necessità e l'urgenza di approfondire le conoscenze per la caratterizzazione fisico-meccanica in vista di una diffusione nel campo delle costruzioni:

*La densità dei vetri in rapporto a quella dell'acqua varia da 2.3 a 2.9. i vetri a base di piombo sono i più pesanti. La resistenza a compressione non è ancora stata studiata. La resistenza a trazione è di 249 Kg/cm<sup>2</sup>, questo rappresenta un valore medio approssimato per azione breve. Si dovrebbe indagare la resistenza a trazione, per i diversi tipi di vetro, per le diverse forme e per azioni brevi o prolungate. L'allungamento per trazione o la compressibilità lineare, quando la forza agisce in senso inverso, è stata calcolata da Sturn e Colladon e presenta valori compresi tra 0.00230 e 0.00254 per un carico teorico di 10 Kg/mm<sup>2</sup>. Il coefficiente di flessione e di torsione non sono ancora stati determinati. Il coefficiente di dilatazione lineare termico varia da 0.00081166 a 0.00094750 (Regnault) per grado centigrado, il coefficiente di dilatazione cubica è compreso tra 0.002349 e 0.002648 per grado centigrado. L'indice di rifrazione varia da 1.553 a 1.601, angoli limite corrispondono a 40°43' e 388°41' (Dulong e Arago). L'indice di rifrazione di una sostanza trasparente è il rapporto costante tra il seno dei due angoli differenti che un raggio luminoso, penetrando nel corpo, forma con la perpendicolare alla superficie nel punto di penetrazione all'esterno e all'interno di questa superficie. Il potere riflettente è circa 0.92, la trasparenza al calore raggiante è di 0.908 (Melloni), la conducibilità al calore molecolare non è ancora stata valutata in modo preciso. Il punto di fusione varia tra 800 e 1500°, la conducibilità elettrica è quasi nulla, ci si serve quindi del vetro in tutti gli apparecchi elettrici come isolante.*

Solo nel 1875 François de la Bastie brevetta il vetro temperato, prodotto immergendo le lastre di vetro ordinario portate ad una temperatura prossima al *rouge cerise* in un bagno d'olio. Questo nuovo prodotto viene descritto in toni entusiastici in *Les annales industrielles: la tempera non altera l'aspetto del materiale (...)* il vetro acquisisce una durezza tale da non poter più essere tagliato con il diamante, riduce notevolmente la propria conducibilità termica e una volta frantumatosi, si riduce in pezzi talmente piccoli e non affilati da non risultare pericolosi. (...) nonostante non possa essere tagliato col diamante, il vetro temperato può ancora essere sottoposto a sabbatura e alla mola. La resistenza al diamante obbliga a tagliare a misura i vetri prima della tempera.

La semplicità delle operazioni di tempera rendeva modesti i costi di produzione soprattutto se paragonati a quelli che comportava la ricottura

delle lastre adottata fino a quel momento; il nuovo metodo permetteva inoltre una notevole riduzione dei tempi di produzione, in quanto era sufficiente far scivolare direttamente le lastre dal forno al bagno di olio in cui l'immersione durava dai due ai tre minuti.

Per quanto riguarda le applicazioni alle chiusure trasparenti e a lucernari, serre e pensiline, il vetro temperato, e successivamente il vetro retinato, permisero una notevole riduzione dei costi, in quanto l'impiego di vetri molto sottili e leggeri consentiva una riduzione della sezione delle membrature, come già scritto infatti fino alla prima metà del XIX secolo la produzione di vetro era ancora limitata ad oggetti d'arte, a vetri per stoviglie e bottiglie e a lastre di piccole dimensioni (Paxton lamenta nel 1840, per la costruzione del *conservatorio di Chatsworth* la mancanza di lastre di vetro di lunghezza superiore ai tre piedi).

#### 1.4 La costruzione igienico-salubre e le nuove istanze architettoniche

Rispetto agli altri materiali tradizionali per l'edilizia, il vetro rivestì un ruolo fondamentale non solo per quanto attiene alle caratteristiche igieniche intrinseche del materiale, ma anche per la diffusione che ebbe a partire dalla seconda metà dell'Ottocento in alcune particolari applicazioni, sia come complemento per alcune architetture salubri, sia come sistema per ottimizzare le condizioni di illuminazione.

Le esili strutture ferrovitree consentivano la penetrazione all'interno dei locali dei raggi solari che svolgevano un'azione battericida: le serre, i giardini d'inverno o le cosiddette le *serres adossées* - denominate spesso nei documenti ottocenteschi palermitani *stufe*<sup>8</sup>, a sottolineare caratteristiche e funzioni oggi rivalutate in molti esempi di architettura bioclimatica; i lucernari e le gallerie vetrate erano infatti elementi che caratterizzavano molte delle architetture salubri del tempo. Inoltre nella seconda metà del XIX secolo alcune tipologie edilizie, gli studi per artisti e le gallerie per fotografi ad esempio, diventano una sorta di luogo privilegiato in cui si può parlare di un vero e proprio culto della luce naturale; qui i progettisti sperimentano, con il supporto di studi teorici, quelle possibilità di illuminazione e modulazione della luce che nelle grandi costruzioni in ferro e vetro del periodo, i palazzi delle esposizioni, le gallerie urbane, erano state trascurate proprio per la loro dimensione a scala urbana, per il fatto cioè di essere concepiti quali spazi esterni coperti.

Allo stesso tempo, se negli studi per artisti era privilegiata esclusivamente la qualità della luce finalizzata alle migliori condizioni di percezione visiva, in altre tipologie edilizie come le scuole non solo questa

---

<sup>8</sup> Stufa in questa accezione è probabilmente di derivazione francese: *Étuves. Serras chaudes. Doubles fenêtres, Fenêtres ordinaires, au point de vue de la conservation de la chaleur des appartements.*

Vedi Oppermann A., *Mémoire sur les construction en verre*, in "Revue générale de l'architecture", 1854.

esigenza era fortemente connotata dal punto di vista dell'igiene visiva, ma doveva eventualmente contemplare la possibilità di illuminazione diretta affinché i raggi solari potessero svolgere la loro azione battericida.

Le tipologie edilizie ed i complementi suddetti costituiscono un repertorio di soluzioni costruttive ancora oggi attuali e, nel caso delle serre, in alcuni casi riproponibili nella loro funzione "bioclimatica". La rinnovata attenzione dei progettisti nei confronti dell'illuminazione naturale come sistema che contribuisce al risparmio energetico e alle condizioni di igiene visiva - ristabilendo quel rapporto tra ambiente artificiale e ambiente naturale che si pensava di poter surrogare attraverso gli impianti tecnici - riporta al centro dell'attenzione quelle soluzioni costruttive improntate al miglioramento delle condizioni di penetrazione della luce all'interno degli ambienti.



Fig. 1.24 – La studio della qualità della luce all'interno degli ambienti. La porzione inferiore con vetri colorati risolveva il problema dell'introspezione, la parte superiore trasparente permetteva di illuminare le zone più interne delle stanze (Johannes Vermeer, 1670 c.a.)

## 1.5 Prodotti innovativi dell'industria del vetro tra '800 e '900

La trasparenza o l'opacità ai raggi luminosi, l'inattaccabilità da parte di quasi tutte le sostanze, l'assoluta impermeabilità, il grande potere riflettente, rifrangente e *colorante*, la ridotta conducibilità al calore e all'elettricità, la durezza, la fusibilità, la possibilità di trattamento superficiale e di lavorazione in lastre, tubi, fili, anelli, prismi, blocchi e polvere, erano tutte caratteristiche del vetro che costituiscono il punto di partenza per nuove invenzioni e applicazioni.

Grazie alle sopraccennate proprietà, il vetro si affermò immediatamente come materiale innovativo per l'edilizia.

In particolare, la resistenza alle sostanze chimiche, l'impermeabilità agli odori ed in genere al passaggio dell'aria, la facilità di pulizia facevano del vetro un materiale ideale anche rispetto ai requisiti di igiene e salubrità.

In particolare, in riferimento all'igiene visiva, le caratteristiche del vetro dal punto di vista della trasmissione della luce furono oggetto di molti studi già a metà Ottocento. Era noto infatti che *l'indebolimento nella intensità della luce è dovuta alla sostanza costitutiva del vetro*, ad esempio, *certe qualità di vetro bianco si colorano sotto l'azione della luce, assumendo una tinta giallognola*, fatto rilevante nel caso di applicazioni particolari come gli studi per artisti ed i laboratori fotografici se si considera che, ad esempio, le prime lastre fotografiche in vetro erano sensibili alla luce azzurrognola ma non a quella gialla.

I primi studi evidenziavano altresì come, rispetto alla trasparenza, i vetri presentassero un comportamento differente a secondo che si trattasse di luce naturale, elettrica o a gas: i vetri blu risultavano ad esempio più trasparenti alla luce elettrica che a quella a gas.

Ovviamente anche il trattamento superficiale cui erano sottoposte le lastre di vetro influenzava notevolmente la qualità della radiazione luminosa trasmessa, ed anche per questo nel XIX secolo l'industria del vetro cominciava a differenziare i propri prodotti in funzione delle caratteristiche ottiche: i *vetri stampati*, che con il cielo coperto lasciavano passare il massimo della luce e con il cielo sereno intercettavano i raggi solari, presentavano uno spessore notevole, anche di 4 mm, che garantiva dal pericolo di rottura per grandine; le *lastre rigate* erano sconsigliate perché la rigatura non consentiva la diffusione uniforme della luce. I vetri più utilizzati erano però quelli *granulati* o a piccoli *rombi*; talvolta anche armati con reticella sottile a larghe maglie. Le *lastre smerigliate* erano meno consuete perché assorbivano circa il 30% della luce contro il 5% di quelle stampate, percentuale molto vicina a quella delle lastre trasparenti.

Per ragioni di pulizia, le lastre erano poste in opera nelle finestre e nei lucernari con la faccia liscia posta verso l'esterno e con quella lavorata verso l'interno del locale.

L'uso di *vetri rifrangenti* era invece auspicabile per proteggere gli ambienti dai raggi diretti, per aumentare la luce nei locali che si affacciavano su pozzi di luce di dimensioni ridotte o nel caso in cui si volesse distribuire

uniformemente quella proveniente dall'alto attraverso una porzione limitata al centro del soffitto; in queste condizioni con vetri ordinari si sarebbe illuminata solamente la porzione centrale della stanza, lasciando il perimetro in penombra. L'impiego di vetri rifrangenti abbinati agli specchi divenne molto comune nei musei e nelle gallerie di pittura, in cui tutta la luce veniva concentrata sull'oggetto, mentre il pavimento e l'osservatore restavano in penombra.

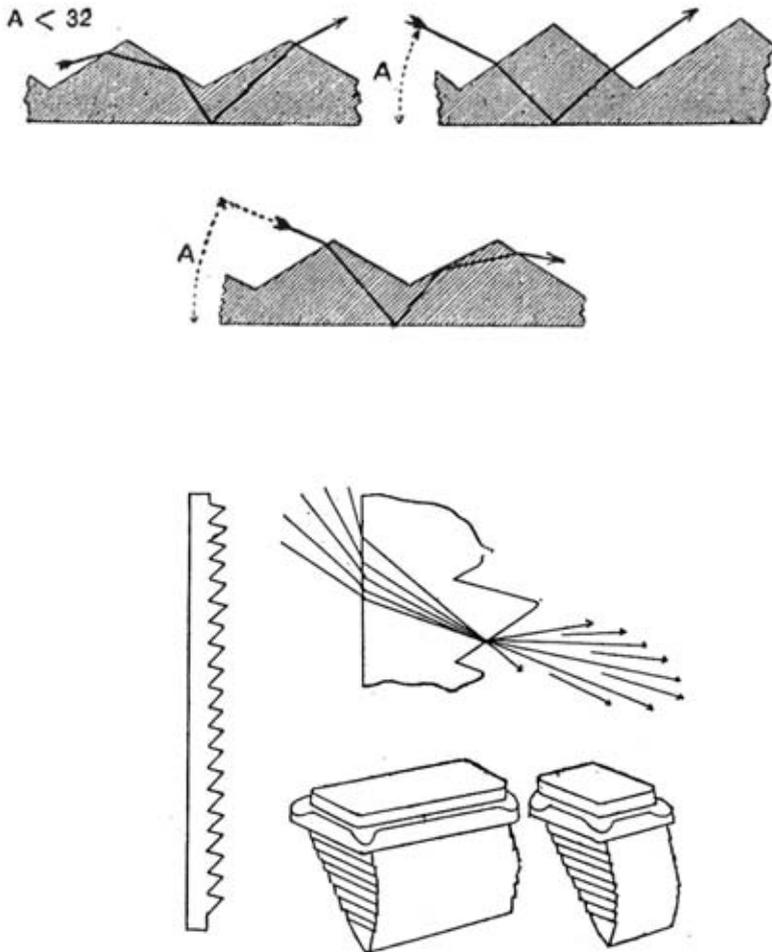


Fig. 1.25 – Prismi Luxfer. (da Pagliani)

Si manifestava inoltre la necessità di sperimentare sistemi di illuminazione e ventilazione naturale anche per gli ambienti sotterranei<sup>9</sup>; l'incremento del valore dei terreni nei centri urbani faceva infatti prevedere un'estensione ed un'utilizzazione sempre maggiore di questi. L'applicazione di specchi posti a 45° in corrispondenza delle aperture e l'adozione di colori chiari, non solo per gli interni ma anche per i prospetti degli edifici prospicienti consentivano la riflessione della luce anche ai piani bassi e nei seminterrati.

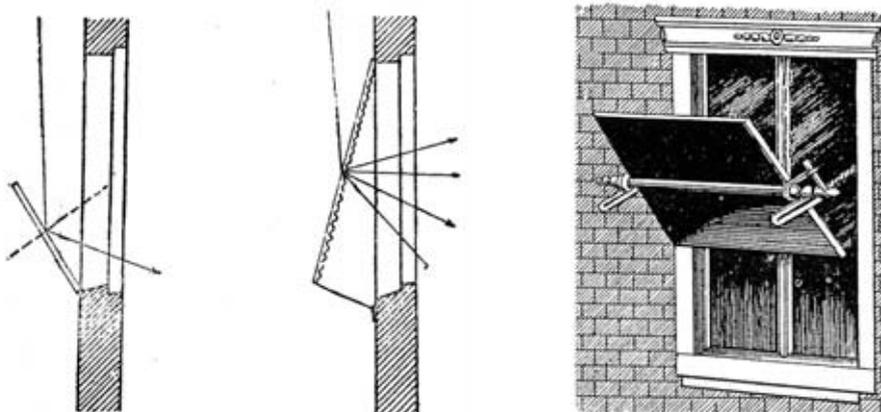


Fig. 1.26 – Pannelli rifrangenti e riflettenti applicati alle finestre (da Pagliani)

Un altro sistema che consentiva di illuminare tutti quei locali nei quali non era possibile o conveniente realizzare finestre o lucernari ordinari e che permetteva di diffondere la luce che proveniva dall'alto, era costituito dai cosiddetti *lucernari a prismi*.

Questi potevano essere collocati come una sorta di pensilina al di sopra delle aperture degli ambienti o inseriti nei marciapiedi al posto dei blocchi in retrocemento, che non erano in grado di deviare nella direzione voluta i raggi luminosi

A fine Ottocento erano diffusi i *prismi Hayward*, fabbricati da Hayward e Eckstein di Londra, e quelli della Società *French and Belgian Luxfer Prism Syndicat Limited* che produceva degli *speciali prismi di vetro che riuniti in lastre servono a rinforzare la luce nei locali che ne difettano. I prismi sono di circa 1 dm<sup>2</sup> piani su una faccia e lavorati a prismi dall'altra, a rifrazione differente in modo da diffondere la luce.*

<sup>9</sup> "Comme viendra un temps ou les espaces souterrains seront de plus en plus étendus dans nos grandes villes, à cause de l'augmentation de valeur des terrains et des bâtiments, il est certain que ce mode d'éclairage prendra aussi une importance croissante, et que nous verrons des passages entiers, des trottoirs, et peut-etre meme des parties de rues, composées en dallage de ce genre, et éclairant des caves à plusieurs étages", A. Oppermann, Mémoire sur les construction en verre, Revue générale de l'architecture, 1854

*Per saldare insieme le piastre, si adoperano dei nastri di rame di 8/10 di millimetro di grossezza tenuti insieme da leggere saldature. La lastra così formata viene immersa in un bagno galvanoplastico.*

*Un'incrostazione metallica si forma sull'estremità del nastro, costituendo da ciascuna parte del vetro un leggero velo, inquadrando ed assicurando in modo stabile le piastre fra di loro. I prismi Luxfer si collocano verticalmente, orizzontalmente, a guisa di pensilina ecc.*

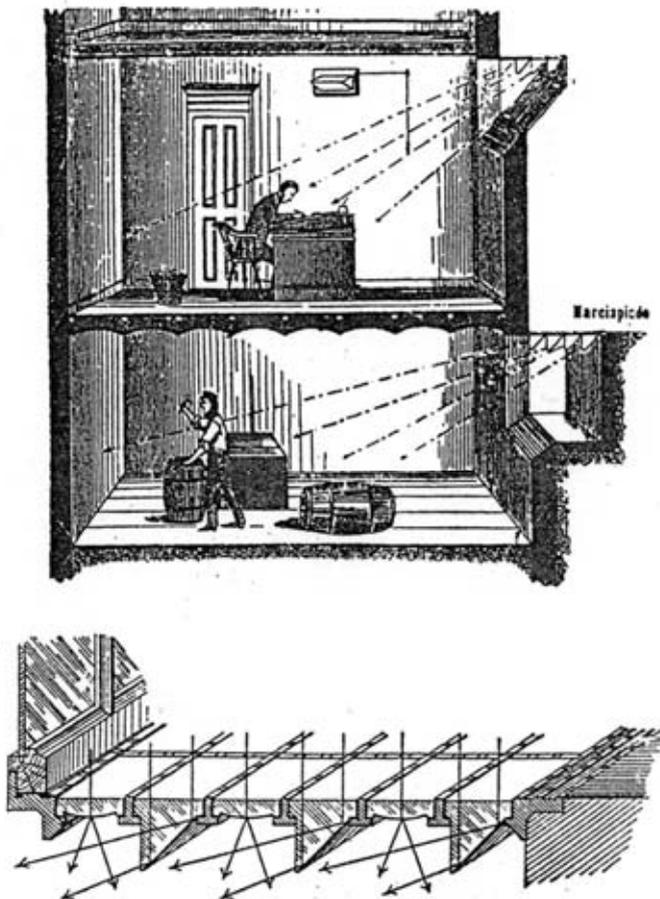


Fig. 1.27 – Lucernari a prismi per l'illuminazione dei locali seminterrati (da Donghi)

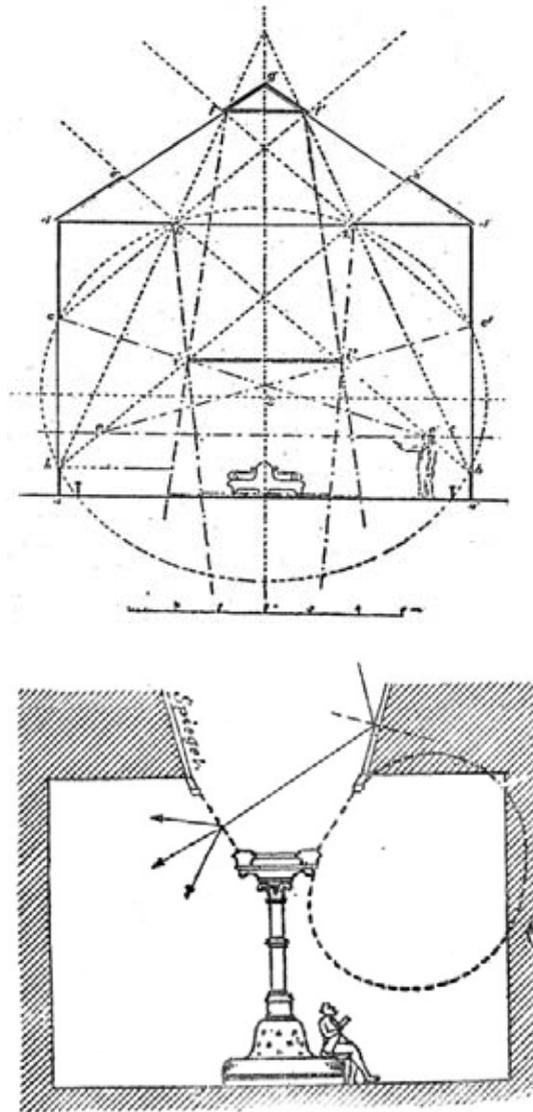


Fig. 1.28 – (sopra) Studio dell'illuminazione della galleria delle macchine all'Esposizione Nazionale di Palermo del 1891-92 (da Donghi). (sotto) Illuminazione delle gallerie di pittura con vetri rifrangenti (da Spataro)

## 1.6 L'istanza estetica: il vetro decorativo

Alla metà del XIX secolo la diffusione del vetro con funzione decorativa fu parallela a quella della pittura murale e della scrittura decorativa. Negli anni '30 e '40 dell'Ottocento, le sperimentazioni di Labrousse alla Bibliothèque S.te Geneviève, e le stesse teorie di Victor Hugo<sup>10</sup> sull'architettura intesa originariamente e sviluppata come forma di scrittura, contribuirono all'affermazione di una nuova concezione degli apparati decorativi.

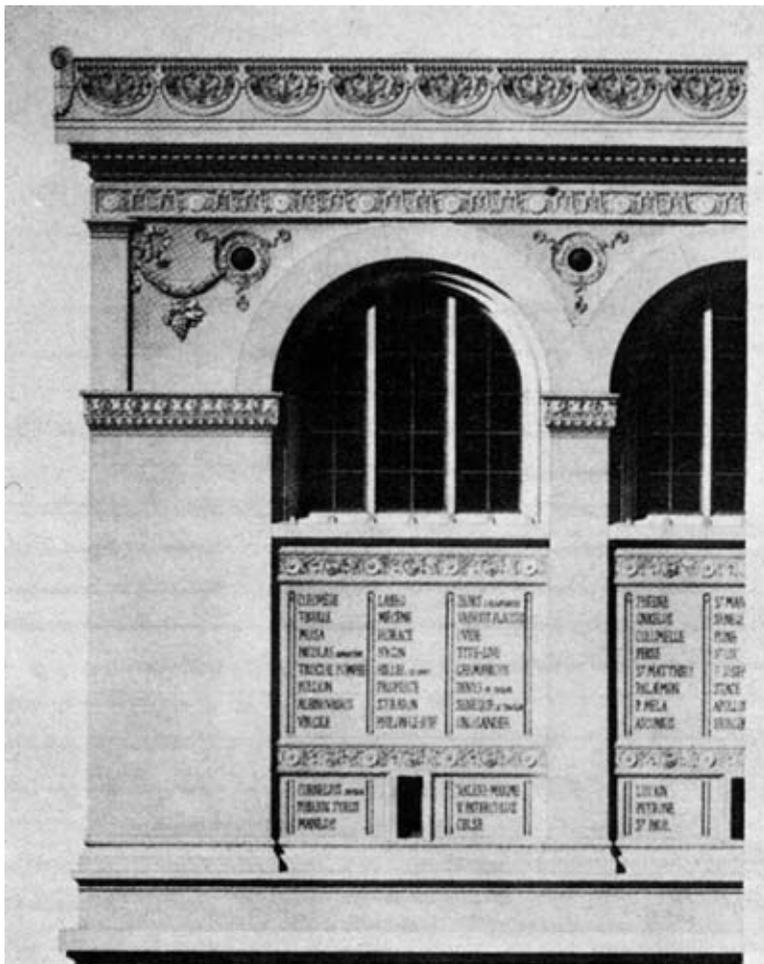


Fig. 1.29 –Particolare del prospetto della Biblioteca Ste-Geneviève

<sup>10</sup> Hugo V., *Notre-Dame de Paris*, 1832.



Fig. 1.30 – Vetri decorativi applicati sui prospetti di alcuni edifici palermitani

Tutte e tre le forme di decorazione, scrittura decorativa, pittura murale e vetri decorativi, rappresentavano soluzioni del più rilevante problema del XIX

secolo: *ottenere i migliori risultati possibili, il più rapidamente possibile e con la minore spesa possibile*<sup>11</sup>.

Fu proprio grazie alla pittura su vetro, a quella murale e alla scrittura decorativa che l'*architecture économique* avrebbe fatto a meno degli accessori plastici, quali stucchi ed elementi in intonaco, che richiedevano tempi di produzione più lunghi e maggiori costi. Inoltre, come spesso si riscontra nei manuali e nei trattati di architettura e ingegneria sanitaria del tempo, proprio per esigenze igieniche era preferibile non utilizzare risalti, modanature, elementi scultorei, che avrebbero consentito il deposito della polvere ed una maggiore difficoltà nella pulizia delle superfici esterne e soprattutto interne.

Soluzioni che prevedevano l'uso del vetro decorativo, come la pittura sotto vetro e la carta o tappezzeria sotto vetro, risultavano economiche ed igieniche perché facilmente lavabili e assolutamente impermeabili. I paramenti parietali in stucco bianco o colorato sotto vetro per interni - che prevedevano la spalmatura della malta di calce, eventualmente pigmentata, sul retro delle lastre di vetro - simulavano i marmi lucidi con effetti iridescenti e sostituivano il molto più costoso e meno igienico stucco marmorino.

---

<sup>11</sup> [...] *produire les plus grands résultats possibles, le plus rapidement possible et avec la moindre mise de fonds possible*. Da Oppermann A., op. cit..

## CAPITOLO 2

### LA COSTRUZIONE IN FERRO E VETRO E LE ASPIRAZIONI OTTOCENTESCHE

*Si ricopriranno con il vetro parchi interi, città e giardini, come in passato si ricoprivano vasi da fiori, arbusti o qualche macchinario.*

*Gli edifici delle generazioni passate saranno stupiti nel vedersi superati con una semplice precauzione igienica dalla generazione attuale.*

*(...) È un'impresa degna del genio contemporaneo, quella di vincere definitivamente la natura in ciò che, fino a questo momento, era da sempre sfuggito al controllo dell'uomo, e collocare in uno spazio qualunque calore, luce, pioggia o bel tempo, come se il mondo esterno non esistesse<sup>1</sup>.*

A Oppermann – *Ingénieur des ponts et chaussées* – 1854.

#### 2.1 Dalle serre agli edifici per le Esposizioni

L'aspirazione ottocentesca di realizzare edifici a grande scala nei quali fosse possibile sfruttare al meglio la luce ed il calore solare, riuscendo a regolare anche l'umidità e la temperatura interne traeva spunto dagli studi e dalle esperienze sulle serre e sui giardini d'inverno di metà Ottocento.

Non deve pertanto stupire se, ancora oggi, uno degli archetipi della bioarchitettura continui ad essere la "serra", struttura in ferro e vetro dimensionata a scala ridotta come complemento dell'edificio o, a grande scala, come un involucro totale; è questo, ad esempio, il caso di BIOMA, la grande serra progettata alla fine degli anni '90 del XX secolo da Grimshaw & partners a St. Austell in Cornovaglia, moderno palazzo di cristallo, o meglio di teflon, che racchiude i mondi vegetali caratteristici dei differenti climi.

---

<sup>1</sup> *On couvrira de verre des parcs entiers, des villes et des jardins, comme autrefois on en couvrait des pots de fleurs, des arbustes ou quelques machines. Les édifices les plus hardis des générations passées seront étonnés de se voir surpassés par une simple précaution hygiénique de la génération actuelle. C'était en effet une entreprise digne du génie contemporain, de vaincre définitivement la nature dans ce qui, jusqu'à présent, avait toujours le plus complètement échappé à la domination de l'homme, et de disposer sur un espace quelconque, de la chaleur, de la lumière, de la pluie et du beau temps, comme si le monde extérieure n'existait pas.* In Oppermann A., *Mémoire sur les construction en verre*, in "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publiques", 1854.



Fig. 2.1 - The Eden Project, Grimshaw & partners (St. Austell, Cornovaglia)



Fig. 2.2 - The Eden Project, Grimshaw & partners (St. Austell, Cornovaglia)

Lo stesso Joseph Paxton - *ingénieur, jardinier* come amava definirsi - in un rapporto letto alla Società delle Arti di Londra il 13 Novembre 1850<sup>2</sup>, faceva specifico riferimento proprio alle serre come strutture antesignane dei grandi palazzi di cristallo delle Esposizioni Universali della seconda metà dell'Ottocento.

Nella sua relazione è possibile rintracciare lo sviluppo dell'idea delle costruzioni in vetro di cui il Palazzo di Hyde-Park<sup>3</sup>, sorto nel 1851 a Londra, è sintesi ed epilogo.

L'analisi di Paxton sottolinea in primo luogo quanto i fattori economici avessero influenzato il diffondersi di questo nuovo tipo di costruzione: l'Inghilterra, patria del carbone fossile, era stato infatti il primo Paese a dotarsi di un grande edificio in ferro e vetro, entrambi *prodotti ignei*, proprio perché il costo di un edificio in vetro dipendeva sempre - più o meno direttamente - dal valore del combustibile impiegato per la produzione delle materie prime.

Il tentativo di ottimizzare la quantità e la qualità della luce che penetrava all'interno delle strutture vitree - condizione essenziale per uno sviluppo

---

<sup>2</sup> Paxton J., *Rapport à la Société des Arts de Londres lu le 13 novembre 1850*, in *Revue Générale de l'Architecture*, 1854.

<sup>3</sup> Palazzo di Hyde-Park sorto nel 1851 a Londra ingegnere: Paxton, impresari: Fox e Henderson, architetti decoratori: Owen Jones e Digby Wyatt

ottimale delle piante esotiche importate dalle colonie inglesi in quel periodo - portò Paxton a sperimentare nuove soluzioni che condussero dalle prime *pesanti ed oscure* serre di Chatsworth realizzate in legno e vetro, a soluzioni sempre più leggere che prevedevano l'impiego di vetri e telai misti in ferro e legno di spessore ridotto.

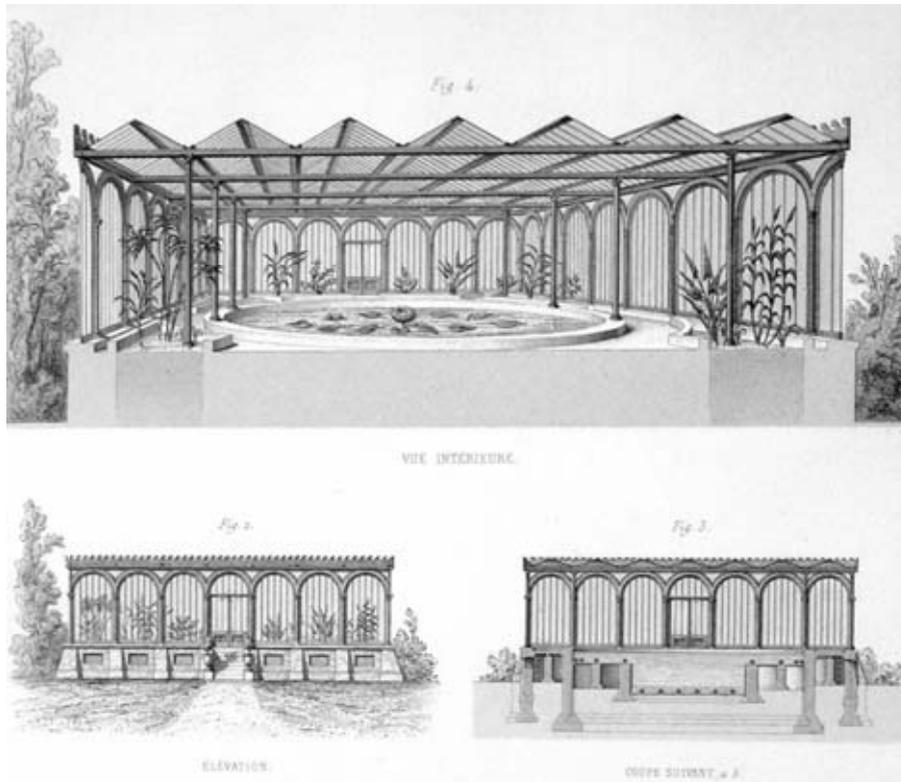


Fig. 2.3 - La serra del giglio gigante Regina Vittoria a Chatsworth  
(da *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publiques*)

A partire dal 1828, realizza alcune serre a Chatsworth utilizzando i vetri molto spessi che l'industria allora produceva per le vetrature. I vetri erano inseriti in membrature lignee con sezioni di dimensioni notevoli in grado di sopportare il carico delle spesse lastre, ciò rendeva le coperture pesanti ed oscure, contrariamente a ciò che si sarebbe voluto ottenere; inoltre il legno si era dimostrato un materiale poco adatto: le condizioni di umidità e temperatura all'interno delle serre favorivano infatti il rapido deterioramento delle parti lignee.

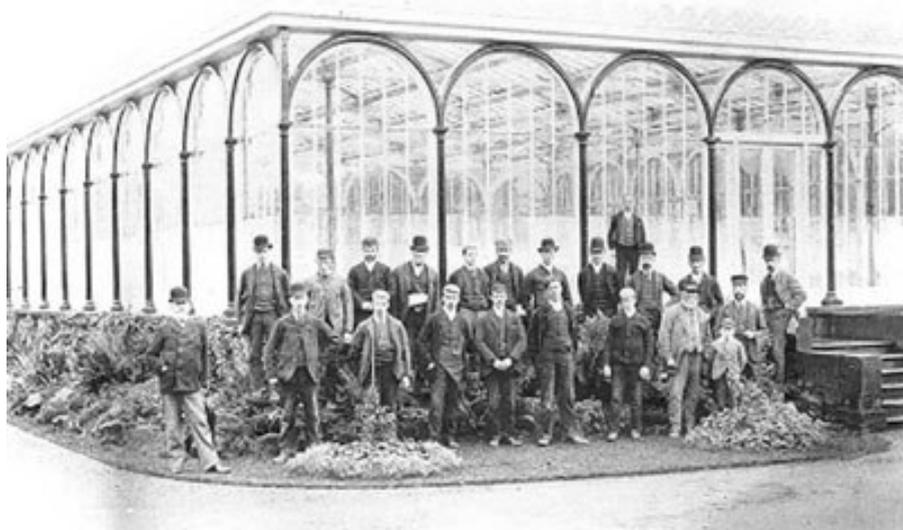


Fig. 2.4 - La serra del giglio gigante Regina Vittoria a Chatsworth

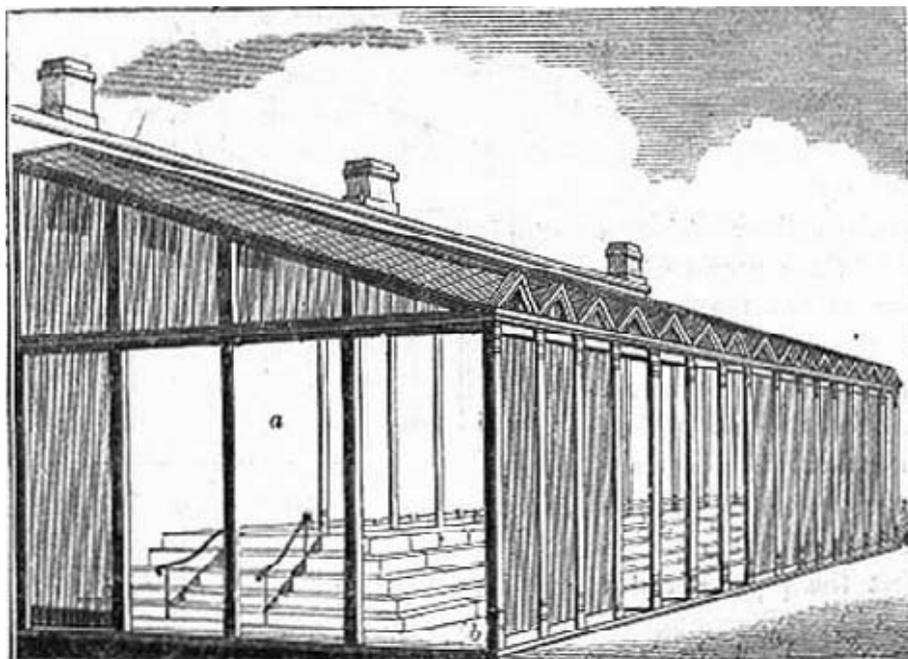


Fig. 2.5 – Il sistema *a dente di sega* viene adottato da Paxton inizialmente solo per le coperture.

Paxton interviene nelle successive realizzazioni in primo luogo riducendo l'altezza degli arcarecci e dei puntoni che riduceva la penetrazione della luce. Allo stesso tempo usa dei telai leggeri con scanalature predisposte per accogliere i vetri, ciò consentì di evitare l'applicazione di un ulteriore fermavetro e di ovviare ai problemi dovuti al distacco del mastice.

Ancora nel 1833, Paxton si mostra scettico nei confronti delle costruzioni metalliche, in particolare riguardo ai problemi legati alla dilatazione termica, all'isolamento termico, alla possibilità di rottura dei vetri, la bassa resistenza alla corrosione (in particolare degli elementi di sezione ridotta) e la necessità di manodopera specializzata per gli interventi.

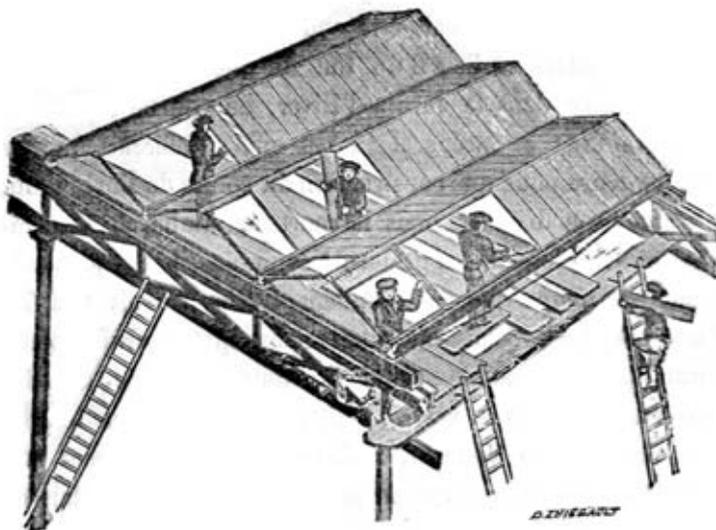


Fig. 2.6 – Montaggio delle lastre nelle coperture vetrate con sistema *a dente di sega*.

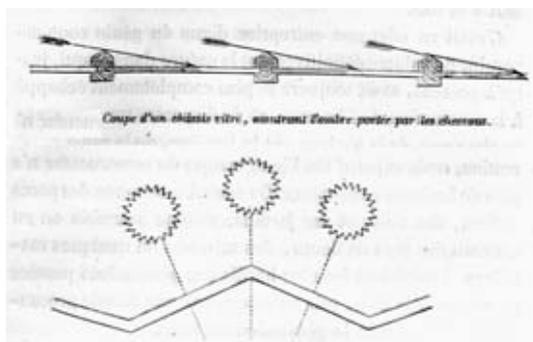
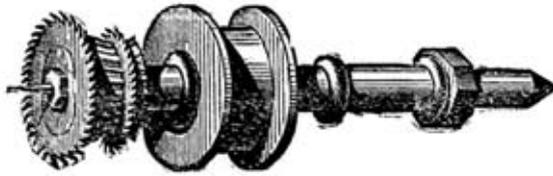


Fig. 2.7 – Il sistema Paxton *ridge-and-furrow principle* (da "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publics").



*Machine à faire des rainures.*

Fig. 2.8 – Fresa messa a punto da Paxton per la realizzazione delle scanalature portavetro  
(da "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publics").

L'aspetto più innovativo si rivelò nella disposizione delle lastre di vetro a dente di sega (*ridge-and-furrow principle*) secondo un angolo di 24°, che egli adottò per la prima volta nel 1834 per la realizzazione di un giardino d'inverno: i raggi solari potevano penetrare all'interno anche al mattino e al tramonto, senza essere intercettati dai telai (Fig 2.7). Paxton sottolineava come, nonostante il prezzo elevato del vetro, la costruzione risultasse alquanto economica in rapporto alla superficie coperta (26x7 metri per un'altezza di 5 metri circa).

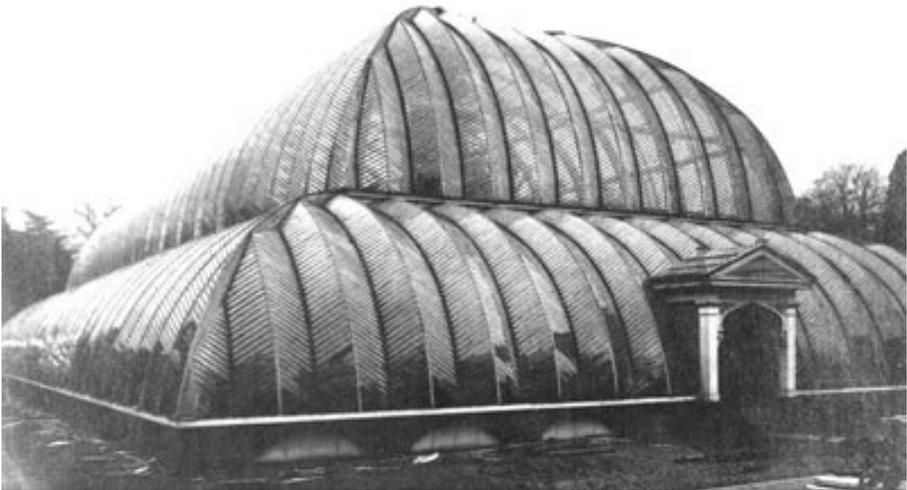


Fig. 2.9 – La Grande Serra di Chatsworth, 1836-1841, Joseph Paxton et Decimus Burton. Legno lamellato ed incollato, ghisa, ferro forgiato, vetro; lunghezza : 84,43 m, larghezza : 37,50 m, altezza : 18,50 m.

Le serre realizzate in questo periodo mostrano una struttura mista: in legno l'orditura principale e ferro per quella secondaria, soluzione che ebbe comunque poco successo a causa della incompatibilità tra i due materiali: fenomeni di putrescenza dovuti alla formazione di condensa in

corrispondenza dei punti di contatto tra elementi realizzati con materiali diversi, e sconnessioni o allentamento dei nodi dovuti alle differenti dilatazioni termiche. È a partire da questo momento, per far fronte a queste difficoltà, che l'ingegnere-giardiniere comincia a maturare l'idea di strutture realizzate esclusivamente in ferro e vetro. Queste strutture, probabilmente ispirate alle esili nervature della grande foglia della *Nymphaea Victoria* - che per primo era riuscito a far fiorire "in cattività" – consentivano la realizzazione di un involucro quasi totalmente trasparente grazie alle sottili membrature metalliche.



Fig. 2.10 – La resistenza delle grandi foglie del Giglio gigante ispirò secondo alcuni le realizzazioni di Paxton.

Come spesso accade, anche nel caso delle serre di Paxton, furono le nuove esigenze architettoniche a far progredire la produzione industriale. Fino al 1837, anno di realizzazione della grande serra ellittica del *Conservatoire de Chatsworth*, erano disponibili lastre di vetro di lunghezza ridotta, ciò comportava un notevole numero di sovrapposizioni che, a causa della maggiore difficoltà per la pulizia, rendevano poco igieniche e *sgradevoli alla vista a distanza di pochi anni anche le costruzioni meglio eseguite*.

Fu lo stesso Paxton a chiedere alla ditta Chance & C. di Birmingham di produrre lastre della lunghezza di quattro piedi, che divenne in seguito una dimensione standard per serre e lucernari per tutto il XIX secolo.

Queste esperienze confluirono nel 1851 nella realizzazione del primo grande palazzo per esposizioni che sorse in soli sei mesi a Londra in Hyde-

Park – progettista lo stesso Paxton, impresari Fox e Henderson, architetti decoratori Owen Jones e Digby Wyatt - ed in una serie di applicazioni come complementi per nuove tipologie edilizie.

Anche gli stessi sistemi di apertura e regolazione della ventilazione, che caratterizzeranno non solo le realizzazioni di maggior pregio, ma anche quelle correnti, misero a frutto le conoscenze acquisite dai costruttori delle serre per l'orticoltura. Non a caso "la serra" diventa un tema estremamente diffuso e trattato in molte riviste di architettura del periodo.

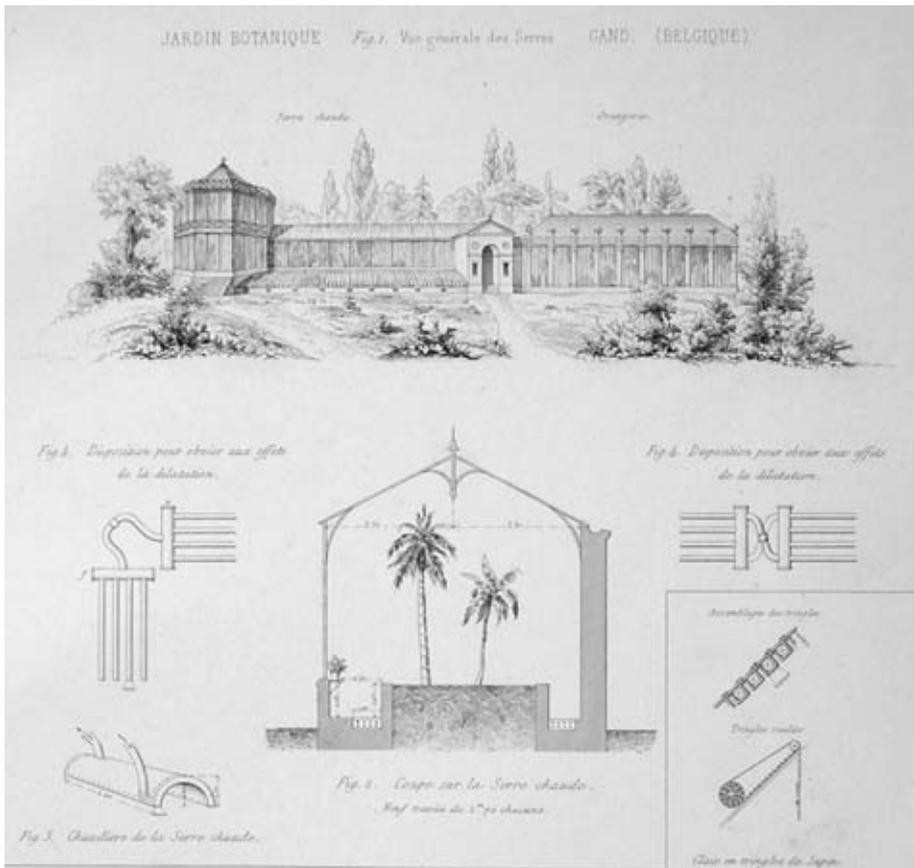


Fig. 2.11 – Nelle serre si sperimentano anche sistemi impiantistici evoluti.

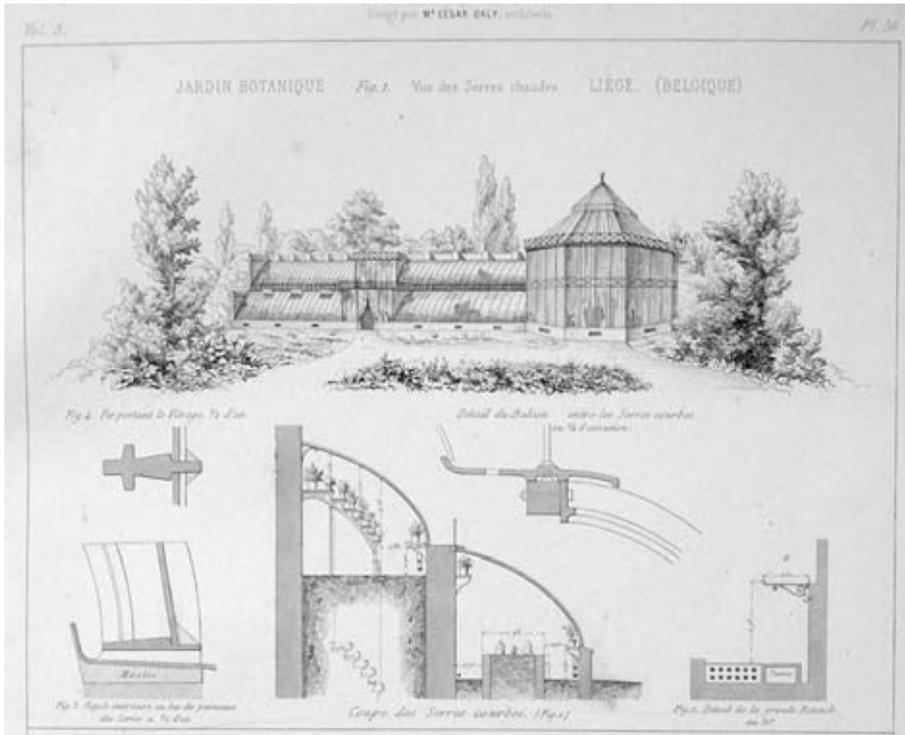


Fig. 2.12 – Esempi di serre per floricoltura.

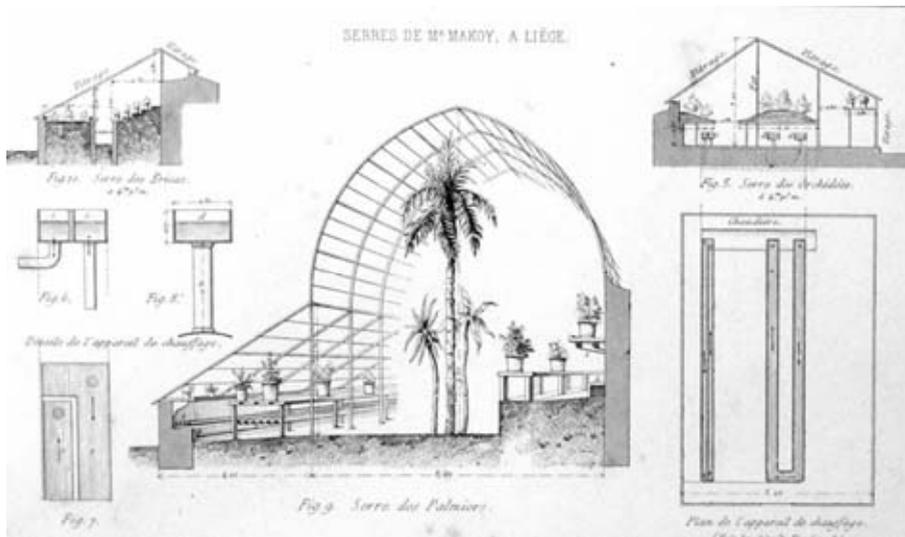


Fig. 2.13 – Serre per piante di grandi dimensioni.

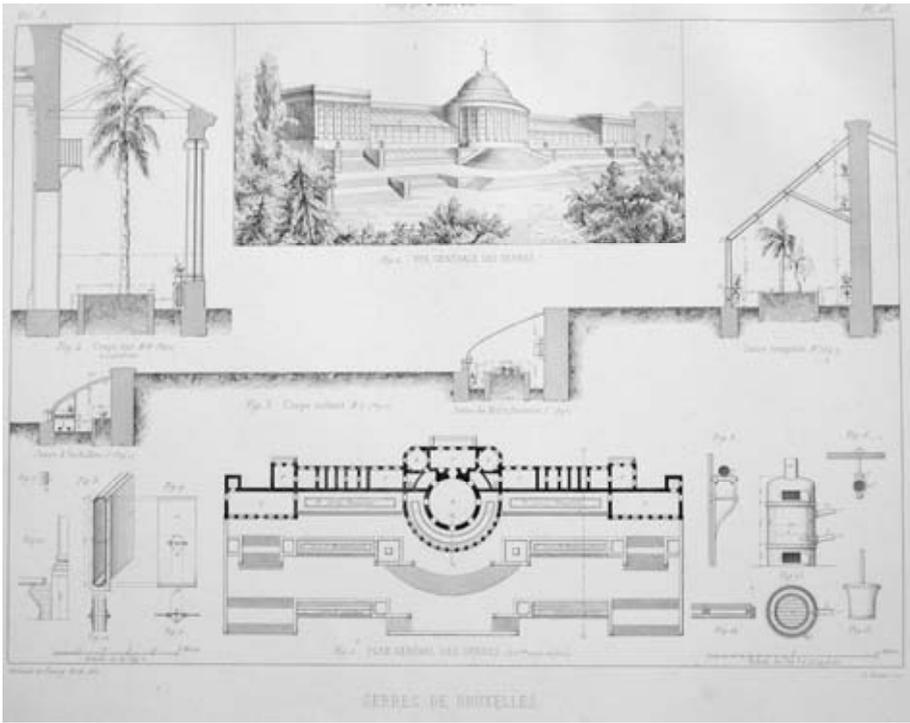


Fig. 2.14 – Serre a Bruxelles.

Gli edifici per le esposizioni<sup>4</sup> divennero veri propri manifesti del modo di fare architettura non solo per le soluzioni costruttive, ma anche per le raffinate soluzioni tecnologiche che, a differenza delle serre, dovevano garantire condizioni confortevoli in tutte le stagioni alle migliaia di persone che ospitavano. Risolvere il problema della condensa e del gocciolamento sui visitatori, questione trascurabile per le serre, diventava ovviamente nelle gallerie vetrate e nei palazzi per le esposizioni di fondamentale importanza.

Paxton aveva sperimentato un sistema ad *arcarecci-canale* in legno che consentiva la raccolta sia dell'acqua di pioggia che dell'acqua di condensa all'interno di scanalature longitudinali; tuttavia, le notevoli dimensioni degli arcarecci in legno e la loro putrescibilità, rendeva igienicamente poco adatto questo sistema. Sotto questo punto di vista ebbe maggiore fortuna il *sistema Fincken*, adottato per la prima volta nel Palais de l'Industrie a Parigi nel 1855: le lastre di dimensioni 0,90x0,49 metri e spesse 3.3 millimetri erano

<sup>4</sup> Dopo Londra, Dublino (1853), New York (1853), Parigi (1854), videro sorgere grandi costruzioni in ferro e vetro. La più grande opera di questo genere resta però il Museo di cristallo di Sydenham (1854), costruito vicino Londra su un'altura utilizzando anche materiali di recupero del palazzo di cristallo di Hyde-Park (Ingegneri: J. Paxton e Ch. Heard Wild, architetti: Owen Jones e Digby Wyatt).

poste in opera sovrapposte ma non a contatto; nello spazio tra le due si inseriva un gocciolatoio in zinco con la concavità rivolta verso l'alto.

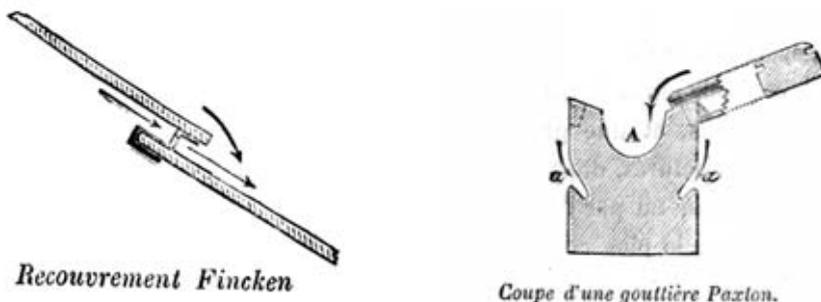


Fig. 2.15 – Sistemi Fincken e Paxton a confronto.

La possibilità di regolare la luce, la temperatura e l'umidità, condizione indispensabile nelle serre calde e nei giardini d'inverno, fecero sì che le tecniche adottate a tal fine in queste strutture fossero stimate anche quali possibili, prevedibili ed auspicabili applicazioni per le architetture a carattere igienico-salubre. In queste ultime, ad esempio, particolare cura doveva essere posta affinché l'acqua di condensa carica di polvere depositata sulla superficie interna dei vetri e di eventuali *microrganismi infettanti* non gocciolasse sull'ambiente sottostante.

Inoltre, già a metà Ottocento, si prevedeva come il vetro potesse contribuire allo sviluppo delle tecniche per la *ventilazione ed il riscaldamento economico*<sup>5</sup> e come allo stesso tempo nella diffusione delle *case economiche* e dei nuovi principi di igiene si sarebbe potuto assegnare a questo materiale un ruolo estremamente importante: l'effetto sperimentato nelle "stufe" e nelle serre calde era amplificato negli edifici per mezzo delle prime applicazioni di *finestre doppie*, in cui tra due telai che incorniciavano le lastre di vetro veniva racchiuso uno strato d'aria dello spessore di qualche

<sup>5</sup> *Faible conductibilité du verre pour la chaleur moléculaire. Transparence à la chaleur lumineuse (Diathermansie). Résistance à la chaleur obscure. Etuves. Serres chaudes. Doubles fenêtres, Fenêtres ordinaires, au point de vue de la conservation de la chaleur des appartements.*

*La faible conductibilité du verre pour la chaleur moléculaire, ou la résistance qu'il oppose aux rayons de chaleur obscure, tout en étant facilement perméable aux rayons de chaleur lumineuse et directe, le rendent éminemment propre à circonscrire des espaces ou l'on veut conserver un degré de température donné, ou concentrer la chaleur des rayons solaires venant du dehors. C'est la théorie des étuves et des serres chaudes dont nous avons déjà parlé. En emprisonnant entre deux châssis de verre un matelas d'air d'une épaisseur de quelques décimètres (doubles fenêtres), on augmentera encore ces effets. C'est une application qui est déjà générale dans tous les pays septentrionaux (Suède, Danemark, Pologne, Russie), et l'importance que prendront, dans l'avenir, les procédés de chauffage et de ventilation économique, trop peu répandus encore, assigne à cet usage du verre un rôle extrêmement étendu, Oppermann A., Mémoire sur les constructions en verre, in "Revue générale de l'architecture", 1854.*

decimetro, accorgimento fin da allora conosciuto ed applicato in Paesi a clima freddo quali Svizzera, Danimarca, Polonia e Russia.

L'immaginazione dei progettisti spaziava dalle applicazioni più semplici, come dai piccoli lucernari posti sui vani scala - prescritti da molti regolamenti edilizi e raccomandati nei trattati d'igiene - che garantivano grazie all'effetto camino aria e luce anche ai locali che si affacciavano su questi, alle avveniristiche ipotesi di copertura con strutture in ferro e vetro di interi edifici destinati a case di cura per le malattie polmonari o come semplici abitazioni nei paesi più freddi. Si immaginavano edifici costruiti all'interno di grandi serre perfettamente ermetiche nelle quali tutte le parti avrebbero avuto una temperatura gradevole, uniforme e ben regolata per mezzo di caloriferi che riscaldavano l'aria destinata alla respirazione degli abitanti. La struttura sarebbe stata realizzata con colonne in ghisa o in ferro, poiché, soprattutto se utilizzati come ospedali, avrebbero garantito migliori caratteristiche igieniche.

*Nei Paesi brumosi, come nei polders olandesi, l'aria poteva anche essere purificata da quelle esalazioni putride che in certe stagioni dell'anno penetravano nelle abitazioni ordinarie; nei Paesi molto freddi invece si sarebbe ottenuto il vantaggio di non subire variazioni di temperatura<sup>6</sup>.*

Il vetro trovò inoltre larga diffusione anche nell'interpretazione di nuove tipologie edilizie: i mercati coperti, le gallerie urbane, ed i *promenoirs* coperti in vetro diventano uno dei temi prediletti nei progetti di risanamento urbano, proprio per la possibilità che fornivano di riparare dalla pioggia consentendo allo stesso tempo la penetrazione della luce.

Facendo riferimento all'insalubrità dei *lunghi ed oscuri porticati* della rue de Rivoli a Parigi, si immaginavano larghi marciapiedi *ricoperti da eleganti e leggere vetrate sostenute da pilastri-candelabro in ghisa che servono sia da pensilina che da ornamento; niente impedirebbe di dare a queste vetrate una colorazione gradevole e varia. In estate, durante i giorni più caldi,*

---

<sup>6</sup> "Maison sous verre - Habitation construite dans un milieu parfaitement clos, et pouvant servir au traitement des maladies spéciales.

On pourrait construire une enveloppe formée en verre, une vaste serre, assez résistante pour qu'elle ne put pas être facilement brisée; dans ce milieu, qui pourrait être considérable, s'élèverait l'habitation, dont toutes les pièces auraient une température douce, égale et bien réglée, au moyen de calorifères chauffant l'air destiné à la respiration des habitants. Ces constructions intérieures seraient faites d'après notre système de colonnes en fonte ou en fer forgé reliées par de simples entrefonds. On peut apprécier tout le confort que procureraient de pareilles habitations: leur prix serait nécessairement élevé, mais en les utilisant comme hôpitaux pour des maladies particulières, telles que celles de poitrine, etc., qu'importerait l'excès de dépense?

L'atmosphère intérieure serait adoucie et régularisée; dans les pays brumeux, comme les polders de la Hollande, on la purifierait aisément de ces exhalaisons putrides qui, dans certaines saisons de l'année, pénètrent dans les habitations ordinaires; dans les pays très-froids, on aurait l'avantage et l'agrément de n'avoir pas à subir les variations de la température. A l'entour de la maison on aurait une belle et vaste serre, véritable jardin d'hiver, et les verres de celle-ci, éclairés le soir par des lumières placés à l'intérieur, produiraient un effet très-agréable à l'extérieur, si cette serre était ornée de rosaces et de dessins en verres colorés", da Revue Générale de l'Architecture, 1847

*potrebbero essere ricoperte da teli leggeri sui quali far scorrere dell'acqua attraverso bocche di distribuzione ornate con arbusti e fiori*<sup>7</sup>.

Questa descrizione sembra quasi anticipare di 140 anni le pergole realizzate a Siviglia in occasione dell'Expo '92 a protezione dei percorsi esterni.

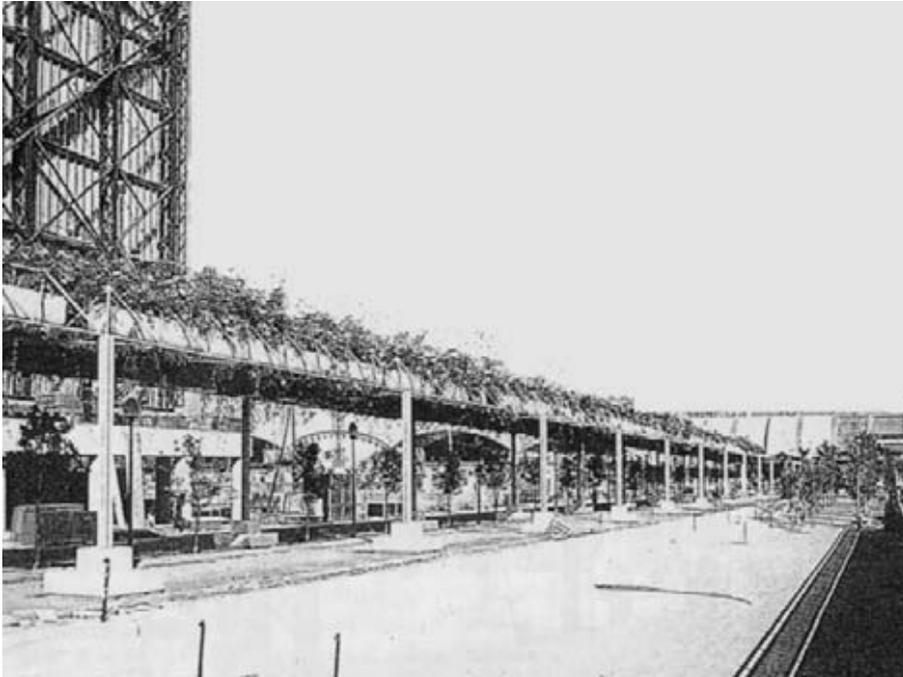


Fig. 2.16 – Siviglia, Expo '92.

Sempre Oppermann, riflettendo sulle caratteristiche intrinseche di igienicità del vetro scriveva: *è certo che, in un avvenire non lontano, il riscaldamento e la ventilazione regolare degli edifici diverranno un bisogno altrettanto pressante in architettura quanto la circolazione del sangue nel corpo umano; e quale risorsa saranno le condotte in vetro per iniettare, attraverso mille orifizi elegantemente cesellati ed inseriti negli apparati decorativi più pregiati degli ambienti interni, il gas freddo o caldo necessario alla condotta igienica delle sale pubbliche e degli appartamenti privati.*

---

<sup>7</sup> A. Oppermann, Mémoire sur les construction en verre, Revue générale de l'architecture, 1854.

## **2.2 Lucernari e coperture a vetro**

È evidente come - in un periodo in cui la dotazione impiantistica degli edifici era esclusivamente di tipo puntuale e non ancora in grado di soddisfare pienamente l'istanza di benessere, soprattutto in ambienti di grandi dimensioni - la qualità e le modalità di penetrazione della luce e dell'aria richieste in locali con differenti destinazioni d'uso influissero sulla determinazione delle caratteristiche geometrico-costruttive delle chiusure esterne. Si tendeva pertanto ad ottimizzare non solo la geometria degli elementi portanti, ma anche il numero e l'inclinazione delle falde, la distanza tra gli elementi strutturali principali, quelli secondari ed i ferri porta vetro, lo spessore, dimensioni e trattamento superficiale delle lastre di vetro e le modalità di ventilazione mediante sistemi mobili.

Questi erano generalmente gli aspetti da prendere in considerazione, ovviamente oltre al tipo di attività che si svolgeva nel locale, per la progettazione di una grande copertura vetrata, ma anche di un semplice lucernario.

Basti pensare alle diverse esigenze che nascevano nel caso più semplice di copertura di un vano scala rispetto ai problemi da prendere in esame, ad esempio, nel caso di lucernari e gallerie vetrate di spazi espositivi, di studi fotografici o di artisti.

Inoltre, la soluzione di questi problemi non doveva entrare in conflitto con l'esigenza primaria di garantire un rapido deflusso delle acque meteoriche sulla superficie del lucernario ed evitare, questione di ben più complessa soluzione, che l'acqua, che si forma sulla superficie inferiore per condensa dell'umidità, che penetra attraverso le commessure tra vetro e vetro spinta dal vento o a causa della differenza di pressione tra interno ed esterno nel caso in cui le falde del lucernario sono poco inclinate, non stilli all'interno del locale.

In ogni caso era evidente che qualsiasi scelta doveva essere soggetta ad un accurato esame, specialmente se si trattava di applicare un sistema, sperimentato in altri luoghi, in circostanze speciali: le condizioni climatico-ambientali risultavano infatti determinanti ai fini dell'applicabilità e dell'efficacia di soluzioni costruttive progettate in aree geograficamente differenti.

### **Caratteristiche costruttive**

In un involucro vetrato le porzioni che da sempre risultano di più complessa soluzione sono certamente le coperture; in tutti i casi in cui si voglia ottenere luce naturale proveniente dall'alto, è necessario assicurare da una parte un rapido deflusso dell'acqua piovana, dall'altra evitare la formazione o riuscire ad impedire lo stillicidio dell'acqua che si forma per condensazione sulla superficie interna delle lastre di vetro. Ovviamente anche in passato si cercava di soddisfare questi due scopi senza ridurre l'illuminazione. Questa ultima condizione era spesso resa di più difficile soluzione dalla necessità di evitare le penombre o le ombre portate come nel caso di gallerie d'arte e

musei in cui l'uniformità della luce era una condizione imprescindibile.

La limitazione che ne conseguiva nelle dimensioni delle membrature portanti e la fragilità del vetro rendevano ancora più complesso il problema della durabilità di costruzioni esposte agli agenti atmosferici.

Se risultava relativamente più semplice far defluire efficacemente le acque piovane ed ottenere una buona impermeabilità, maggiori difficoltà si riscontravano per la difesa dall'acqua di condensazione e per la sua eliminazione.

L'acqua poteva penetrare attraverso le chiusure principalmente a causa dell'elasticità delle incavallature del tetto, per il sollevamento di lastre di vetro a causa della differenza di pressione tra interno ed esterno, per le variazioni di temperatura, il degrado dei sigillanti, la rottura di lastre di vetro per effetto di grandine o di caduta di oggetti dall'alto o per congelamento dell'acqua eventualmente penetrata nelle commessure.

Lo stillicidio all'interno era causato non solo dall'acqua o dalla neve penetrate dall'esterno sotto la spinta dei venti o per differenza di pressione, nel caso in cui l'inclinazione delle lastre era molto ridotta, ma anche dalla rugiada o dal vapore acqueo che si condensava sopra le superfici più fredde di vetro o di metallo.

Se sulla superficie inferiore delle parti in vetro od in metallo si trovano dei risalti, in corrispondenza di questi si formano i primi agglomeramenti di acqua, che, col successivo accrescersi, vengono a costituire delle grosse gocce, che, se la pendenza della superficie non è sufficiente, invece di scorrere su di essa, se ne distaccano cadendo.

Da ciò derivava l'opportunità di ridurre i collegamenti orizzontali (specialmente se di grandi dimensioni e di metallo) nella superficie del tetto e la necessità di ridurre il contatto di aria calda ed umida con le superfici interne.

Nei casi di coperture meno raffinate era sufficiente incrementare l'inclinazione della falda per far defluire l'acqua di condensa in apposite canalette perimetrali, ovvero, per inclinazioni ridotte si munivano i singoli arcarecci di speciali canaletti appesi al disotto in modo da abbracciarne tutta la larghezza.

Nei casi più raffinati si impediva la formazione della condensa progettando dei lucernari doppi, cioè disponendo sopra il locale il lucernario esterno e un lucernario interno sottostante. Tuttavia anche per questi lucernari interni (i cosiddetti velari o soffitti a vetri) erano necessari particolari accorgimenti proprio a causa della disposizione orizzontale che il più delle volte era prevista per le lastre di vetro. La determinazione dello spessore dei vetri da impiegarsi dipendeva infatti essenzialmente dalla inclinazione con la quale si dovevano collocare in opera le lastre, ma anche dalla larghezza e lunghezza di esse.

Ovviamente spessore e dimensioni delle lastre influivano sul prezzo quanto la qualità del vetro che poteva essere *soffiato*, *colato*, *vetro duro*, ecc. Nei casi più comuni, per inclinazioni limitate si reputava conveniente una distanza tra i portavetri di circa m 0,50 per una lunghezza di lastre di m

1; per maggiori larghezze fino a m 0,65, una lunghezza di circa m 0,78 ed uno spessore di mm 4,5 - 5, per vetro soffiato e di 7 - 12 mm per vetro colato, rigato o scanalato. Naturalmente per inclinazioni maggiori si poteva diminuire lo spessore a parità di dimensioni delle lastre.

Per inclinazioni molto ridotte si potevano o adottare pesanti lastre di spessore notevole ovvero si disponevano i portavetri più vicini. In questo caso erano necessari anche dei canaletti posti per traverso in corrispondenza alle giunture. Le grosse lastre del cosiddetto vetro greggio, non solo presentavano il vantaggio di una resistenza maggiore, ma erano disponibili in commercio anche con grandi dimensioni e con la faccia interna perfettamente liscia, riducendo così il rischio di stitilicidio. Il vetro greggio scabro e scanalato, la cui superficie non piana si collocava sempre all'esterno, dava ovviamente luogo ad una grande dispersione di luce. Quando era collocato in piano, richiedeva una pulitura più frequente poiché veniva rapidamente offuscato dalla polvere e la neve vi scorreva sopra difficilmente. Oltre alla scelta della qualità di vetro l'attenzione era rivolta alla sagoma dei *ferrì a vetro*, che dovevano non solo garantire una buona tenuta, anche senza mastice, ma dovevano al contempo consentire all'acqua piovana eventualmente infiltratasi di defluire facilmente e rendere stabili le lastre di vetro affinché non scorressero sotto l'azione del proprio peso o di eventuali sollecitazioni esterne.

### **Caratteristiche geometriche: le coperture vetrate a falde.**

Nelle falde vetrate aventi pendenza ridotta (generalmente nella manualistica dell'epoca si pone il limite di 45°) una goccia che scorra lungo la superficie inferiore di una lastra, quando viene ad urtare contro la testa della lastra inferiore nella quale la superiore è sovrapposta, si stacca e cade facilmente. Se in più le due lastre nella sovrapposizione non sono a contatto, ma lasciano fra esse un po' di spazio, allora il vento può spingere dell'acqua esterna verso l'interno. Per questa ragione, quando il lucernario presentava più di una lastra nel senso dell'altezza, di rado si adottava una pendenza minore di 45°. Con un'inclinazione minore, tagliando obliquamente l'estremità inferiore della lastra sottoposta, si dirigevano le gocce lateralmente verso le pareti del telaio. Rimaneva però sempre il pericolo che l'acqua congelasse nella commessura di sovrapposizione e spezzasse le lastre. A ciò si ovviava piegando i lati dell'intelaiatura, in modo che risultava una commessura formante un angolo di circa 5°, si diminuiva sensibilmente la capillarità della commessura stessa, così veniva evitata da una parte la rottura per congelamento, dall'altra l'acqua che si introduceva non sgocciolava nell'interno. Perciò erano giudicati preferibili i tetti poco inclinati per i locali che avevano bisogno di aerazione limitata. Nelle lastre molto grosse, in caso di taglio irregolare del vetro, potevano formarsi degli agglomerati di gocce, era quindi necessario, per evitare lo sgocciolamento, smussare gli spigoli. Questo era però un mezzo costoso e perciò tornava più conveniente quello di non far appoggiare direttamente una lastra sull'altra.

Se la copertura vetrata doveva invece avere una perfetta tenuta all'aria,

si interponeva una striscia di mastice, oppure, poiché questo non era durevole, si introduceva un cuscinetto in carta stagnata o piombata, convesso nel verso il basso e forato per lasciar scolare l'acqua interna. Se i correnti del telaio avevano dei canaletti laterali, le strisce di chiusura si realizzavano convesse verso l'alto, per guidare l'acqua in tali canaletti.

Se non si richiedeva una perfetta tenuta d'aria, bastavano delle strette liste di zinco. Una forma che si riteneva opportuna in tali casi, è quella in cui il distacco fra le lastre era interrotto dalla parte interna solo da piccoli supporti, mentre nella parte esterna rimanevano liberi solo dei piccoli fori posti di fronte ai supporti superiori.

Per inclinazioni ridotte, ma specialmente quando si adoperava vetro molto sottile, si tagliava anche l'estremità inferiore della lastra, come precedentemente detto, obliquamente od in tondo. Nelle falde di tetto molto inclinate bisognava impedire che tutta l'acqua piovana scorresse sull'intera superficie di vetro (anche quando era molto inclinata) per evitare anche attraverso piccole soluzioni di continuità o rotture potessero penetrare notevoli quantità d'acqua. Si disponevano a tal fine le lastre trasversalmente all'inclinazione del tetto, alquanto inclinate a sella (a due spioventi) e si dava ai travicelli degli impluvi una sagoma a canale ben pronunciata. Se la pendenza del in cui i lucernari erano inseriti era molto ridotta, le falde vetrate venivano rialzate sopra la superficie del tetto stesso in modo da avere una pendenza sufficiente; oppure si ripartiva l'intera superficie in singoli tetti a sella, a due spioventi, disponendoli trasversalmente alla pendenza del tetto e con altezza corrispondente alle lastre, intercalando ancora fra essi dei canaletti secondo la pendenza del tetto. Se non si potevano adottare questi mezzi, bisognava ricorrere a disposizioni a scalini nelle quali le lastre aventi un'inclinazione minima di 1:3, 1:5 erano sostenute nelle estremità superiore ed inferiore, con o senza ricoprimento, da ferri a canale che sboccavano nei canali degli arearecci o ferri a vetro inclinati

### **Componenti e Conessioni. “Ferri a vetro”**

Tra i cosiddetti “ferri a vetro” prodotti a partire dalla seconda metà del XIX secolo i ferri a  $\perp$  presentavano la forma più conveniente e più resistente, sia quando le lastre erano collocate a mastice, sia quando ricevevano un cappello di ricoprimento in lamiera di zinco. I ferri a  $\perp$  con intagli a canaletto nelle ali alla base dell'asta garantivano un buon attacco del mastice, in particolar modo quando questo doveva essere adoperato in grosso strato per compensare l'obliquità nel caso di lastre a sovrapposizione. Quando le ali dovevano servire da canali, come nel caso di permeabilità del mastice, assumevano forme particolari come quelle riportate nella fig. 2.17 tratte dal “Manuale dell'architetto” di D. Donghi. Questi profili potevano però essere utilizzati solo nel caso in cui la falda era costituita per l'intera lunghezza da una sola lastra; nel caso di più lastre il ferro porta vetro doveva essere conformato a gradini per compensare lo spessore della lastre in corrispondenza della sovrapposizione. I ferri a  $\perp$  erano particolarmente utilizzati quando la struttura portante del lucernario era estradossata, come

accadeva nel caso dei velari.

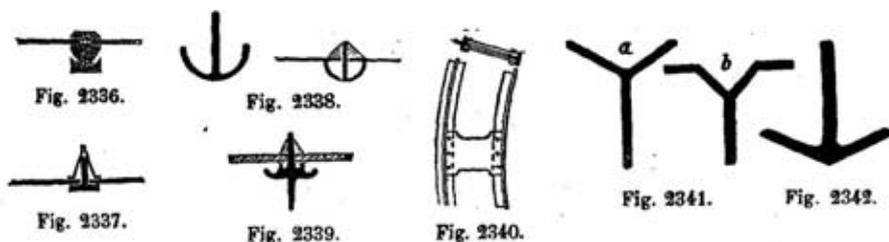


Fig. 2.17 – Ferri a vetro (da Donghi)

I *ferri a croce* si adoperavano specialmente per lucernari interni; erano particolarmente indicati quando era necessaria una doppia vetrata, o per evitare lo sgocciolamento sopra la sottostante costruzione che regge la vetrata.

L'uso dei cosiddetti *ferri a vetro a canale* (portavetri in ferro a canale) si rese necessario nel momento in cui l'industria del vetro cominciò a produrre lastre di dimensioni sempre maggiori, quindi più pesanti, e fu necessario garantire una maggiore resistenza degli elementi porta vetro che cominciarono ad assumere una vera e propria funzione portante. Si adottarono dapprima dei ferri a canale usuali, quando era necessaria una sola lastra nella pendenza del tetto. Se si dovevano adoperare più lastre - poiché con *ferri a vetro a canale* non era garantito un appoggio sufficiente per i traversi e le lastre si trovavano ad essere appoggiate in corrispondenza degli spigoli - potevano essere impiegati i ferri a cavalletto (Zorès) o con profili ancora più complessi.

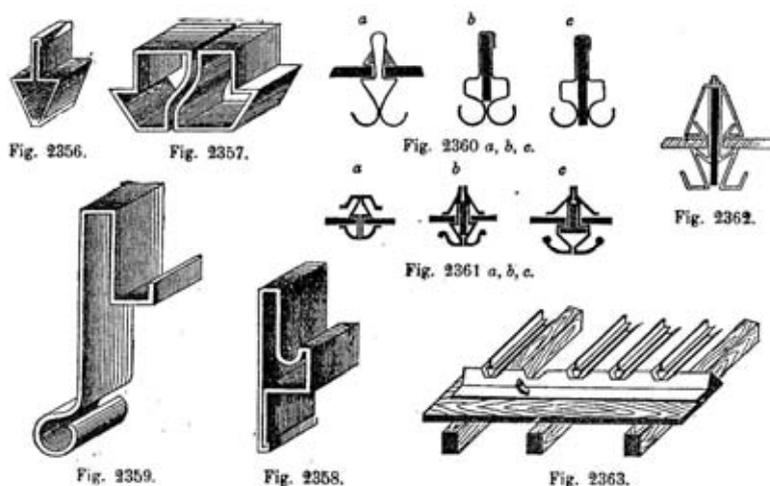


Fig. 2.18 – Profili in lamiera piegata (da Donghi)

Per evitare la interposizione di spessori cuneiformi per consentire un appoggio delle lastre di vetro, si foggiarono mediante fucinatura i ferri a canale a forma di sega che seguiva la posizione delle lastre di vetro. Questo procedimento risultava tuttavia economicamente conveniente solo nel caso di portavetri di zinco.

Tali soluzioni le ritroviamo in interventi particolarmente raffinati, quando non si doveva tener conto dell'economicità dell'intervento e per lucernari interni in cui non si poneva il problema dello stillicidio che avrebbero causato i risalti che interrompevano la continuità dei profili metallici. In tutti gli altri casi, si suggeriva l'inserimento di appositi spessori variabili che fungevano da appoggio alle lastre.

Per ovviare ai deleteri effetti del surriscaldamento dovuti all'irraggiamento solare diretto e per garantire la mobilità tra materiali con diverso coefficiente di dilatazione con l'inserimento di un materiale più flessibile si adottò con successo la lamiera di zinco, sola o come rivestimento di un'ossatura di legno o di ferro, servendosi, anche se solo in via accessoria, del mastice per l'ermeticità dei giunti.

La fig. 2.18 rappresenta alcuni *portavetri in lamiera di zinco con o senza anima di rinforzo in legno od in ferro*. In particolare, le sezioni rappresentate in fig. 2356 e 2357 erano adottate per le finestre comuni, ma anche per i lucernari interni, quelle delle fig. 2858 e 2359 per i piccoli lucernari da tetto comuni. Nella fig. 2360 a è rappresentato un portavetri di zinco in un sol pezzo con doppia scanalatura, senza anima (nocciolo) applicabile solo per lunghezze limitate, mentre le fig. b e c rappresentano lo stesso, ma in due pezzi, e munito di un'anima in ferro piatto; questa forma era destinata ad essere stuccata a mastice nelle giunture. La fig. 2361 rappresenta un portavetri di zinco in due pezzi, senza e con anima di ferro piatto. Questa forma, che serviva anche da cappello, non aveva quindi bisogno di stuccatura a mastice, e grazie alla sua elasticità formava una buona chiusura, doveva però essere inserita lateralmente, e la sua applicabilità riusciva assai limitata, sia per questa ragione, sia perché sopra la linea di giunzione si doveva poi saldare una striscia di lamiera, ed infine perché riusciva pressoché impossibile il ricambio delle lastre rotte. La fig. 2362 mostra una delle forme più diffuse. Le parti inferiori del portavetri in zinco con doppio canale sono saldate ad un'anima in ferro piatto zincato, mentre il cappello di copertura, già predisposto, viene avvitato sull'anima stessa. Nella fig. 2363 è rappresentato l'appoggio al piede di tali portavetri, che venivano saldati per evitare di ritagliarne gli spigoli. I portavetri di zinco erano di regola prodotti industrialmente con laminatoi, ma potevano anche essere preparati da ogni abile operaio lattoniere.

I portavetri disposti come arcarecci (o terzere) orizzontalmente venivano adoperati solo per le coperture in lastre di vetro greggio, con l'intento di poter adottare dei portavetri a canale più leggeri (nel senso della pendenza) che andavano solo da un arcareccio all'altro, fra quelli formanti canale collocati in corrispondenza delle incavallature. Se si voleva evitare l'appoggio sopra le due ali dei portavetri allora si disponevano i portavetri

intermedi a gradinate tra gli arcarecci-portavetri. Naturalmente si doveva usare molta attenzione nella disposizione degli arcarecci formanti canale, tanto se essi consistevano di un ferro a L o di due ferri C.

La disposizione complicata di un appoggio intermedio per mezzo di un canale trasversale a risvolto accartocciato non impediva l'immediato contatto di vetro e ferro. Le grandi complicazioni e le poco incoraggianti esperienze che si erano avute quasi dappertutto della copertura con arcarecci-portavetri, condussero a non adottarla se non nei casi di estrema necessità, quando si era obbligati a tale soluzione da tutta la struttura del tetto.

È da notarsi che spesso anche i portavetri a canale si indicavano come portavetri-arcarecci; ma questi non erano realmente portanti ma solo di collegamento e di completamento dell'ossatura del tetto.

### **Displuvi e colmi**

È naturale che la disposizione costruttiva del colmo richiedesse particolari attenzioni; essa veniva trattata come quella degli arcarecci precedentemente descritti. Nei piccoli tetti si evitava di far sporgere l'arcareccio di colmo all'interno per risparmiare il relativo canale.

Nelle serre e nei giardini d'inverno, specialmente quando si usavano ferri a croce, per garantire in appoggio efficace dei correnti si ricorreva a all'uso di ferri piatti saldati al profilo a croce per incrementare la superficie di appoggio. Spesso anche, quando si disponeva di un'altezza sufficiente si realizzava l'arcareccio di colmo con lamiera ritagliata ad arco acuto, sotto cui si univano i travicelli del tetto, i correnti. Per falde di tetto molto ampie era opportuno ricoprire il colmo in piano, in modo che risultasse praticabile, per poter ispezionare il tetto e pulirlo più facilmente.

### **Sistemi per prevenire lo scorrimento ed il sollevamento delle lastre di vetro**

Facendo riferimento alla Fig. 2.19, per impedire lo scorrimento delle lastre, nei tetti senza arcarecci, si praticavano dei fori nell'ala superiore dei correnti nei quali venivano introdotte trasversalmente delle caviglie (fig. 2374). Una soluzione simile a questa impediva che il vento sollevasse le lastre, nel caso che potesse agire sulle parti sporgenti delle lastre o sulla loro faccia inferiore. Generalmente si preferiva però realizzare un sistema di bloccaggio più elastico, con un piccolo strato intermedio di mastice (fig. 2875), o con l'inserimento di una molla (fig. 2876). Per le lastre sottili si adoperavano caviglie trasversali, oppure delle *alie* in lamiera di zinco o di rame (fig. 2375 a e 2378). Nel caso di portavetri zincati, il rame doveva essere opportunamente stagnato o zincato.

Nelle chiusure a profilo curvilineo, al posto delle caviglie o di *alie*, si adoperavano spesso dei ferri d'angolo che venivano chiodati o avvitati all'asta superiore (fig. 2377). Quando si adottavano dei portavetri trasversali in zinco, erano superflue altre misure di sicurezza, purché questi portavetri orizzontali (trasversali) fossero collegati rigidamente con quelli principali assecondando la pendenza.

Per i portavetri di zinco, al posto delle alie, erano il più delle volte saldate delle piccole sporgenze, che impedivano lo scorrimento. Spesso la sicurezza contro lo scorrimento si otteneva anche semplicemente per mezzo dei cappelli di copertura, per i portavetri a canale si adoperavano a tale scopo semplici strisce a molla.

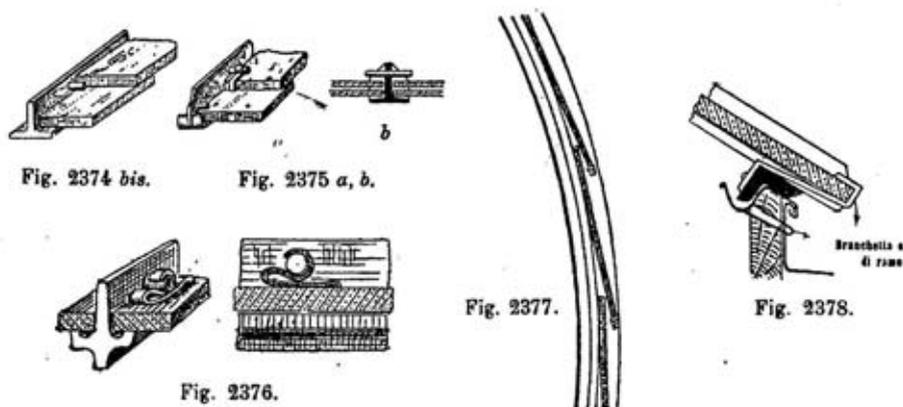


Fig. 2.19 – Particolari costruttivi (da Donghi)

### Tenuta dei giunti e dei portavetri a canale

La tenuta contro il vento e la pioggia si eseguiva con la stuccatura a mastice solo per lucernari piccoli o molto inclinati. In altri casi risultava sufficiente la sovrapposizione ai giunti di cappelli in lamiera di zinco o di rame; si adoperavano anche listelli di legno rivestito di zinco, strisce di feltro impregnate di paraffina, treccia di canapa avviluppata di sottile carta piombata o anche strisce di piombo laminate.

Come anticipato, quando si adoperavano correnti rettilinei si doveva realizzare un appoggio laterale continuo per le lastre sovrapposte l'una all'altra.

Il modo più semplice per realizzarlo, quando i portavetri a canale erano in lamiera, era quello di piegare o ritagliare le alie, in corrispondenza della lunghezza delle lastre.

Quando si aveva a disposizione una scanalatura di sufficiente larghezza si adoperava del mastice; in altri casi si faceva uso di biette di ferro, di legno o di lamiera di zinco a scanalatura.

La piegatura a gomito dei portavetri in ferro, spesso preferita, era un lavoro non semplice. In nessun caso si faceva appoggiare direttamente il vetro sul ferro, ma si interponevano comunque sottili strisce di mastice, di feltro o di piombo.

I cappelli di copertura posti a protezione dei giunti impedivano al contempo il sollevamento delle lastre.

### **Manutenzione e pulizia: provvedimenti contro i pericoli del transito sulle coperture.**

Per impedire i danni provocati dalla caduta accidentale di oggetti dall'alto o dovuti al transito di addetti alla manutenzione e alla pulizia dei vetri, sulle coperture a vetro erano generalmente poste reti metalliche ad un'altezza opportuna e, nel caso di lucernari di grandi dimensioni, parapetti per la protezione degli operatori. Tali parapetti si disponevano in modo che avessero un corrimano di appoggio, oppure si collocavano al loro piede delle tavole o delle passatoie metalliche per potervi camminare e così procedere ai lavori di pulitura e di riparazione. Le passatoie o guide si disponevano sugli stessi portavetri principali. Invece di passatoie fisse si potevano anche disporre soltanto delle sporgenze sui portavetri, destinate a sorreggere passatoie mobili formate con tavole da collocare all'occorrenza. Naturalmente si dovevano difendere le coperture a vetri dall'eventuale caduta di neve in massa da tetti soprastanti. Come difesa contro la caduta di lastre spezzate si appendeva a piccola distanza sotto la superficie dei vetri una tela metallica a maglie da 5 a 10 cm per impedire danni od anche possibili danneggiamenti a lucernari interni. Questa precauzione non era più necessaria quando si adottava per le lastre dei lucernari il *vetro retinato* o *armato*. Le lastre di questo vetro, oltre essere molto più resistenti di quelle di vetro ordinario, garantivano rispetto ai pericoli dovuti alla caduta di frammenti che restavano in caso di rottura trattenuti dalla rete che inglobavano. La resistenza dei lucernari con lastre di vetro armato era considerata tale da garantire addirittura rispetto alla caduta accidentale di persone dall'alto.

### **Lucernari per tetti a padiglione**

La soluzione geometricamente più ricorrente per i lucernari, la configurazione a padiglione, presentava delle difficoltà dipendenti dalla conformazione dei portavetri di cresta, dal loro attacco al colmo e dal taglio obliquo delle lastre in corrispondenza delle linee di displuvio.

Un opportuno appoggio delle lastre di vetro si realizzava facendo coincidere le ali di appoggio dei travicelli con i piani delle falde che si intersecavano, oppure si compensava lo spazio in corrispondenza dell'imposta di appoggio mediante l'inserzione di pezzi speciali di forma piramidale. Potevano essere utilizzati sia profili a Y per tetti a singola inclinazione per singola inclinazione ovvero anche ferri a L piegando l'ala in modo tale da assecondare inclinazioni differenti. Due ferri a L potevano sostituire sagome dalle forme particolari non disponibili in commercio, semplicemente interponendo tra essi pezzi a cuneo per ottenere l'angolo voluto. Lo stesso risultato si poteva ottenere schiacciando e deformando le sezioni ad L.

Se si adoperavano portavetri a canale, questi potevano essere opportunamente piegati. Sui profili in zinco la piegatura secondo l'angolo desiderato era effettuata piuttosto facilmente. Generalmente, e più

semplicemente, la chiusura in cresta si realizzava con mastice, mentre gli appoggi erano formati con semplici strisce di feltro.

Per rendere più semplice la realizzazione dei nodi di collegamento dei correnti di cresta (paradossi) con il colmo, si sceglievano di solito le forme particolari per i padiglioni e per la disposizione dei correnti. Si evitavano le configurazioni di figura 2.20 *b*, *c*, *e* in *a*, la configurazione riportata in fig in *d* era raramente adottata e solo nel caso in cui non erano realizzabili soluzioni alternative, mentre le disposizioni indicate in *c* ed *e* erano in genere quelle più diffuse.

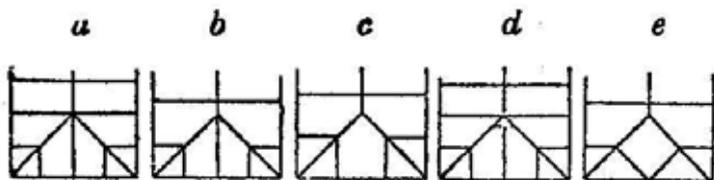


Fig. 2.20 – Particolari costruttivi (da Donghi)

Per evitare il taglio obliquo delle lastre si potevano disporre obliquamente i portavetri a padiglione, come è indicato in *e*: si raccomandava sempre tanto per evitare uno sfrido eccessivo, quanto per prevenire la rottura delle punte, ed assicurare un appoggio uniforme alle lastre, di realizzare le punte con piccoli pezzi speciali. Per i tetti a padiglione piramidali valeva in generale quanto si è già scritto; se - come spesso avviene - il tetto non aveva alcun canale, le estremità inferiori delle lastre si tagliavano a punta oppure tonde (Fig. 2.21). Per evitare la convergenza di più correnti al vertice, venivano di regola interrotti i portavetri centrali e si sovrapponeva un cupolino (fig. 2395). Nelle coperture coniche, in cui i travicelli dovevano essere curvarti anche per motivi di tipo estetico, si poneva il problema della la posa dei vetri su un appoggio non rettilineo, la soluzione di adottare lastre appositamente curvate non risultava ovviamente perseguibile per i costi elevati.

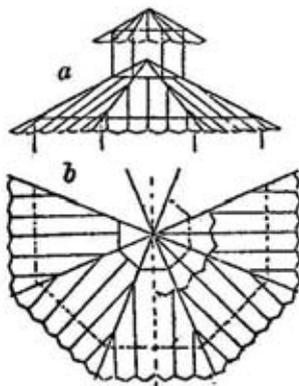


Fig. 2.21 – Particolari costruttivi (da Donghi)

Il problema era risolto (Fig. 2.22) collocando gli arcarecci all'esterno del poligono formato dai correnti principali, sospendendovi i correnti intermedi, sui quali, con un taglio in corrispondenza del vetro sottostante, si otteneva un buon attacco a tenuta e si poteva evitare lo stillicidio senza bisogno di canale.

In questi casi il colmo era formato da una calotta in metallo oppure in vetro soffiato. Quando nei tetti a padiglione (piramidali o conici) i correnti convergevano a stella su fazzoletti di lamiera, alle quali erano chiodati, su un anello o su una scatola, bisognava impedirne lo sgocciolamento, cioè si otteneva appendendovi sotto un recipiente di raccolta, il canale di deflusso dell'acqua raccolta poteva essere celato all'intradosso dei correnti.

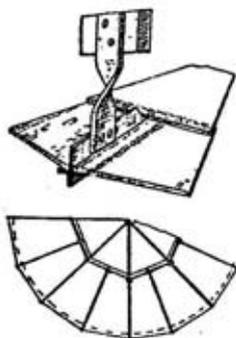


Fig. 2.22 – Particolari costruttivi (da Donghi)

### **Le grandi coperture trasparenti**

Gli accorgimenti adottati ed i sistemi di copertura cambiavano essenzialmente a seconda delle esigenze a cui doveva rispondere il tetto a vetri. In molti casi, ad esempio, per le tettoie di stazioni ferroviarie si limitavano le esigenze riguardo allo sgocciolamento, accontentandosi di smaltire l'acqua di pioggia ed una parte dell'acqua di condensazione, cosicché si stava anche al disotto della limitata inclinazione di  $1-1/4$ . La neve non rappresentava un problema in quanto veniva disciolta dal calore prodotto dalle locomotive. Le lastre di vetro greggio erano collocate semplicemente con una conveniente sovrapposizione in testa sopra correnti di sezione a canale, ed assicurati a questi con arpioni. I correnti appoggiavano alternamente sull'ala inferiore e sull'ala superiore degli arcarecci di sezione a C.

Le commessure, lasciate appositamente aperte, favorivano l'uscita del fumo ma permettevano anche l'introduzione della neve e lo sgocciolamento in corrispondenza alle terzere ed ai giunti di ricoprimento.

I lucernari dovevano invece soddisfare tutte le esigenze di cui si è scritto per tipologie più complesse come nel caso di musei. L'uniformità di temperatura che si doveva tenere nei locali preservava però il sottotetto da eccessivi raffreddamenti e con opportune misure si poteva impedire l'accesso all'aria caldo-umida.

### 2.3 Gli studi sull'illuminazione ideale: atelier di artisti, gallerie di fotografi

In un periodo in cui l'illuminazione artificiale era ancora limitata ai tradizionali sistemi a fiamma, l'attenzione con cui i progettisti affrontavano il tema della luce naturale nella progettazione di alcune architetture "funzionali" – si citano come esempi emblematici gli studi di pittori, scultori e fotografi - faceva di questi dei veri e propri "manifesti" di come anche le forme degli edifici potevano essere modellate in relazione alle condizioni di esposizione e alle esigenze di illuminazione.



Fig. 2.23 – Studi di pittori (da *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publics*)

In queste architetture, concepite quasi come delle "macchine" in grado di sfruttare al meglio la luce solare, le vetrate entrarono per la prima volta a far parte dei volumi non più come elemento puntuale, ma come grandi superfici piane, curve, in alcuni casi mobili, caratterizzanti le stesse architetture e capaci di dare espressione della propria funzione attraverso la loro forma.

La difficoltà di interpretazione e le perplessità manifestate in alcuni casi dai progettisti nei confronti delle potenzialità espressive delle superfici vetrate, che con il loro gusto moderno ed in alcuni casi meccanicistico venivano ad intaccare la composizione delle fronti di edifici nelle vie delle

grandi città, sono evidenti nella scelta fatta in alcuni casi di occultare o quantomeno non esporre alla vista le vetrate sui prospetti degli edifici prospicienti una via principale o piazza, scegliendo per la loro ubicazione un muro prospiciente un cortile, o un giardino interno. In altri casi, quando si accettava di proporre le superfici vetrate come elemento che contribuiva alla definizione estetica delle fronti degli edifici, si ottenevano risultati di qualità, in grado non solo di risolvere problemi di carattere pratico, ma anche di reinventare e trasformare un'architettura attraverso la creazione di quelle che potrebbero essere considerate delle nuove tipologie edilizie.

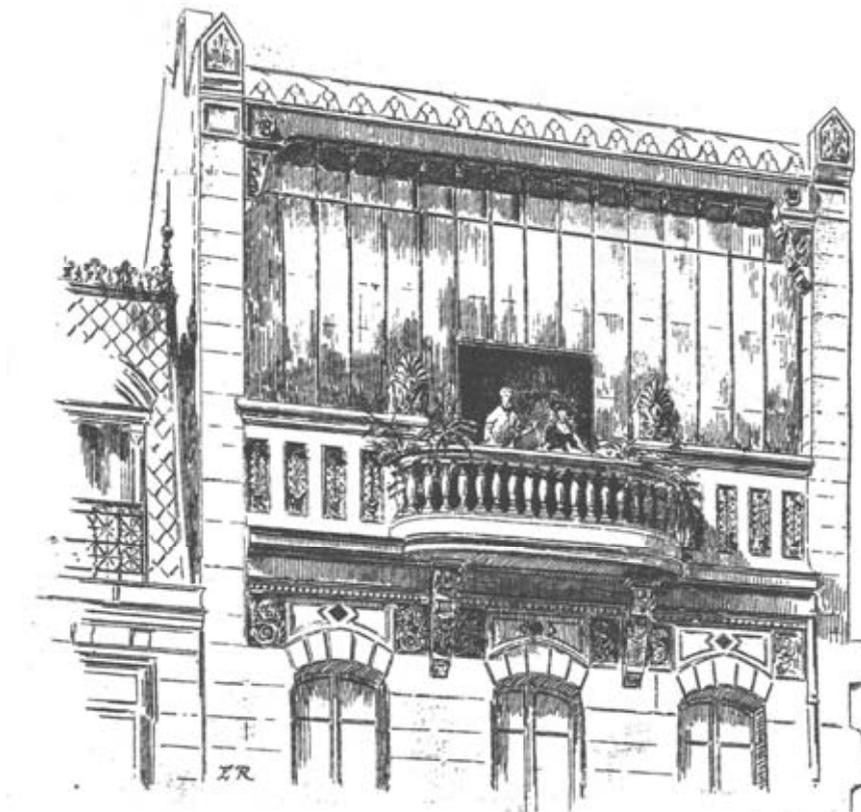


Fig. 2.24 – Studi di pittori (da *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publics*)

Le condizioni particolari che dovevano soddisfare queste costruzioni - luce uniforme da nord, assenza di luce riflessa che avrebbe altrimenti alterato la percezione cromatica, riduzione al minimo delle ombre portate - venivano più facilmente concretizzate in queste realizzazioni piuttosto che nei grandi edifici, in cui ogni difficoltà di carattere tecnologico era amplificata dalle maggiori dimensioni. Per tale ragione, risulta più interessante ed emblematico ai fini dello studio dei modi e dei sistemi di illuminazione naturale, l'analisi delle prime piuttosto che dei secondi.



Fig. 2.25 – Interno dello studio con vetrata angolare del pittore Ozenfant progettato da Le Corbusier nel 1922 (da Benevolo).

L'attenzione posta dai progettisti era tale da differenziare anche tra studi per pittori paesaggisti e studi per pittori ritrattisti, i primi avevano infatti esigenze minori dei secondi in quanto preparavano il bozzetto all'esterno e quindi con un'illuminazione naturale, i pittori ritrattisti necessitavano invece di condizioni di luce ottimali sia per dipingere che per illuminare i modelli.

In riferimento alla qualità della luce negli studi per artisti, D. Donghi precisava come quest'ultima deve essere *tranquilla e uniforme di colorazione e di intensità, quale si può avere soprattutto dalla tramontana, sempreché non sia disturbata da riflessi né dai raggi solari. I modelli si devono invece poter sottoporre a svariati modi di illuminazione, vale a dire con luce riflessa, luce dall'alto, luce laterale o posteriore, sicché qualche pittore dà maggiore importanza alla luce dei modelli che non a quella per dipingere*<sup>8</sup>.

Da quanto detto, per gli studi degli artisti era di fondamentale importanza l'orientazione e la scelta dell'ubicazione in ambito urbano, che doveva tener conto della presenza di specchi d'acqua, di coperture metalliche prospicienti e della presenza di edifici con pareti chiare o grandi finestre. Per tale ragione

<sup>8</sup> D. Donghi, *Manuale dell'Architetto*, Torino, 1926

molto spesso gli studi per artisti e le gallerie dei fotografi erano poste nei sottotetti o addirittura in locali al di sopra di questi. Era già noto come, nonostante tutta la luce proveniente dalla calotta celeste, ad eccezione di quella dovuta ai raggi diretti del sole, potesse essere considerata ottimale dal punto di vista della qualità, quella proveniente dalla fascia all'orizzonte fino ad un angolo di 10° fosse soggetta a variazioni di colorazione e di intensità dovute al riflesso della terra e alle condizioni atmosferiche.

In genere le aperture rivolte a nord erano considerate la soluzione ideale per uniformità di luce, anche se, soprattutto nelle città del Sud, nei mesi più caldi e nelle ore centrali della giornata l'umidità presente nell'aria conferiva una colorazione giallastra alla luce proveniente da ovest. Si preferiva così orientare le aperture verticali non perfettamente a nord ma leggermente ruotate verso est.

Riguardo alle modalità di penetrazione della luce all'interno dei laboratori, questa poteva essere introdotta con aperture laterali mediante vetrate verticali od oblique, con lucernario posto sulla copertura, con aperture laterali e zenitali, con vetrata ad angolo verticale od inclinata e con parte superiore piana o anch'essa inclinata o infine con vetrata curva, soluzione quest'ultima di particolare interesse sia dal punto di vista tecnologico che architettonico.

Queste molteplici soluzioni rappresentavano per i progettisti del tempo delle occasioni per applicare in modo diffuso i nuovi prodotti che l'industria ottocentesca del ferro e del vetro poteva fornire. Si dovevano infatti evitare tutte quelle membrature di notevole spessore che proiettano ombre evidenti, erano pertanto impiegati *ferrì a vetro* di sezione ridotta con lastre fissate mediante regoli di piombo. Le lastre di vetro non presentavano nessuna parte molata come negli specchi, e neanche dimensioni troppo elevate, poiché le lastre grandi presentavano spesso delle incurvature dalle quali avevano origine effetti di disturbo.

Il vetri scanalati, smerigliati, granulati o stampati erano impiegati per produrre attenuazioni ed effetti speciali, mediante schermi mobili. Anche riguardo ai meccanismi di movimentazione le vetrate rappresentavano esempi tecnologicamente evoluti, infatti in molti casi, qualora i lucernari erano completati da un velario orizzontale, questo poteva essere mobile perché si potesse all'occorrenza spostarlo per regolare l'intensità luminosa. Le lastre dei lucernari da tetto, come già accennato, erano le più lunghe possibili per ridurre il numero delle sovrapposizioni ed il numero di elementi portanti che avrebbero prodotto una riduzione della luce dovuta alle ombre portate. Se per ragioni di sicurezza era prevista per i lucernari una rete metallica di protezione, questa si collocava sotto le lastre e non sopra, dove la ruggine della rete avrebbe provocato sulle lastre macchie brune che pregiudicavano la luce; nel caso in cui la rete non era applicabile inferiormente, si ricorreva alle lastre di vetro retinato che riducevano però la qualità e la quantità di luce.

Tornando alle modalità di penetrazione della luce all'interno dei laboratori, nel caso di luce laterale notevole attenzione era posta alla

determinazione dell'altezza del parapetto della finestra dal pavimento del locale che doveva impedire che all'occhio arrivassero i raggi di luce della zona inferiore del cielo compresa fra l'orizzonte e i  $10^\circ$  al di sopra di esso<sup>9</sup>. La larghezza della finestra non era determinata con regole fisse, ma dipendeva fondamentalmente dalle dimensioni dello studio. Generalmente era consigliata un'ampiezza minima di 2 metri ed una ottimale variabile tra 2,5 – 3,20. Una costante che si ritrova in tutte le tipologie edilizie fortemente influenzate dalla qualità della luce naturale, aule scolastiche comprese, era costituita dal fatto che l'altezza della finestra dovesse essere la maggiore possibile, al limite a lambire il soffitto, e ciò non soltanto in considerazione della quantità di luce trasmessa, ma anche per ridurre la parte compresa nell'angolo di circa  $30^\circ$  fra la direzione del fascio luminoso e il soffitto piano che risulta in penombra; questa si estende sulla parete opposta alla finestra ed è tanto maggiore quanto più profondo è il locale e meno alta la finestra<sup>10</sup>.

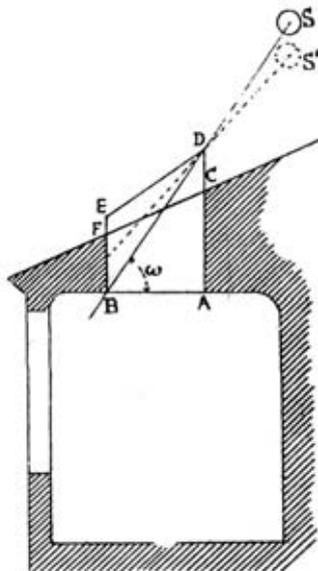


Fig. 2.26 – Schermatura dei raggi solari diretti (da Donghi).

<sup>9</sup> Questa altezza si determina conducendo dalla parete opposta alla finestra e da un punto all'altezza dell'occhio di una persona in piedi una retta inclinata di  $10^\circ$  circa sopra l'orizzontale. Essa incontrerà il piano della vetrata in un punto che fornirà l'altezza del parapetto. Se quindi si prende m. 1,60 come altezza media dell'occhio, e se la profondità in metri del locale è L, l'altezza A del parapetto sarà  $A = 1,6 + 0,18 L$ , essendo 0,18 la tangente di  $10^\circ$ . Può essere conveniente tenere il parapetto più basso, fra m. 0,80 e 1, sia per potere avere luce dal basso, sia per avere la possibilità di affacciarsi alla finestra; in questo caso la parte inferiore era provvista di uno schermo mobile, o di una tenda posizionabile all'altezza desiderata.

<sup>10</sup> In alcuni casi, per evitare che la parete opposta alla finestra risultasse in ombra e non volendo incrementare eccessivamente l'altezza del locale, nella parte superiore della finestra si creava una strombatura, invadendo lo spazio del piano sovrastante mediante una specie di cassone, la cui parete inferiore era inclinata formando il cielo della strombatura, è questa ad esempio la soluzione proposta dagli architetti Peters e Sehring nello studio dello scultore Max Unger a Berlino.

Una superficie vetrata inclinata consentiva di far entrare la luce proveniente dalla parte più alta della volta del cielo evitando fastidiosi riflessi.

Il problema che ci si poneva nel caso di luce proveniente dall'alto da lucernari, era quello di evitare che i raggi solari penetrassero all'interno quando il sole si trovava nel punto più alto del suo percorso; per tale ragione si dava al lucernario una inclinazione conveniente ed un'altezza della tromba, ovvero dei muri verticali sui quali era impostato il lucernario stesso, tale che i raggi solari intercettavano la parete della tromba. Per far ciò era sufficiente determinare l'angolo che i raggi solari formano con l'orizzontale quando il sole è più alto, angolo variabile con l'orientazione del locale (Fig. 2.26).

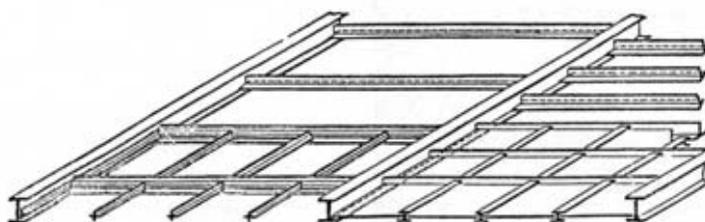


Fig. 2.27 – Struttura di un velario piano in ferro e vetro.

Questo tipo di concezione può essere ritrovato anche nelle coperture a lucernario più comuni, dimensionate in modo tale che la tromba sulla quale venivano impostati avesse un'altezza tale da intercettare in tutte le ore del giorno e in tutti i giorni dell'anno i raggi solari. Ciò consentiva, soprattutto nelle città del Sud, di evitare la costruzione di velari (Fig. 2.27). Questi erano necessari invece nelle città del Nord nelle quali era più conveniente, nel caso in cui non dovessero essere attuate particolari condizioni di illuminazione, sfruttare anche i raggi solari diretti, condizione che si otteneva riducendo l'altezza della tromba dei lucernari. L'introduzione dei velari nelle città più fredde consentiva anche la realizzazione di una camera coibente tra questo e il lucernario soprastante in modo da isolare meglio l'ambiente ed evitare la condensa sul velario stesso; inoltre, i velari venivano introdotti anche per nascondere il cielo spesso grigio, rendendo gradevole la vista della copertura con vetri colorati<sup>11</sup>. L'uso dei velari era anche per tali motivi meno consueto nelle regioni a clima più temperato ed in città come Palermo, in cui, per la presenza del cielo spesso azzurro, essi non dovevano assolvere neppure ad una funzione decorativa, ma avrebbero solamente ridotto la quantità di luce indiretta che penetra all'interno.

Questa circostanza è ulteriormente confermata dall'uso, che si fece in Italia ed a Palermo, di strutture in ferro battuto e di grigliati in legno o cemento armato che si stagliavano direttamente contro il cielo azzurro realizzando un apparato decorativo trasparente che sostituiva i velari con lastre di vetro colorate.

<sup>11</sup> *Verres colorés au point de vue de l'Hygiène*, Revue d'Hygiène, 1885.

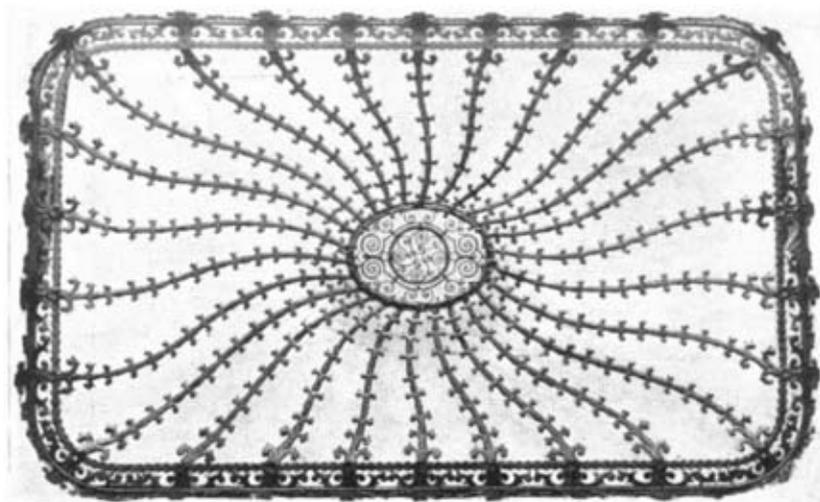
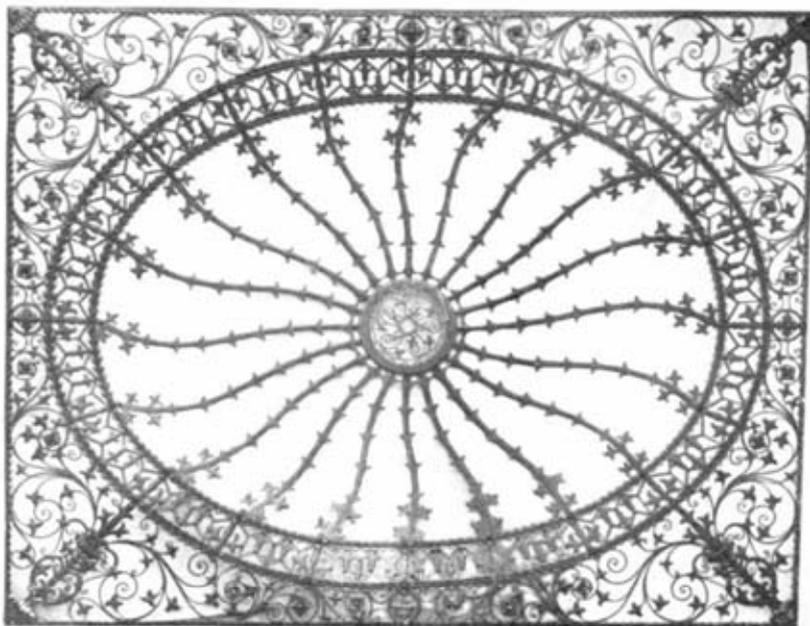


Fig. 2.28 – Velari in ferro battuto (da Marangoni).

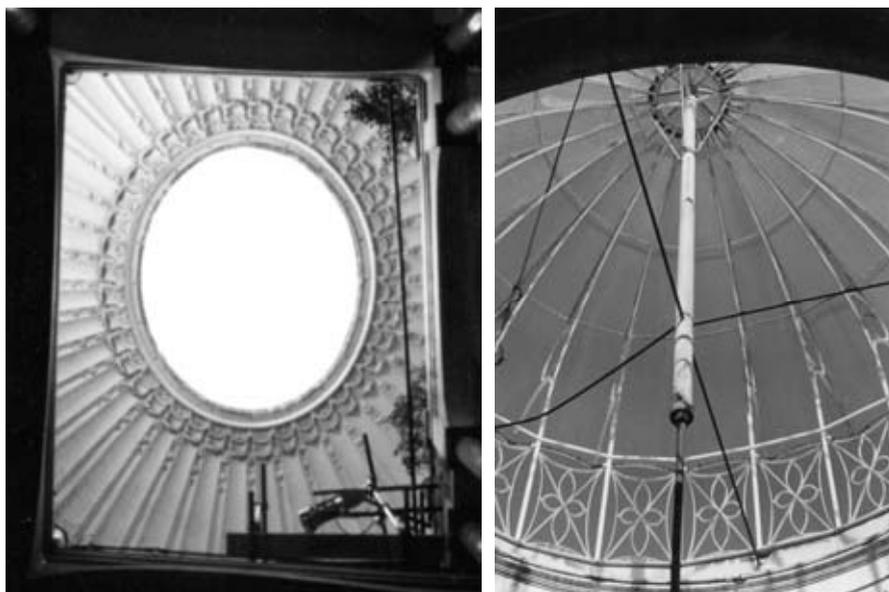


Fig. 2.29 – Lucernari e velari in edifici palermitani che presentano la tipica colorazione bianca delle membrature.

La scelta di colori chiari adottata per dipingere queste membrature garantiva un efficace effetto estetico anche di notte.

Era opportuno che lo spazio da coprire con lucernario contenesse sempre aria caldo-umida e quello compreso fra i lucernario e velario potesse conservarsi tepido affinché il sottolucernario non si raffreddasse troppo. Nel caso in cui questo spazio, o tromba, era molto alto e anche nel caso in cui la copertura era metallica e non rivestita, era possibile un raffreddamento notevole. L'intelaiatura del lucernario interno era costituita da portavetri di legno, di zinco oppure con ferri a  $\perp$  o a  $\perp$ , in quest'ultimo caso le lastre poggiavano al di sopra delle ali e bloccate con un orlo di piombo. Per lucernari di grandi dimensioni risultava vantaggioso sospendere l'intelaiatura ad una struttura soprastante, per non dover adoperare portavetri di eccessiva grossezza. Era inoltre opportuno prevedere dei canali di scolo dell'acqua di condensazione proveniente sia dallo stesso velario che dal lucernario soprastante; per tale ragione l'intelaiatura presentava una piccola convessità verso l'alto. Una *buona stuccatura a mastice, raddoppi in piombo e leggeri canaletti sottoposti* assolvevano anch'essi allo smaltimento delle acque. Nei lucernari che illuminavano locali frequentati dal pubblico era necessario provvedere all'aerazione degli stessi locali e dello spazio compreso fra il velario e il lucernario superiore. Questo spazio non doveva comunicare con la parte rimanente dello spazio coperto, ma mediante doppie pareti era separato lateralmente in modo da essere isolato dall'azione degli sbalzi termici che si verificano nel sottotetto; in tal modo si veniva a realizzare una camera di coibenza. La camera era aerata mediante

mitre ventilatrici ad aspirazione naturale o, nelle realizzazioni più moderne, con aeratori elettrici.

Era anche possibile aerare direttamente il locale lasciando appositi spiragli nel soprastante lucernario, oppure tenendo quest'ultimo staccato dalla copertura. Per garantire il ricambio dell'aria anche nell'ambiente il velario si manteneva distaccato dal perimetro, badando che dall'apertura risultante lungo il perimetro del velario non filtrassero i raggi solari diretti. Per tale ragione si tendeva al disopra di esso e tutto intorno una fascia di tela che impediva il passaggio ai raggi solari.

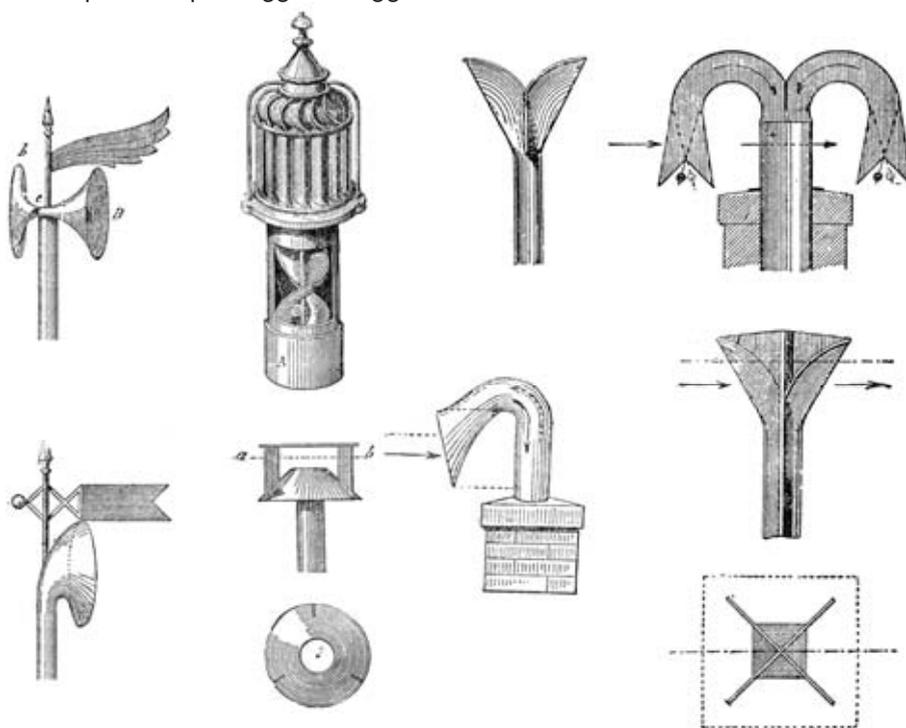


Fig. 2.30 – Esempi di mitre aspiranti (a sinistra) e prementi (a destra).

Per ragioni estetiche nei lucernari e nei velari di grandi dimensioni, al fine di mantenere portavetri di dimensioni ridotte più gradevoli alla vista, risultava vantaggioso sospendere l'intelaiatura ad una struttura portante posta all'estradosso di questa.

Per conciliare i vantaggi delle due soluzioni precedenti, introducendo cioè sia l'illuminazione laterale che quella zenitale, si faceva in modo che la porzione opaca tra le due aperture, potendo avere qualche effetto sulla uniformità di distribuzione della luce, si riducesse al minimo, pervenendo in tal modo al sistema di apertura con vetrata angolare.

Questo tipo di chiusura presentava però l'inconveniente dovuto allo spessore della struttura dello spigolo di divisione fra le sue due parti,

necessario anche per convogliare l'acqua piovana che scorreva sulla parte inclinata superiore. Un'ulteriore evoluzione di questo tipo di vetrata è quella che prevede un raccordo curvo delle due parti o, soluzione ancora più efficace anche dal punto di vista estetico, ricorrendo ad una struttura curva per il suo intero sviluppo.

Quando la parte sommitale non era sufficientemente inclinata, questa, anche se rivolta a nord, poteva ricevere dei raggi di sole diretti, pertanto si ricorreva a sistemi di cortine manovrabili in modo da poter coprire la parte soleggiata.

Uno svantaggio delle vetrate interamente curve era che le due ali di fabbricato tra le quali era inserita proiettavano alternativamente un'ombra sulla vetrata, a danno della uniformità di distribuzione della luce all'interno dello studio. Nonostante questi inconvenienti questo sistema di illuminazione era ritenuto fra i più adatti e tra i più gradevoli dal punto di vista architettonico.

Un esempio particolarmente riuscito di questa soluzione, l'atelier del pittore Leroux a Parigi, progettato dall'architetto Hügelin e pubblicato anche sulla *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publiques*, presentava una vetrata di larghezza pari a 4,70 metri che per la sottigliezza delle membrature e per le eccellenti condizioni di illuminazione che realizzava era citata come modello.

In alcuni casi gli atelier prevedevano anche un locale con pareti interamente vetrate, la cosiddetta *cabina vetrata*, ricavato prolungando lo studio e realizzato per poter illuminare il soggetto con luce diffusa come se si trovasse all'esterno.

Il locale, realizzato come una camera appoggiata da un lato allo studio e con le altre tre facce e col tetto completamente a vetri, presentava il pavimento allo stesso livello dello studio (Fig. 2.31).

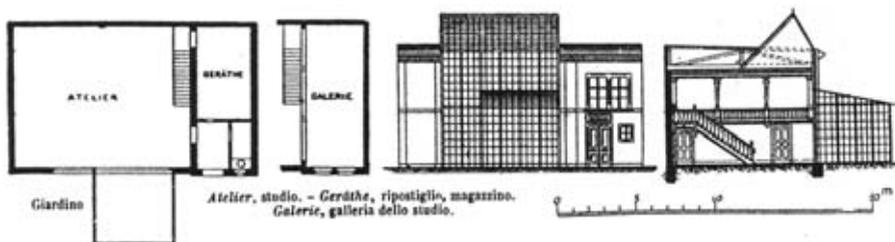
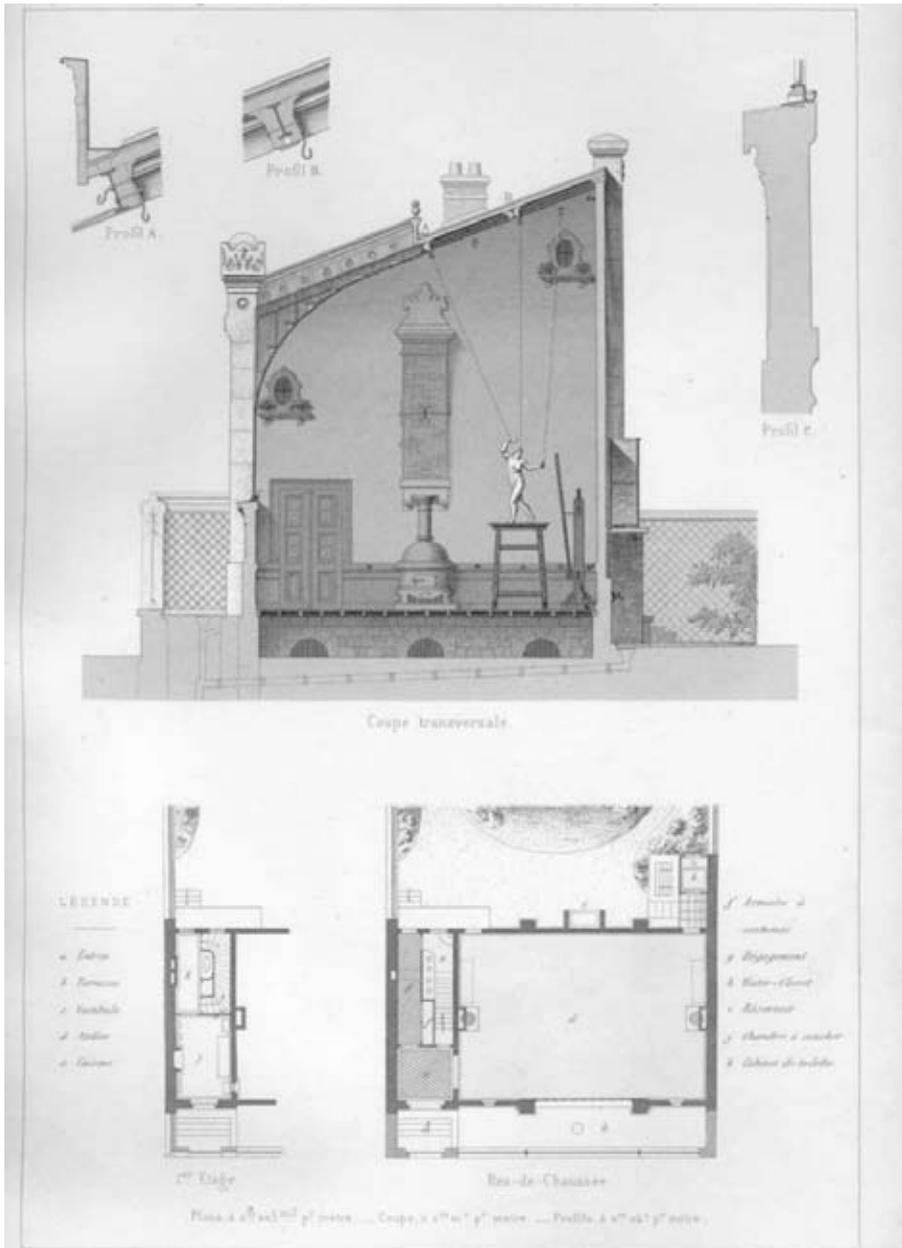


Fig. 2.31 – Studio di pittura con cabina vetrata (da Donghi).

Soluzioni ingegnose erano quelle che permettevano ai pittori di creare, oltre alla *luce principale*, anche particolari effetti di *luce secondaria*; i cosiddetti *giuochi di luce* sfruttavano, per mezzo di alcuni specchi, la luce naturale proveniente da ovest, sud, e più raramente da est. La luce poteva essere smorzata o intercettata mediante cortine, velari e schermi di carta o di tela che se colorata proiettava sul modello una luce non perfettamente bianca.



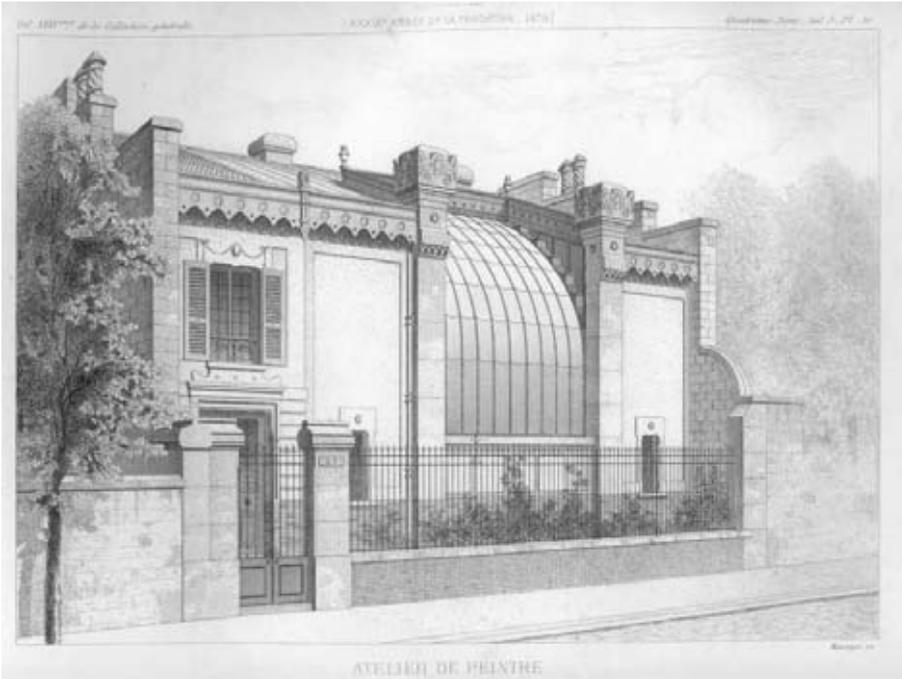


Fig. 2.32 – Studio del pittore Leroux a Parigi (arch. Hugelin) (da “Revue Générale de l’Architecture et des Travaux publics”).

La perizia dei progettisti nel creare questi *giuochi di luce* consentì in altre realizzazioni di creare dei veri e propri *condotti solari* che permettevano di far penetrare anche in ambienti senza finestre la luce solare o di realizzare condizioni di illuminazione ideale evitando il surriscaldamento dell’ambiente, come nel caso delle sale operatorie degli ospedali realizzate nei primi decenni del XX secolo.

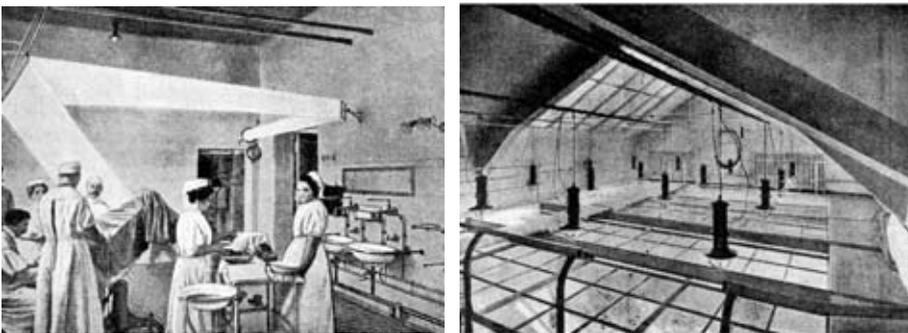


Fig. 2.33 – Illuminazione indiretta delle sale operatorie con sistema Kronig e Siedentoff.

Le possibilità offerte da questi sistemi “naturali” di illuminazione destano attualmente l’interesse dei progettisti in quanto consentono da una parte di ridurre al minimo l’impiantistica intesa come correzione, dall’altra di ridurre al minimo i consumi di energia.

Altra tipologia edilizia che esigeva un accurato studio dell’esposizione alla luce era sicuramente quella delle gallerie degli studi fotografici, dove nel XIX secolo si realizzavano generalmente le fotografie per ritratti e gruppi. Anche in questo caso, si doveva impedire che entrassero i raggi solari diretti, realizzando condizioni di luce diffusa ed uniforme, che il fotografo poteva regolare, limitare e direzionare in funzione dei punti che si volevano più o meno illuminati.

Per evitare la luce solare diretta, la galleria era generalmente esposta a nord e delimitata a mezzogiorno con una parete piena.

Nel caso in cui queste condizioni non fossero attuabili, la vetrata sarebbe stata colpita dai raggi diretti del sole per un certo tempo nell’arco della giornata. In questa circostanza si otteneva una luce diffusa mediante lastre di vetro opaco, smerigliate, granulate o rigate, soluzione che in inverno rendeva la galleria meno fredda in quanto esposta al sole; presentava inoltre il vantaggio, poiché la quantità di luce assorbita da questi vetri non è molto superiore rispetto a quella assorbita dal vetro trasparente, che quando il cielo era coperto tale assorbimento fosse compensato dal fatto che la galleria si trovava esposta a sud, verso la parte più luminosa del cielo, mentre nelle giornate limpide la luce solare diretta era tutta convertita in luce diffusa.

All’inconveniente del riscaldamento estivo si ovviava mediante ventilazione o bagnando le superfici vetrate della galleria.

La galleria vetrata dei laboratori fotografici all’interno dei centri abitati quasi sempre era ricavata sulla copertura, per ottenere le condizioni ottimali di esposizione, e raramente presentava illuminazione laterale su entrambi i lati lunghi, soprattutto per ridurre la superficie vetrata e quindi le dispersioni termiche; la galleria pertanto si presentava chiusa dal lato opposto alla *parete di luce* e con copertura ad unica falda.

Una caratteristica delle gallerie era il notevole sviluppo longitudinale, ed in alcuni casi esse costituivano il coronamento di intere fronti di edifici; le dimensioni erano infatti determinate dalle caratteristiche di lunghezza focale dei primi apparecchi fotografici disponibili: la lunghezza non doveva essere inferiore ai 12,5 metri, la larghezza di circa 5 metri ed un’altezza non minore di 2,5 metri.

Se si mettono in relazione le notevoli dimensioni di queste strutture con particolari esigenze di luce cui dovevano soddisfare, si comprende come in realtà si possa riscontrare un maggiore impegno progettuale in questi elementi piuttosto che in alcune grandi costruzioni.

Ad esempio, tra le difficoltà presentate dalla costruzione di una galleria, il tetto vetrato esigeva stabilità dal punto di vista statico (peso della neve, vento) e allo stesso tempo imponeva l’uso di membrature che intercettavano meno possibile la luce, di piccole dimensioni e soprattutto in numero ridotto.

I sistemi adottati per intercettare i raggi solari diretti erano fondamentalmente di due tipi: a schermo fisso (Fig. 2.34) o a velario soprastante (Fig. 2.35).

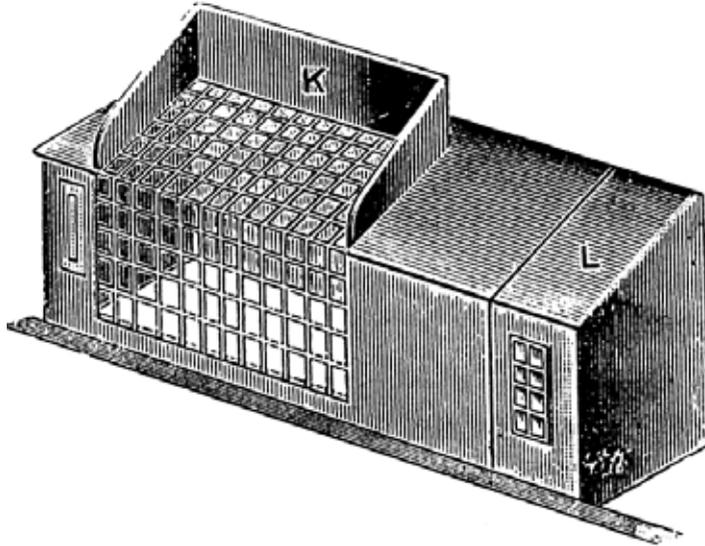


Fig. 2.34 – Laboratorio fotografico con schermo fisso (da Donghi).

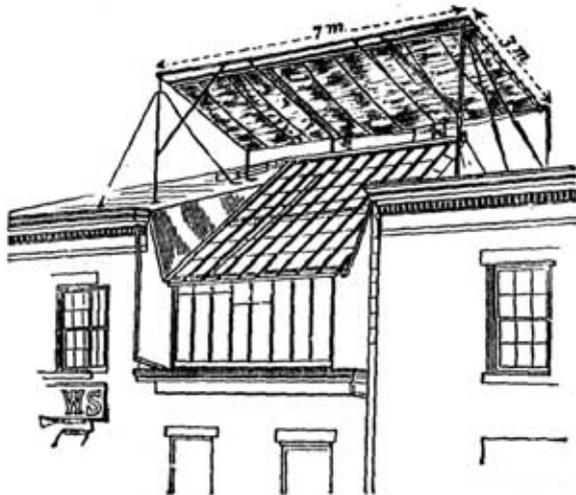


Fig. 2.35 – Velario su galleria vetrata (da Donghi).

Ma ciò che rende queste gallerie la migliore espressione della ricerca dell'esposizione ottimale sono le proposte di alcuni studiosi per la determinazione della conformazione ideale delle vetrate. Queste ricerche possono essere considerate ancora oggi attuali per l'originalità dei risultati formali ottenuti e per quello stretto rapporto tra luce naturale ed ambiente costruito di cui sono espressione: l'involucro trasparente diviene per la prima volta materia flessibile che si modella su esigenze di natura fisica.

L'obbiettivo che ci si poneva di realizzare era quello di ridurre al minimo le ombre portate dalle membrature sulle lastre di vetro; quando i raggi luminosi sono ortogonali alla superficie vetrata la superficie vetrata in ombra risulta minima, ma quando i raggi sono obliqui questa aumenta con il crescere dell'inclinazione.

Una prima soluzione emblematica di questo problema, che segnò il passaggio alla concezione delle superfici vetrate come superfici non convenzionalmente piane, era quella proposta da Van der Weyde a partire dal 1875 nelle sue *gallerie a sched*. Il principio al quale si rifece il progettista era certamente ispirato al sistema che Paxton aveva già proposto qualche decennio prima e al quale si è in precedenza accennato; in questo caso però non solo la copertura, ma anche le superfici verticali venivano configurate *a dente di sega*.

I denti erano configurati in modo che tutte le pareti corrispondenti dei diversi denti convergessero in un punto, in tale struttura venivano individuati due punti in cui durante tutte le ore del giorno, chiudendo con degli schermi alternativamente le facce che convergono nei due punti, la luce del sole penetrava ortogonalmente alla faccia di uno dei denti (Fig. 2.36). Uno degli inconvenienti di questo sistema era che si incrementava notevolmente la superficie di dispersione.

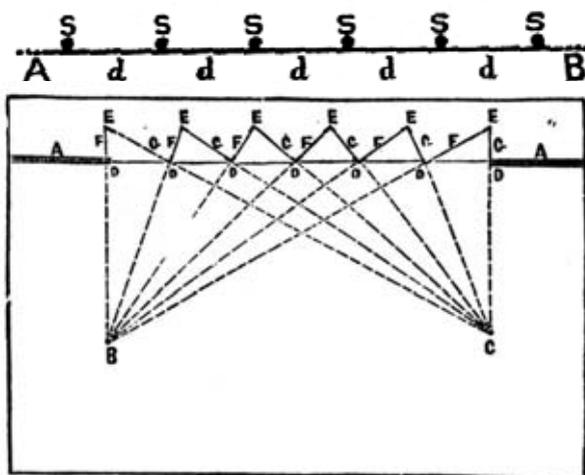


Fig. 2.36 – Schema del sistema di vetrata Van der Weyde (da Donghi).

Ma la soluzione più originale è forse quella proposta nello stesso periodo da Jaffé, in cui la superficie vetrata era costituita da due settori sferici contrapposti (Fig. 2.37), in tal maniera nel corso della giornata ci sarebbero sempre state un certo numero di lastre ortogonali ai raggi solari, riducendo così l'inconveniente prodotto dai portavetri. Anche dal punto di vista dell'isolamento termico questa soluzione risulta migliore rispetto alla precedente in quanto la superficie di scambio risulta minore.

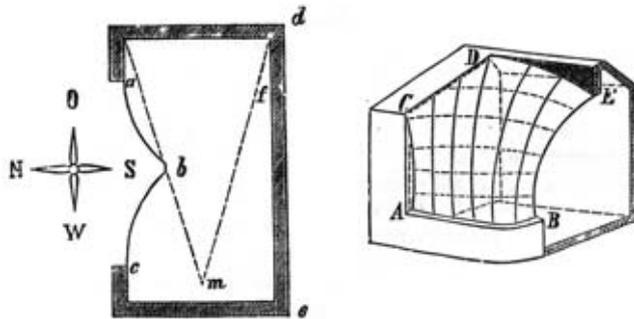


Fig. 2.37 – Vetrata del sistema Jaffé (da Donghi).

Tra gli studi per fotografi realizzati a Palermo ricordiamo la sala di posa dello studio Seffer e la galleria del fotografo Giuseppe Incorpora in via Cavour; entrambe erano poste sulle terrazze di copertura degli edifici, la seconda presenta la tipica conformazione a galleria oblunga con luce unilaterale, con copertura ad una sola falda vetrata e colmo disposto approssimativamente secondo l'asse est-ovest.



Fig. 2.38 – Studio Alinari a Firenze.



Fig. 2.39 – Lo studio fotografico Incorpora a Palermo alla fine del XIX secolo.



Fig. 2.40 – La galleria dello studio Seffer a Palermo.

## 2.4 Gli infissi e la qualità ambientale dei locali interni

*Tutti sanno essere la luce uno fra i più importanti fattori di conservazione della salute per i sani e di giovamento per i malati.*

D. Donghi, 1927.

Anche se di minore impegno dal punto di vista costruttivo rispetto alle grandi chiusure in ferro e vetro o alle complesse soluzioni architettoniche precedentemente illustrate, gli infissi per finestre costituiscono per l'edilizia corrente importanti campi per la ricerca e nuove occasioni per l'applicazione e lo sviluppo di nuovi prodotti dell'industria negli anni tra XIX e XX secolo. Le finestre, elemento di separazione tra interno ed esterno e mezzo in grado di contribuire alla ventilazione e garantire condizioni di illuminazione e soleggiamento ottimali, erano considerate in passato un componente fondamentale per l'igiene edilizia.

Nel corso del XIX secolo si moltiplicarono gli studi che esaltavano o demonizzavano gli effetti della luce solare; anche per tale ragione particolare cura era posta nello studio non solo della quantità della luce che doveva penetrare negli ambienti, ma soprattutto alla qualità della luce e al paesaggio che le aperture inquadravano.

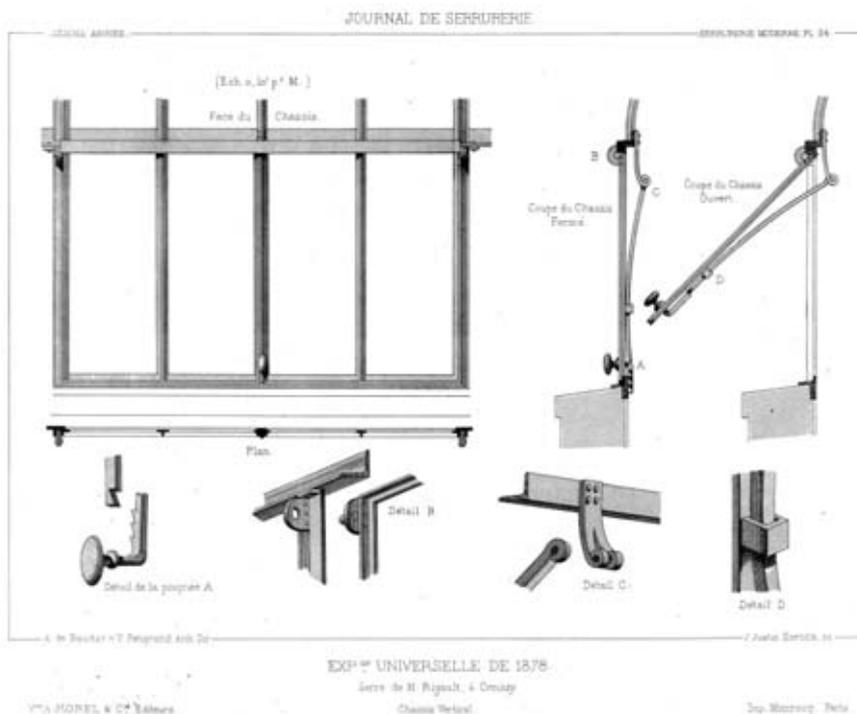


Fig. 2.41 – Sistemi apertura per vetrate verticali (da Journal de serrurerie)



Anche gli infissi esterni dovevano rispondere non solo ad esigenze relative all'illuminazione, in assenza o in rapporto ad una integrazione con luce artificiale, alla difesa termica ed acustica ed alla protezione dalle intemperie, ma dovevano anche presiedere alla ventilazione, all'aerazione, ed all'insolazione, tutelando dalla diffusione di malattie infettive. A questa molteplicità di requisiti corrispondeva una diversità di soluzioni, mentre in molti casi, attualmente si preferisce demandare a diversi elementi piuttosto che ad un unico componente.

Tra il XIX e il XX secolo, l'ampia casistica di infissi studiati specificamente per alcune tipologie edilizie, la complessità dei sistemi di apertura e regolazione dei flussi d'aria per la ventilazione naturale, la costante ricerca e innovazione nei materiali utilizzati, il vetro in particolare, fecero sicuramente degli infissi uno degli elementi della costruzione che maggiormente contribuiva alla salubrità degli ambienti.

Come si è già accennato, gli stessi vetri non erano esclusivamente concepiti come semplici lastre continue, ma erano pensati anch'essi quali elementi più complessi, in grado di regolare il passaggio della luce e dell'aria. L'aerazione, soprattutto in periodo invernale, o in locali che esigevano un buon isolamento acustico, non poteva certamente limitarsi all'occasionale apertura e chiusura delle ante, ma per assolvere alla sua funzione "igienica" doveva effettuarsi in modo continuativo.

La finestra garantiva la ventilazione ed il ricambio d'aria del locale, ciò portava alla realizzazione di finestre molto alte con architrave che lambiva il soffitto. L'eccezionale altezza, pari anche 2,70-3,00 metri nei locali degli stabilimenti pubblici che dovevano accogliere numerosi fruitori, rendeva necessaria la suddivisione dell'infisso con battenti superiori e battenti inferiori. Questi potevano anche arrivare fino al pavimento ed essere costituiti da griglie regolabili che, oltre a favorire la ventilazione, servivano a facilitare l'asciugatura del pavimento per evitare l'umidità, considerata fonte primaria di insalubrità.

Sulla forma e posizione delle aperture in rapporto al muro esterno, oltre a quanto detto riguardo all'orientazione degli edifici, bisogna aggiungere che, nei locali in cui si aveva necessità di luce e di sole, l'architrave rettilineo era preferito agli archi di qualsiasi conformazione<sup>12</sup>, come d'altra parte i sostegni e i pilastri che separavano le varie finestre venivano ridotti alla sezione minima; la frammentazione dei vuoti sulla parete, piuttosto che la concentrazione in un'unica apertura, garantiva infatti migliori condizioni di illuminazione.

La scelta dell'architrave piano, per tutte quelle tipologie edilizie chiamate a rispondere più all'istanza di salubrità che a quella di monumentalità, coniugava la necessità di realizzare ambienti non troppo alti, per rispondere ad esigenze di economicità, e quella di garantire in ogni caso aperture molto grandi per l'illuminazione ed il soleggiamento. L'architrave piano rispondeva

---

<sup>12</sup> Trélat E., *La fenêtre comme source lumineuse*, Revue d'Hygiène, 1886.

a tutte queste esigenze perché, a parità di larghezza ed altezza della finestra, risultava incrementare la superficie trasparente.

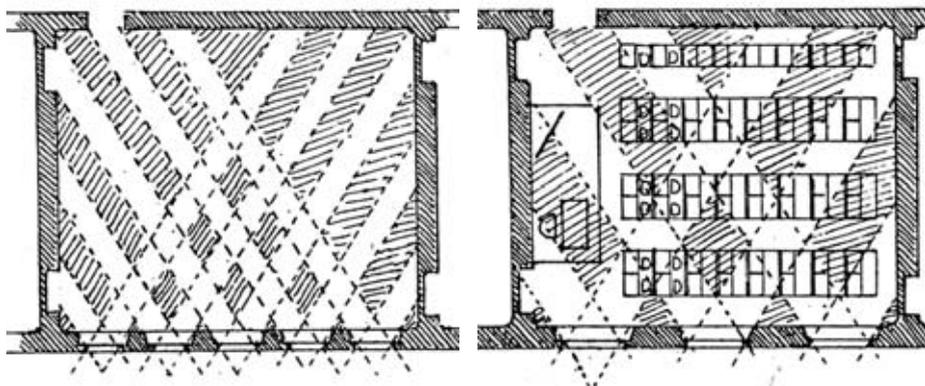


Fig. 2.43 – Il frazionamento della superficie finestrata rendeva più uniforme l'illuminazione

Inoltre, se l'intradosso dell'architrave lambiva il soffitto, si otteneva un più efficace ricambio dell'aria viziata che si accumulava nella parte alta degli ambienti. Questa configurazione risultava più efficace rispetto alla soluzione ad arco, che si avvicinava all'intradosso del solaio di copertura solo in corrispondenza della chiave. Nei locali illuminati unilateralmente, finestre molto alte garantivano anche una migliore illuminazione in corrispondenza della parete opposta a quella esterna. Anche in quest'ottica, la tripartizione con elementi a sezione ridotta consentiva anche una riduzione dell'altezza dell'architrave e quindi della distanza tra la finestra e il soffitto<sup>13</sup>.

Su questi criteri si basarono i progetti di edifici scolastici tra Ottocento e Novecento<sup>14</sup>, molti dei quali si caratterizzavano per la tripartizione delle aperture. Tale tripartizione era attuata, in alcuni casi, con pilastri circolari piuttosto che a sezione quadrata; tale soluzione, probabilmente non solo di natura estetica, tendeva al mantenimento, al variare della posizione del sole, di un'ombra portata di dimensioni costanti all'interno delle classi.

Luce, aerazione, soleggiamento, ed in genere i temi legati alla salubrità ambientale divennero così gli elementi caratterizzanti gli interventi di edilizia scolastica degli anni '20 e '30 del '900. In molti esempi palermitani di quegli anni, il linguaggio modernista approdò ad un minimalismo riconducibile alla natura economica dell'intervento. In molti casi, la definizione del modello "edificio scolastico", decontestualizzata da considerazioni di carattere ambientale, ebbe come conseguenza un'indifferenziazione delle aperture nei prospetti che non teneva conto del rapporto tra aperture ed orientazione della fabbrica.

<sup>13</sup> AA. VV., *Hygiène de la vue dans les écoles*, Revue d'Hygiène, 1885.

<sup>14</sup> Trélat É., *Eclairage des écoles*, Revue d'Hygiène, 1879.

## 2.5 L'ottimizzazione dell'illuminazione

Riguardo gli infissi, i sistemi di schermatura, dai più semplici ai più complessi, e le chiusure trasparenti, sembra opportuno sottolineare come, già nel XIX secolo, questi possano considerarsi tra i componenti edilizi tecnologicamente più avanzati. È da ricordare, a tal fine, che sull'argomento si ritrova una vasta letteratura, in particolare nelle riviste d'igiene e di ingegneria sanitaria, di autorevoli studiosi come Émile Trélat, che nel 1864 fondò l'*Ecole centrale d'Architecture*, una scuola privata in cui l'insegnamento era fondamentalmente di carattere tecnico e quindi *destinato ad ingegneri, imprenditori e a pochi architetti*<sup>15</sup>.

Lo stesso Trélat, con un semplice esempio riferito all'uso di tendaggi interni, chiariva quanto il più delle volte esigenze di natura estetica influivano negativamente sulle condizioni di illuminazione; le tende, ad esempio, erano spesso collocate in modo da oscurare la parte superiore delle finestre che era invece quella più utile per l'illuminazione delle aree distanti da esse.

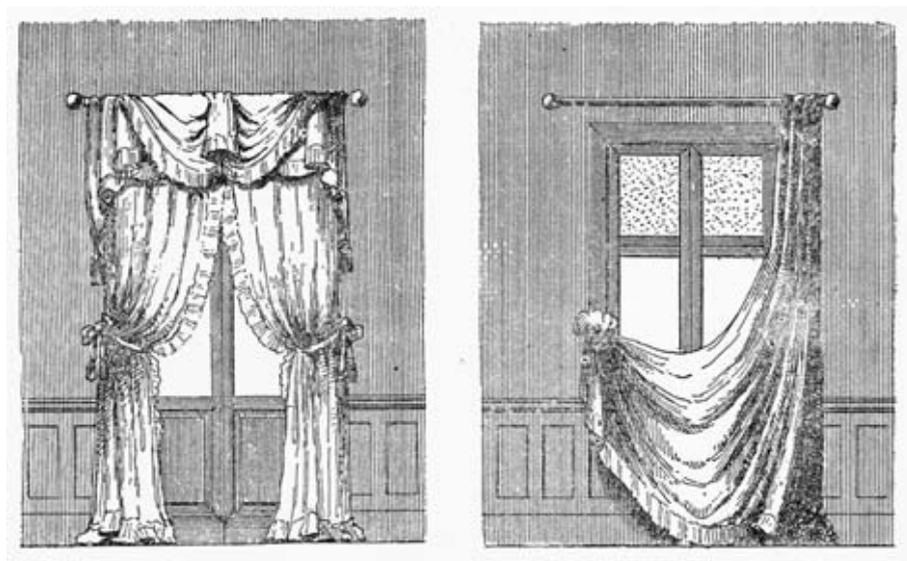


Fig. 2.44 – Efficacia delle schermature interne

Altre schermature, integrate all'infisso, permettevano invece di intercettare la luce nella parte desiderata; ancora una volta, l'esempio è tratto da un'applicazione ad edifici scolastici: nelle scuole in Svizzera, considerate per quei tempi all'avanguardia sui temi della salubrità, le tende erano avvolgibili e venivano arrotolate ad un cilindro di notevole diametro disposto in basso nel davanzale, mentre un altro cilindro era posto sotto

<sup>15</sup> Benevolo L., *Storia dell'architettura moderna*, Roma, 1993.

l'architrave: ciò permetteva di oscurare sia la parte superiore che quella inferiore.

Nel caso si volesse portare all'interno la luce proveniente dall'alto, oltre ai diaframmi e ai prismi deviatori, cui si è precedentemente accennato, si poteva provvedere con specchi formati con vetri rigati posti davanti alla finestra; questi erano trattenuti da due bracci fissati al muro che ne consentivano l'orientazione. Questo sistema, riproposto anche da molti progettisti contemporanei, si rifaceva ad una soluzione ancora più semplice, utilizzata in passato nelle strade molto strette a Genova, Venezia ed altre città caratterizzate da vicoli di dimensioni ridotte; allo specchio veniva sostituito un semplice telo bianco. Questo procedimento era sfruttato anche per schermare i raggi diretti quando il sole si trovava in alto sull'orizzonte ed allo stesso tempo permetteva di deviarli verso il soffitto che diffondeva così la luce in modo indiretto all'interno degli ambienti; ovviamente, i diaframmi necessitavano di una pulizia regolare per mantenere la propria efficienza.

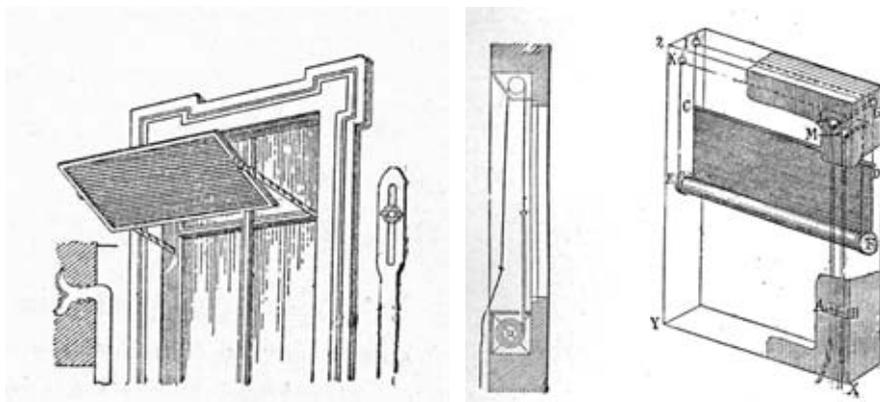


Fig. 2.45, 46 – Pannello a specchio per convogliare la luce all'interno e sistema di oscuramento con tenda avvolgibile dal basso (da Donghi).

## 2.6 L'isolamento termico ed acustico

Degli infissi in rapporto alla trasmissione del suono e del calore si fa cenno solo brevemente in questa trattazione: le soluzioni ideate in passato, per rispondere a queste esigenze, non sono altro che sistemi meno progrediti, dal punto di vista tecnologico, di quelli attualmente adottati.

Si può forse affermare che oggi gli infissi sono talmente evoluti circa le caratteristiche quali tenuta, isolamento termico ed acustico da far considerare questi i requisiti fondamentali, ed in alcuni casi esclusivi, cui deve rispondere un infisso di nuova concezione; ciò porta a trascurare la possibilità che gli infissi contribuiscano alla regolazione dei flussi d'aria.

Le prime soluzioni con doppio vetro, che anticiparono il moderno vetro camera, presentavano l'inconveniente della pulizia delle superfici interne alla

camera, raramente a perfetta tenuta. Nelle costruzioni di pregio si realizzavano anche doppie vetrate in cui il vetro interno si collocava in un telaio mobile, quanto più sottile possibile ed incassato nello spessore del telaio maestro.

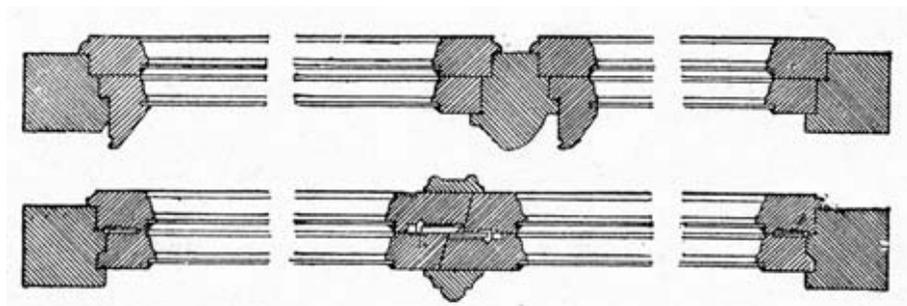


Fig. 2.47 – Il sistema a doppia vetrata.

## 2.7 Sistemi di ventilazione integrati agli infissi

Un aspetto che più interessante nello studio degli infissi “storici” è quello legato alla funzione che questi assumevano nella ventilazione ed aerazione degli ambienti, e quindi al modo in cui potevano contribuire alla salubrità dell'aria. Questa funzione si è persa quando la necessità di risparmiare energia ha spinto l'industria a realizzare infissi in grado di garantire una perfetta tenuta all'aria, demandando ad impianti di aerazione distinti il ricambio e la ventilazione.

Anche il tipo più semplice di finestra, quello a due o più battenti, presentava una serie di varianti, non tanto nel meccanismo quanto nelle specchiature, che applicavano a questo componente edilizio tradizionale quelli che erano, per quei tempi, i più innovativi prodotti dell'industria.

In alcuni campi potevano essere allocati vetri forati del tipo *Appert*<sup>16</sup> (Fig. 2.48) che presentavano una superficie libera di circa 3,5 decimetri quadrati per ogni metro quadrato di vetro; pertanto, come bocca di ventilazione un vetro forato equivaleva a circa 1/30 di una bocca libera. In realtà la superficie equivalente libera era molto inferiore: si doveva infatti considerare che il coefficiente relativo alle perdite attraverso le lastre forate era molto maggiore rispetto a quello relativo alla stessa area totale libera. I *vetri Appert* potevano indifferentemente funzionare da bocche di immissione o da bocche di smaltimento, anche se, come sottolineato da molte sperimentazioni, per pressioni e temperature ordinarie questi vetri risultavano efficaci al fine del ricambio d'aria se tutta la superficie vetrata era costituita da vetri forati e non ci si limitava esclusivamente alle specchiature superiori.

<sup>16</sup> *Des Verres Appert, Annales d Hygiène, 1886.*

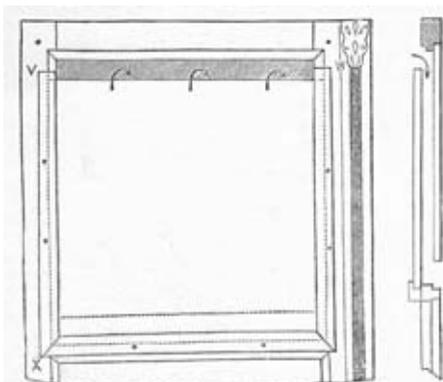
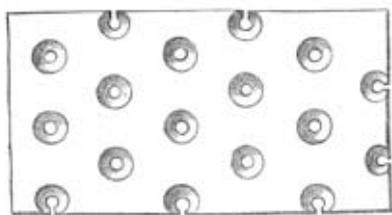


Fig. 2.48, 49 – (in alto) vetri forati tipo *Appert*, (a destra) sistema a vetri paralleli Castaing (da Spataro)

Un'altra soluzione, proposta dal dottor Castaing<sup>17</sup> (Fig. 2.49), molto diffusa in Francia a cavallo tra '800 e '900, prevedeva l'uso di vetri paralleli posti alla distanza di 3,5 centimetri e fissati al telaio in modo da lasciare un'asola libera superiormente e inferiormente; ovviamente l'aria tra le due lastre aveva una temperatura intermedia tra quella interna e quella esterna, non era possibile quindi assimilarne il funzionamento a quello di un camino, quanto piuttosto a quello di una bocca aperta direttamente all'esterno.

I *Vetri Castaing*, che in Francia ricevettero numerosi premi in occasione di esposizioni internazionali e che ritroviamo pubblicati in molte riviste tecniche e manuali italiani<sup>18</sup>, erano però difficilmente lavabili, a ciò si cercò di ovviare rendendo asportabile la lastra interna, anche se in molti casi ciò poteva causarne la rottura.

Nello stesso periodo la ditta francese Chavegrande, proponeva i cosiddetti *vetri a valve*<sup>19</sup> (Fig. 2.50) costituiti da grandi lastre con al centro un foro ellittico o circolare su cui era applicato, su ciascuna faccia ed in corrispondenza dei due bordi, un semicono con la base rivolta verso l'alto sulla faccia interna e verso il basso su quella esterna.

L'industria produceva anche lastre a *lamelle di vetro mobili o a gelosia* (Fig. 2.51), molto simili a quelle utilizzate per la ventilazione dei mercati, che riproducevano il funzionamento delle persiane.

Oltre a queste, furono in molti casi utilizzati, ne ritroviamo esempi in alcune scuole di Roma<sup>20</sup>, infissi a lastre scorrevoli, nei quali il funzionamento a ghigliottina era applicato alla singola specchiatura; questa soluzione risultava particolarmente agevole nel caso di infissi di grandi dimensioni, come quelli degli edifici scolastici, in cui un'apertura a ghigliottina della larghezza totale dell'infisso non era consigliabile a causa delle notevoli dimensioni (Fig. 2.52).

<sup>17</sup> Castaing, *Fenêtres à verres parallèles*, Annales d Hygiène, 1899

<sup>18</sup> vedi Donghi D. op.cit, Spataro D., op. cit.

<sup>19</sup> *Des Verres à valves*, Annales d Hygiène, 1899.

<sup>20</sup> Vedi a tal proposito *L'Ingegneria sanitaria*, anni 1896, 1898, 1899.

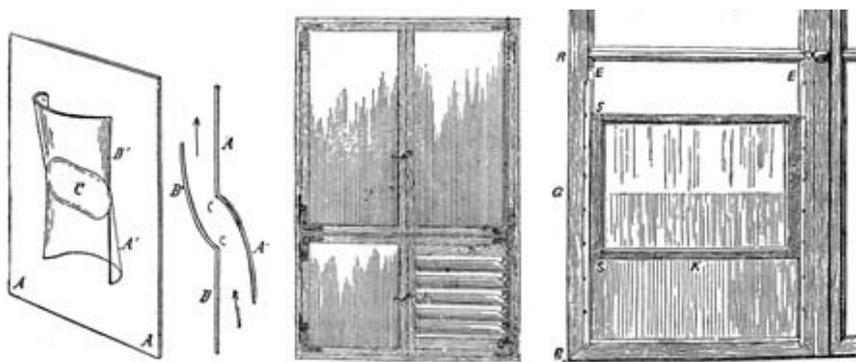


Fig. 2.50, 51, 52 – (da sinistra) vetri a valve, a lamelle mobili, a ghigliottina (da Spataro).

Per efficacia, versatilità, semplicità d'uso e resistenza, un tipo di finestra che ebbe grande diffusione in Italia, sia in edifici pubblici che privati, fu il tipo misto *a battenti e impannate a ventola superiore* (*vasistas*) che consentiva, attraverso l'apertura della *ventola* superiore, una ventilazione continua.

In particolare, il Ministero dell'Istruzione Pubblica, tra i particolari costruttivi relativi ai progetti di edifici scolastici tipo pubblicati nei primi anni del XX secolo, suggeriva l'adozione di questo infisso. Anche al Policlinico di Roma venne adottata la stessa soluzione che, per maggior garanzia nei confronti di pioggia e vento, prevedeva la presenza di un mantice applicato lateralmente alla *ventola* superiore.

Nel caso più complesso di finestre doppie, i due sportelli superiori potevano essere dotati di sistema che ne consentiva la contemporanea apertura nello stesso verso o su lati opposti: quest'ultimo è il caso dell'*Ospedale dell'Imperatore Francesco Giuseppe* a Vienna, o dell'*Ospedale Carolina* a Dresda in cui era addirittura possibile ventilare i locali aprendo la *ventola* dell'infisso esterno e spostando verso l'alto l'infisso interno.

Con il compito di assolvere esclusivamente alla ventilazione dei locali, erano stati ideati particolari infissi da tetto, dei lanternini o lucernari, inizialmente muniti lateralmente di semplici ventole o di griglie. In seguito si realizzarono vere e proprie finestre dotate di complessi sistemi di apertura che consentivano anche una pulitura più agevole.

Questi *lucernari ventilatori* erano disposti sia su coperture a falde che su coperture piane; in quest'ultimo caso però la ventilazione dovuta all'azione del vento risultava meno efficace.

Il vento, che di norma soffia orizzontalmente, non subiva infatti la riflessione dovuta alla falda che ne aumenta la velocità. Per ovviare a tale inconveniente, si conformava la parte sporgente della copertura del lucernario secondo una curva "a pagoda" che incanalava il vento verso le aperture, come se si trattasse di una falda rovesciata; un esempio di questo tipo è fornito dal padiglione doppio dell'ospedale Elisabetta a Berlino. Lucernari di questo tipo prevedevano un doppio ordine di aperture, uno

orizzontale in cui le aperture si chiudevano con sportelli manovrabili dall'interno, le altre aperture erano invece laterali e verticali e consistevano semplici sportelli o gelosie.

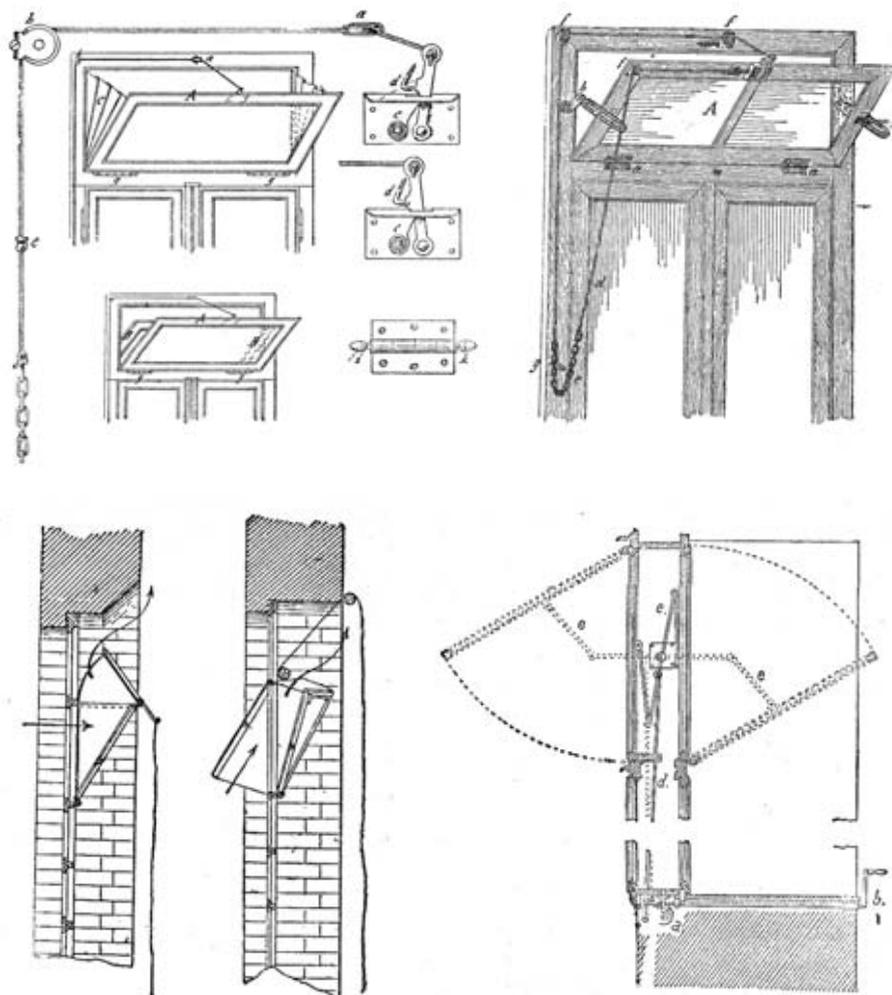


Fig. 2.53, 54, 55, 56 – Infissi “a ventola” (da Donghi).

I lucernari realizzati nei primi anni del '900 ad Amburgo nell'*Ospedale Eppendorff* furono considerati dalla manualistica, anche a distanza di anni, tra gli esempi meglio riusciti di infissi da tetto per ventilazione. Realizzati in ferro, accoppiavano una valvola interna a destra con una esterna a sinistra, e viceversa; potevano essere aperti contemporaneamente con un sistema di bracci snodabili. Ciò preservava dalla formazione di vortici d'aria nelle

stanze dei degenti anche quando i due sportelli laterali esterni erano entrambi aperti.

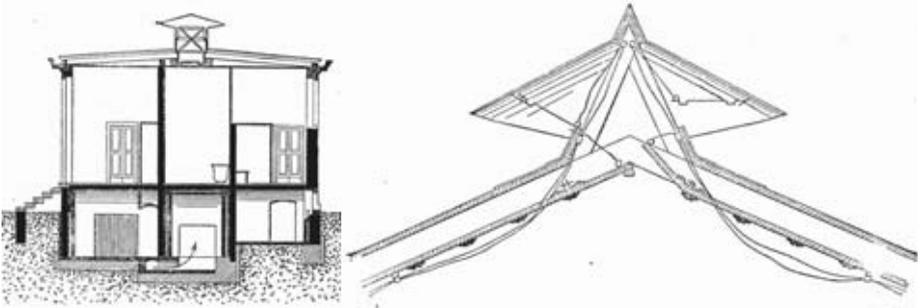


Fig. 2.57 – Lucernario configurato “a padiglione” per incanalare il vento.

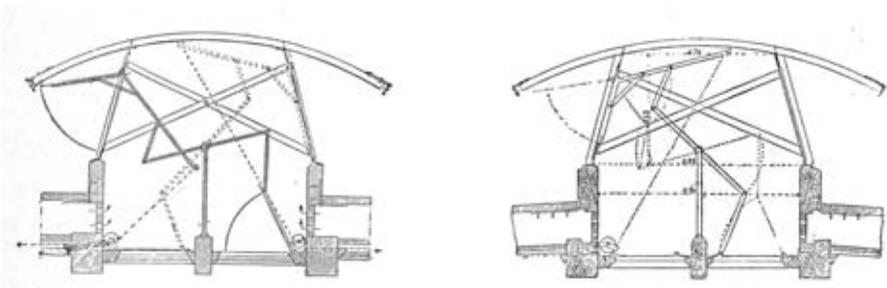


Fig. 2.58 – Infissi da tetto a doppia valvola.

La finestra diventava pertanto un vero e proprio sistema di difesa contro le malattie infettive.

Un accenno va fatto anche alla funzione che assunsero i locali filtro ed i filtri applicati direttamente a finestre e porte esterne, in genere semplici reticelle, nella difesa contro le malattie infettive, ed in particolar modo contro la malaria. Questi metodi indicati in letteratura medica come *sistemi di profilassi meccanica della malaria*, divennero oggetto di studio soprattutto nel caso delle baracche da destinare a ricovero dei soldati impegnati nelle campagne di guerra in Paesi a clima caldo umido, dove le zanzare portatrici della malaria rappresentavano ancora nei primi decenni del '900 una temuta minaccia.

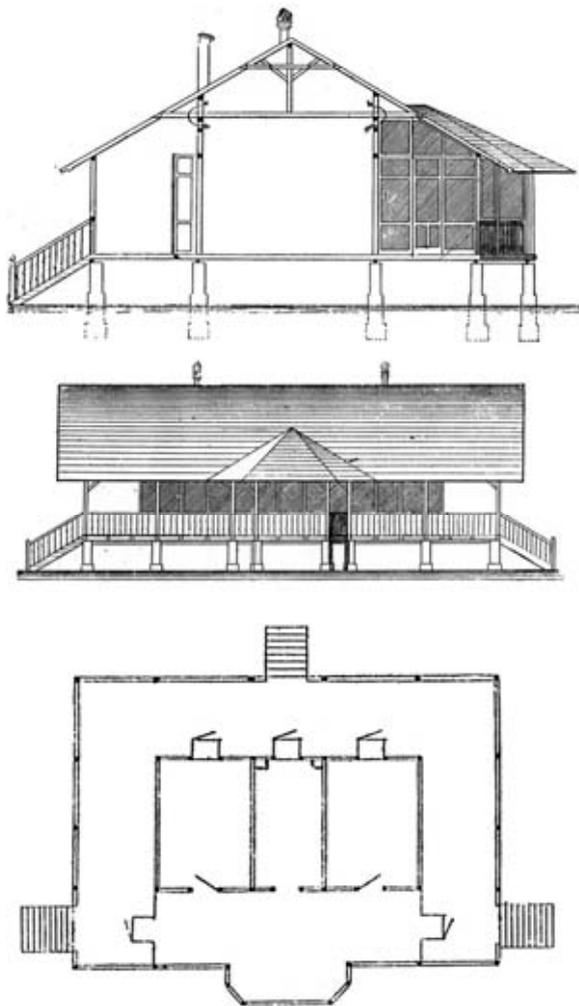


Fig. 2.59 – Baracca con locali filtro per la prevenzione malarica (da Pagliani).

### CAPITOLO 3 GALLERIE, MERCATI, SERRE E LUCERNARI A PALERMO

A causa delle scarse risorse minerarie presenti nell'Isola, delle difficoltà di trasporto e dei costi elevati delle materie prime, fino alla prima metà dell'800, le fonderie presenti a Palermo e in generale in Sicilia, si erano limitate ad una produzione di tipo artigianale del tutto inadeguata alla lavorazione del ferro fuso per uso edilizio.

Oltre al ferro, proveniente soprattutto dal Belgio e dall'Inghilterra, venivano importati, soprattutto dalla Francia, non solo semi-lavorati ma anche strutture complete che venivano pubblicizzati come *tipi* riproponibili nei più svariati contesti. Le prime fonderie palermitane, l'Oreteia, fondata nel 1841, la Gallo (1842), la Di Maggio (1850) e la Panzera (1870) si trovarono così a dover competere con Ditte straniere, come la francese Izambert, privilegiate rispetto alle prime non tanto per una superiore qualità dei prodotti, quanto soprattutto per la francofilia alimentata dalla diffusione di riviste e cataloghi che sostenevano il mito ed il primato della Francia e di Parigi come capitale del buon gusto.

Nel corso del XIX secolo, però, essendo venute meno le difficoltà di reperimento di semilavorati metallici, era evidente come le differenti condizioni culturali, ambientali e climatiche rendessero alcuni modelli proposti da quelle riviste che ebbero così larga diffusione nella seconda metà dell'800, non riproponibili in modo acritico ed indifferenziato nella realtà locale.

È quindi possibile distinguere, anche in ambito palermitano, casi in cui i progettisti si limitarono a riprodurre o collocare esempi di architetture in ferro e vetro come se si trattasse di semplici elementi di arredo, altri casi in cui emerge una volontà di tipizzazione ed un adattamento critico ad esigenze del luogo, fatto questo che portò nuovo slancio alla produzione locale di elementi originali.

Nei lucernari, gallerie, pensiline, serre e in tutti i nuovi complementi in ferro e vetro di architetture tradizionali e non, veniva meno l'esigenza di quella *solidità apparente* ricercata e ricreata in modo artificioso mediante strutture che simulavano, sia nei volumi che nelle decorazioni le strutture murarie, come nel caso dei ponti a struttura metallica, per i quali, come si legge in un articolo comparso nel 1869 sulla rivista *Nuovi Annali di Costruzioni Arti ed Industrie* che in quegli anni si pubblica a Palermo, è necessaria una decorazione che desse un aspetto monumentale alla costruzione, onde mascherare alla visuale il cattivo effetto artistico che

*potrebbe rivelarsi dalla nuda sezione delle testate dei ponti stessi. Si pone però il problema di adattare lo stile classico e la composizione degli archi di trionfo alle dimensioni delle travate, le quali determinate unicamente in base alle formole delle varie resistenze da opporsi ai carichi presunti in relazione alla lunghezza delle travate stesse, ben sovente mal si prestano poi all'applicazione di quelle norme, che l'arte ha consacrate per la più elegante composizione di questo genere di archi<sup>1</sup>.*

Al contrario, l'esiguità delle membrature e l'uso di lastre di vetro di notevoli dimensioni era condizione di fondamentale importanza auspicabile soprattutto nel caso di lucernari che coprivano ambienti di particolare pregio architettonico, spazi destinati ad esposizioni o più in generale ambienti con particolari esigenze di illuminazione come i laboratori per artisti e le gallerie degli studi fotografici.

Un attento studio risultava indispensabile nelle città del sud in cui la luce intensa disegna ombre nette che possono alterare la percezione dello spazio interno.

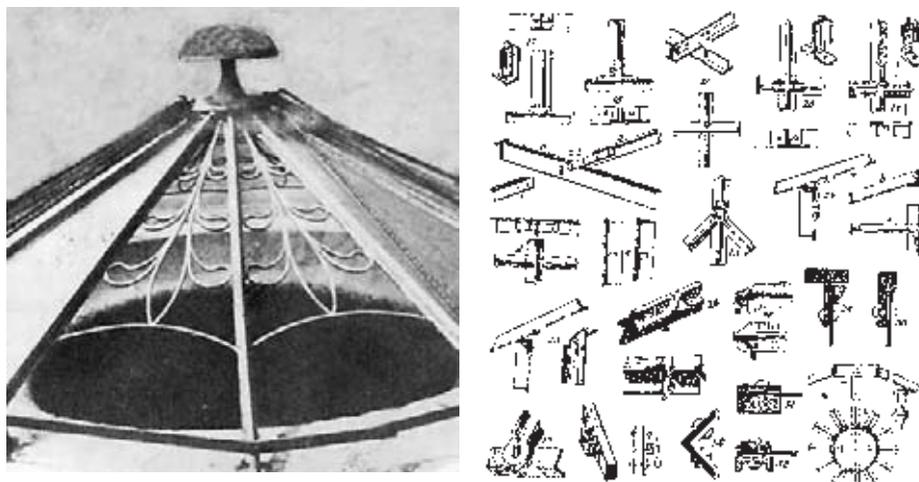


Fig. 3.1, 2 - Lucernario piramidale del Ministero di Stato, poi Provveditorato agli Studi (da Fatta-Ruggieri), esempi di giunti per ferri-vetro.

A Palermo, uno dei primi esempi di lucernario in ferro e vetro è quello realizzato nel 1860 da Carlo Giachery in occasione della ristrutturazione dell'ex Ministero di Stato; di forma piramidale, realizzato con montanti a  $\perp$  che convergono ad un anello chiuso da una calotta metallica e lastre di vetro triangolari, presenta all'intradosso elementi in ferro battuto che creano un irrigidimento tra i montanti, forniscono un appoggio intermedio alle lastre di vetro e formano un motivo ornamentale.

<sup>1</sup> Salemi E., Studi sui mercati, in "Nuovi Annali di Costruzioni Arti e Industrie", Pedone Lauriel, Palermo, Marzo 1872

Giachery subentra ad Antonino Gentile - che per primo introduce nel suo corso lo studio delle strutture in ferro, studio che traeva spunto dagli articoli comparsi sul *Journal du Génie Civil* - nella cattedra di architettura. Grazie alla competenza in materia, Giachery nel 1824 riesce a riassemble la stufa di ferro per le piante esotiche costruita in Germania e donata da Maria Carolina Regina del Regno delle due Sicilie al Real Orto Botanico di Palermo. Questa serra è il primo esempio di struttura in ferro e vetro conosciuto in città. A proposito della serra, Agostino Gallo in *Notizie intorno agli architetti siciliani e agli esteri soggiornanti in Sicilia da' tempi più antichi fino al 1838* riporta: ... era rimasta inoperosa, mancando appo noi chi saputo avesse ordinarne i molteplici pezzi senza la guida del disegno del costruttore. Egli seppe indicarne il congegno, e l'ordinamento, e s'accorse che di alcuni pezzi smarritisi nel viaggio mancava, e fattili qui eseguire fe' in breve sorgere in piedi questo grandioso calidario, che presentava una vistosa galleria coperta di cristalli, sopra un marmoreo pavimento, nel quale si frammezzano delle lingue di terra ove verdeggiano gli alberi stranieri piantativi.



Fig. 3.3 – La “stufa” di Maria Carolina all’Orto botanico di Palermo (1824)

Oltre alle serre, un altro tema di gusto esotico che ebbe notevole successo nella Palermo di fine '800 fu quello dei giardini d'inverno; da citare sicuramente quelli dell'Hotel des Palmes, del Villino Favalaro e di Villa Malfitano che il progettista Ignazio Greco commissionò alla fonderia Izambert nel 1882.



Fig. 3.4, 5 – La “stufa” di Maria Carolina, particolari dei nodi (1824)

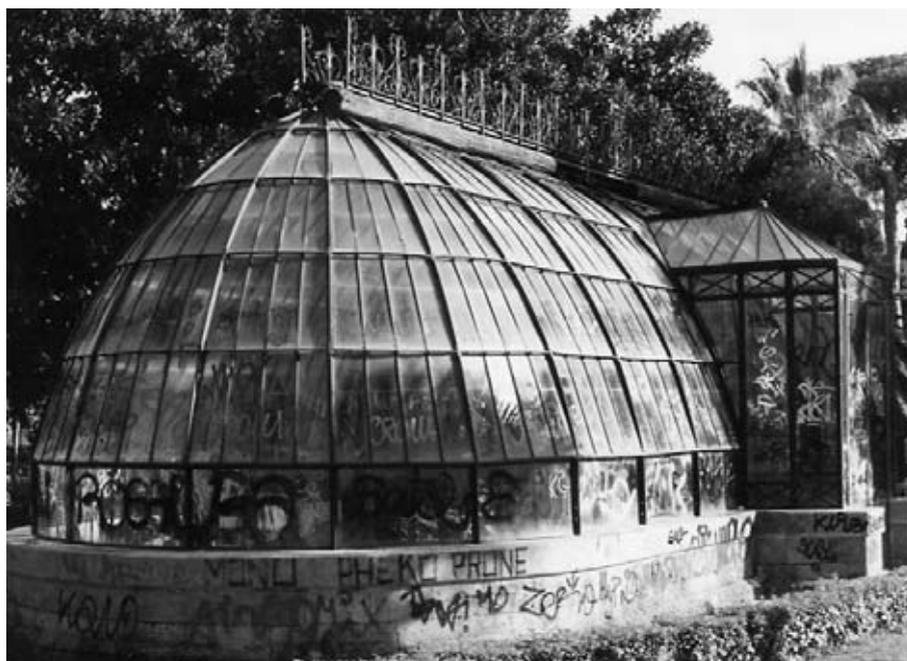


Fig. 3.6 – La serra al “Giardino inglese”



Fig. 3.7, 8 – La serra al “Giardino inglese”, particolari.



Fig. 3.9, 10, 11 – La serra ellittica di Villa Trabia.



Fig. 3.12, 13, 14 – La "addossata" di Villa Trabia.

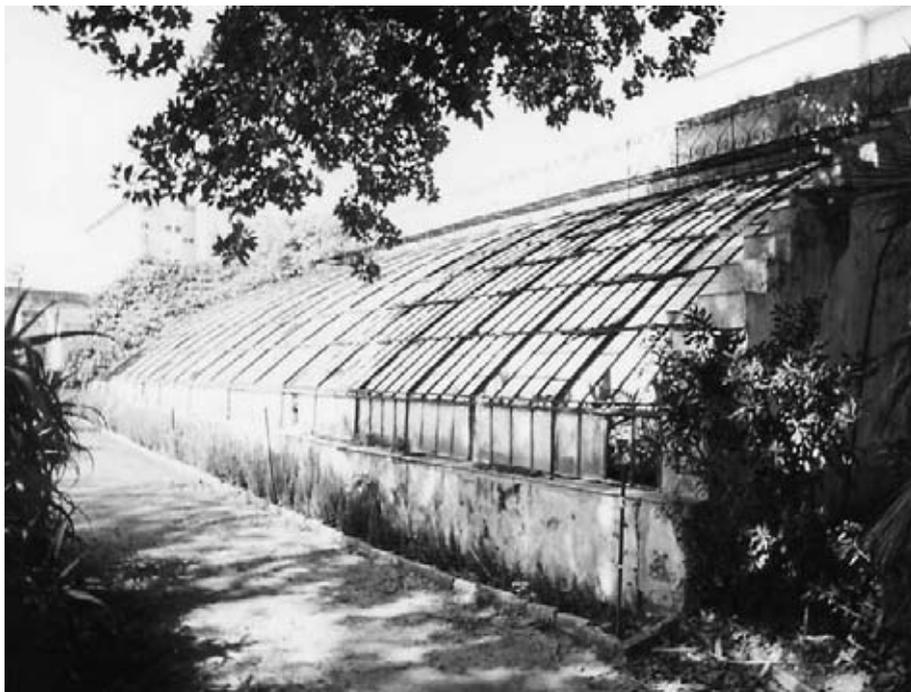


Fig. 3.15, 16 – La “addossata” di Villa Trabia.



Fig. 3.17, 18 – Giardini d'inverno, sotto la "stufa" dell'Hotel des Palmes.



Fig. 3.19, 20 – Giardino d'inverno ed orangerie di Villa Whitaker



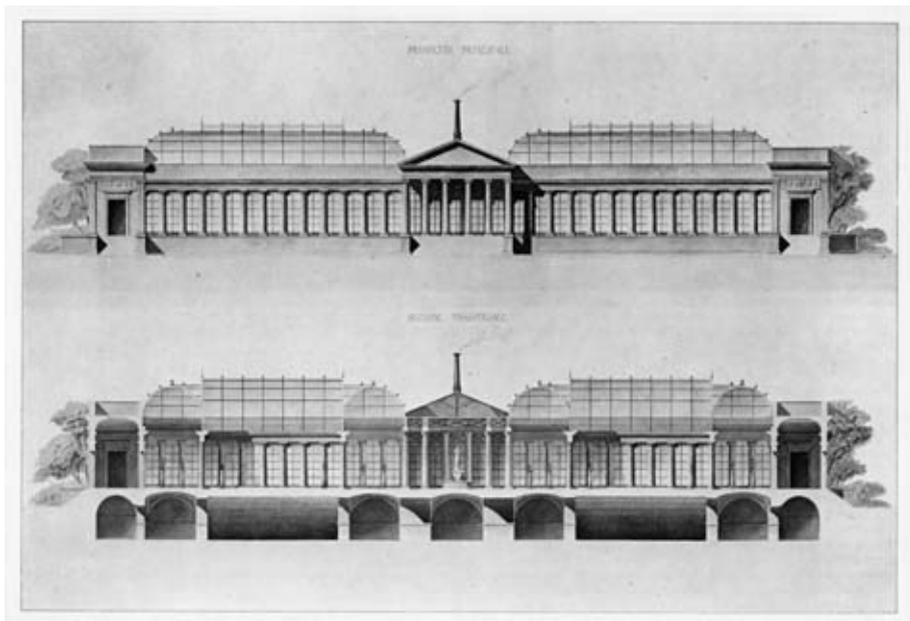


Fig. 3.23 – “Stufa”, progetto di una serra, G. Damiani Almeйда.

Riguardo alla complessa questione della luce naturale nelle gallerie per esposizioni, Ernesto Basile, in occasione dell'Esposizione Nazionale del 1891, curò in modo particolare l'illuminazione nelle sale destinate ad accogliere disegni e dipinti. Egli risolse il problema riducendo al minimo le sezioni e il numero dei montanti portavetro e collocando il soffitto ed un baldacchino in modo tale che le pareti della galleria fossero sempre illuminate dal lucernario posto sulla falda opposta evitando così la luce radente e un'illuminazione eccessiva della parte centrale del pavimento.

Altre realizzazioni che esigevano un accurato studio dell'esposizione alla luce erano sicuramente le gallerie degli studi fotografici; tra quelle realizzate a Palermo ricordiamo la già citata sala di posa dello studio Seffer e la galleria del fotografo Giuseppe Incorpora in via Cavour; entrambe sono poste sulle terrazze di copertura degli edifici, la seconda presenta la tipica conformazione a galleria oblunga con luce unilaterale, con copertura ad una sola falda vetrata e colmo disposto approssimativamente secondo l'asse est-ovest.

Tra gli edifici pubblici che propongono nuovi temi, le stazioni, i mercati, e le banche, con la realizzazione di tettoie e di pensiline vetrate e grandi lucernari permettono in alcuni casi le sperimentazioni più ardite.

Nel 1886 viene progettata da De Giovanni l'imponente tettoia della stazione centrale di Palermo. Modellata come un'enorme volta a botte aveva un'ampiezza di 40 per 90 metri e presentava due vaste superfici a vetri.

Una questione più complessa è quella della costruzione dei mercati in ferro nella Palermo del XIX secolo<sup>2</sup>.

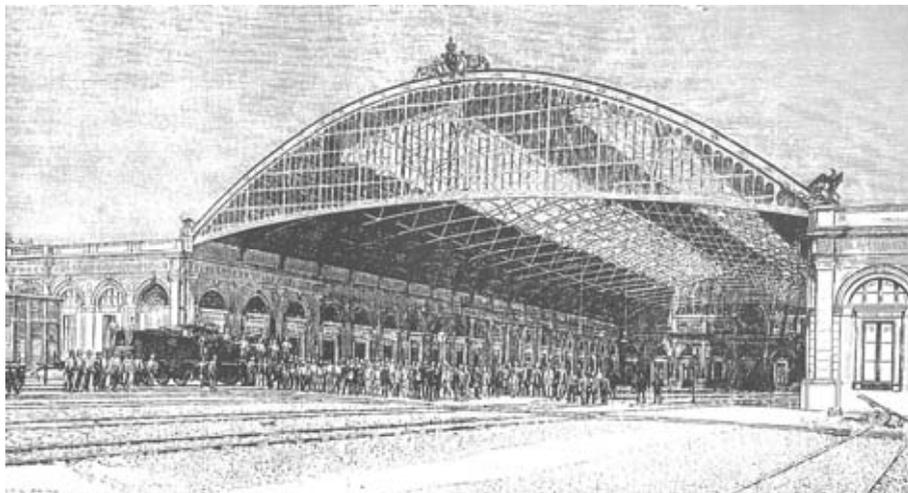


Fig. 3.24 – La tettoia della Stazione centrale progettata da De Giovanni nel 1886

Si era subito intuito che con il ferro ed il vetro si sarebbero potuti realizzare edifici che, in relazione al mutamento delle esigenze, potevano essere all'occorrenza trasformati o trasferiti. In tal senso l'esperienza dei gradi edifici delle esposizioni aveva supportato tale convincimento.

Nel 1872 l'architetto palermitano Enrico Salemi affronta questo argomento in un articolo pubblicato sui *Nuovi Annali di Costruzioni, Arti ed Industrie di Sicilia*: *Noi siamo troppo abituati a costruire con una solidità eccessiva, quasi volessimo eternare le opere nostre. Sotto la veduta di conservare la storia dell'arte questo sistema ha il suo lato utile; ma esso evidentemente contrasta troppo colle abitudini utilitarie del nostro secolo.*

*Chi ci assicura, ci dirà uno di questi utilitarii, che gli edifici che oggi si costruiscono e che soddisfano completamente i nostri bisogni soddisferanno ancora quelli dei nostri figli? E non vediamo ripetersi il fatto contrario? I palaggi, le case, gli ospedali, le caserme, i teatri, i forti del secolo passato sono dessi più adatti alle nostre costumanze? È naturale che avendoli cercassimo di utilizzarli; ma questi edifizii così ridotti spesso rispondono malissimo alle attuali nostre esigenze, e le trasformazioni successive ci han costato dippiù di che un nuovo fabbricato non lo avrebbe.*

*[...] Costruire l'edifizio affidato alla nostra direzione colla minore spesa possibile, in guisa da ottenere i maggiori comodi e conforti, ed una solidità e decorazione proporzionati alla sua destinazione impiegando il minor tempo possibile nella costruzione. Chi meglio saprà sciogliere questo problema*

---

<sup>2</sup> Fatta G., Campisi T., Vinci C., *Mercati coperti a Palermo. Un capitolo perduto di architettura e tecnica*, Palermo, 2013

potrà contare sulla preferenza del pubblico<sup>3</sup>. Proprio in tal senso le leggere costruzioni in ferro e vetro sembravano rispondere a questa istanza.

Il Sindaco di Palermo nel 1864 chiedeva agli ingegneri mandamentali di predisporre i progetti "tipo" delle cosiddette "piazze-mercato" dotate, in assonanza con quanto si realizzava nelle grandi capitali europee, di gallerie coperte da tettoie in ferro e vetri.

L'ingegnere comunale Giuseppe Damiani Almeyda elaborò inizialmente una soluzione assai vasta e complessa, chiusa all'esterno da un alto muro interrotto dai pronai degli ingressi, segnata internamente da quattro gallerie vetrate con un'ampia piazza centrale decorata da una fontana. Le forme, le dimensioni e il costo delle aree da espropriare non consentirono però di realizzare questi organismi all'interno della città storica, e queste osservazioni e considerazioni orientarono i progetti futuri verso soluzioni molto ridotte rispetto alle ipotesi iniziali.

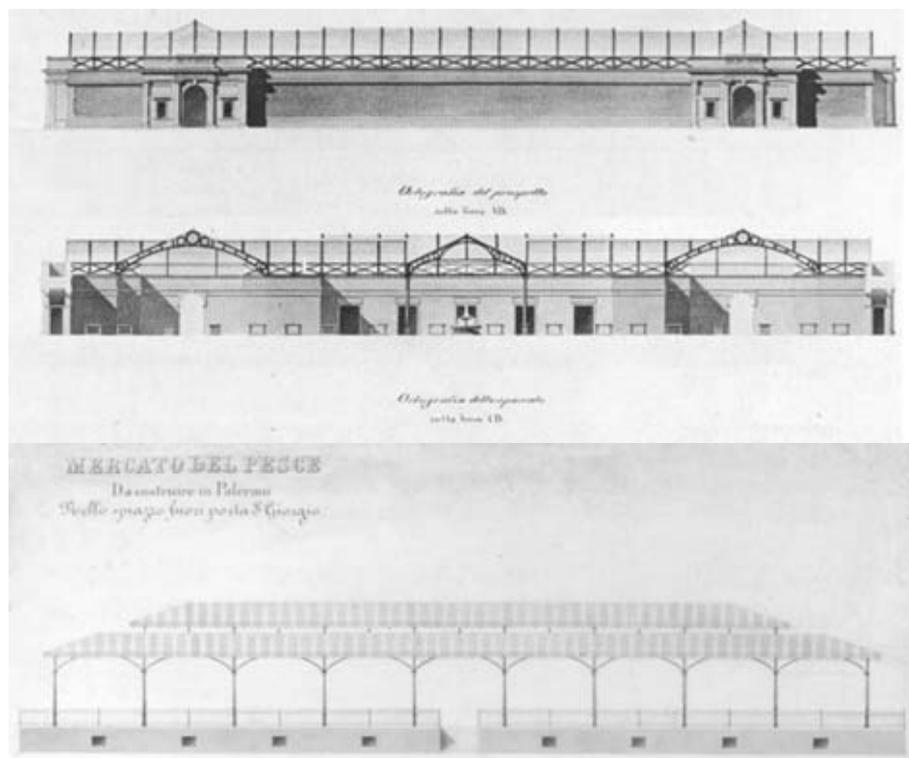


Fig. 3.25, 26 – Progetto tipo di una piazza mercato e primo progetto del Mercato del Pesce.  
G. Damiani Almeyda.

<sup>3</sup> Salemi E., *Il primo congresso artistico italiano e l'esposizione di Arti belle in Parma nell'anno 1870. Discorso letto nella sezione architettura del 1° Congresso artistico di Parma in Agosto 1870, e pubblicato nel bollettino dell'otto Gennaio in Parma, 1° anno 1871, n. 30*, in "Nuovi annali di Costruzioni, Arti ed Industrie di Sicilia", Palermo, Marzo 1872.

Damiani presentava quindi il progetto di un nuovo mercato nel cosiddetto *giardino di Sant'Isidoro*, un'area di dimensioni ridotte all'interno della città storica. Egli propone un insieme di botteghe di varie dimensioni, disposte su un'area attraversata assialmente da una strada che avrebbe collegato la via Judica alla via dei Candelai, e da altre due parallele tra loro ed ortogonali alla prima. Le botteghe in muratura, a una sola elevazione fuori terra, si sarebbero affacciate su gallerie coperte da strutture in ferro e cristalli, destinate a ospitare le cosiddette "postazioni volanti". La struttura in ferro della copertura delle strade poggiava direttamente sui muri delle botteghe, con l'aggiunta di quattro colonne in ghisa nella piazza centrale per ridurre l'ampiezza delle campate. Il progetto non ebbe però seguito.

La questione della costruzione dei mercati coinvolse talmente la città, da destare interesse presso i tanti giornali e opuscoli che abitualmente riprendevano e commentavano i fatti salienti della vita quotidiana. Fu anche grazie alla spinta de *La Forbice*, del *Giornale di Antichità e Belle Arti* e del *Giornale Ufficiale di Sicilia* che entrarono nel dibattito del Consiglio Comunale i temi funzionali, costruttivi, estetici e igienico-sanitari che avevano consentito un notevole sviluppo alla tipologia del "mercato coperto" in tutta l'Europa.

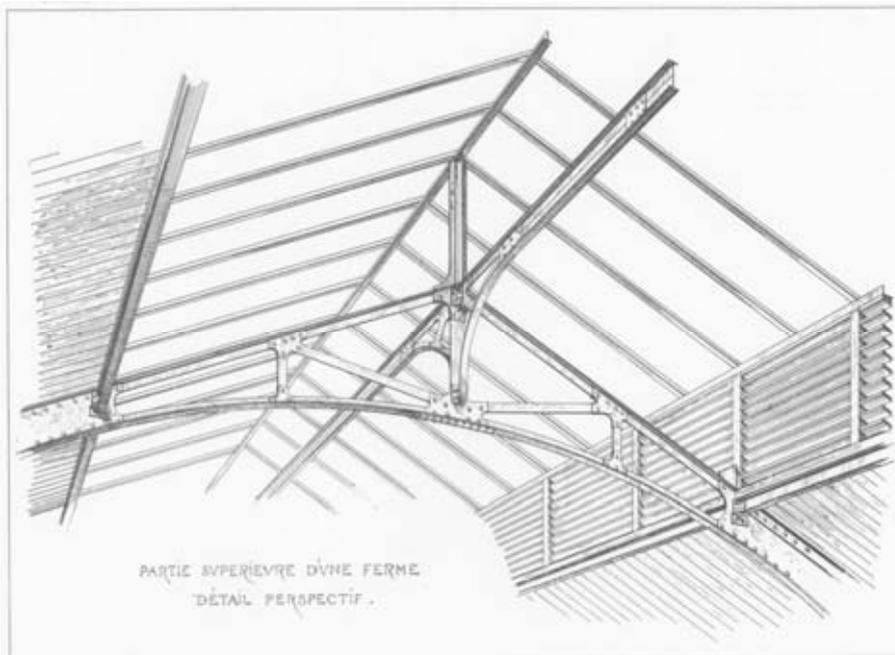


Fig. 3.27 – Nei mercati la lanterna centrale consentiva sia l'illuminazione che l'aerazione.

Per quanto attiene agli aspetti igienici, notevole influenza ebbero le figure tutte ottocentesche dell'*ingegnere igienista* e dell'*architecte salubriste*<sup>4</sup>. Pur rimanendo come obiettivo prioritario la costruzione di un edificio funzionale, solido, dignitoso nel suo aspetto "industriale", veniva sempre più sentita l'esigenza di buoni standard igienici.

Un mercato alimentare doveva essere sufficientemente illuminato e aerato in ogni sua parte, ma con l'accortezza di evitare la radiazione solare diretta e l'eccesso di luce e vento: piuttosto che lucernari orizzontali o disposti secondo l'inclinazione delle falde, era preferibile la realizzazione di "lanterne" distaccate per almeno un metro, in grado di trasmettere una sufficiente luce diurna ed al contempo di mantenere attiva la ventilazione. Semplici e ingegnosi sistemi venivano in gran numero proposti per favorire o limitare l'afflusso di aria e luce in rapporto alle esigenze stagionali o regionali.

Si riteneva che la salubrità dei locali dei mercati alimentari fosse legata alla riduzione della concentrazione delle sostanze nocive ai fruitori e alle merci, al mantenimento della temperatura interna entro limiti ben definiti e ad evitare la proliferazione dei "germi patogeni". L'effetto battericida attribuito comunemente alla ventilazione si esplicava nella possibilità di rendere gli ambienti meno umidi e quindi meno favorevoli alla vita dei microrganismi, limitando la formazione di flussi e vie preferenziali che impedivano un completo ricambio e una sufficiente miscelazione dell'aria, soprattutto negli angoli dei locali.

Anche da queste considerazioni scaturirono le teorizzazioni sulle forme ideali da conferire alle sezioni verticali degli ambienti, in grado di garantire il ricambio d'aria in ogni parte, studi che dalle strutture sanitarie e scolastiche intervennero anche sui mercati coperti. Una delle soluzioni economicamente più convenienti prevedeva l'adozione di incavallature tali da ottenere un andamento inclinato delle parti laterali del soffitto, così da avvicinare la sezione a quella ideale a forma ogivale<sup>5</sup>.

Il mercato del pesce, realizzato secondo il progetto dello stesso Giuseppe Damiani nel 1869 nell'area tra il porto e la Porta S. Giorgio, seguiva appunto queste indicazioni generali.

Di dimensioni ridotte (61,80x24m), questo mercato rappresentò una sorta di "progetto pilota" per gli altri a venire, in cui vennero messi in atto alcuni accorgimenti in grado di favorire la ventilazione naturale e adeguate condizioni termiche, l'impiego di materiali che garantissero l'igiene negli ambienti e una generale attenzione agli aspetti costruttivi finalizzata anche all'economia generale.

In quest'ottica Damiani scelse di realizzare una la copertura del mercato in ferro; per la città di Palermo non era una novità assoluta un così largo impiego

---

<sup>4</sup> *Architecte salubriste* era il titolo che conseguivano gli studenti dell'*École centrale d'Architecture* fondata nel 1864 a Parigi dall'architetto Émile Trélat.

<sup>5</sup> T. Campisi, C. Vinci, "Sanitary buildings between the XIX and the XX century: hygiene takes form. Solutions for natural ventilation", in Atti del Convegno internazionale XXXII IAHS World Congress on Housing, Trento, 21-25 settembre 2004

di questo materiale, già largamente utilizzato per la costruzione di ponti e altre opere ferroviarie.

Per la realizzazione degli elementi metallici si rese disponibile l'apparato produttivo all'avanguardia della palermitana *Fonderia Oretea*, che già da alcuni decenni operava in città nei campi industriale, navale, agricolo ed edilizio.

Appare comunque evidente una limitata conoscenza dei profilati di tipo industriale: questi erano definiti *ferri speciali*, vale a dire quelli le cui sezioni sono configurate secondo le esigenze costruttive, dal prezzo tanto elevato da far ancora preferire le strutture in muratura.

Alle tante inesprienze si aggiunse la *somma difficoltà di ottenere dalla fabbrica Zorès di Parigi i ferri speciali* previsti in progetto: non erano costruiti, né fu possibile il farli fabbricare essendo la Ditta Zorès mancata al commercio.

Nonostante la Fonderia si fosse rivolta ad altre ditte in Francia e in Inghilterra, ci appare emblematico che non fosse possibile far giungere in cantiere le sezioni ipotizzate; Damiani e gli altri tecnici dovettero aggiornarsi con "un grande studio" per adattare al progetto i ferri in commercio.

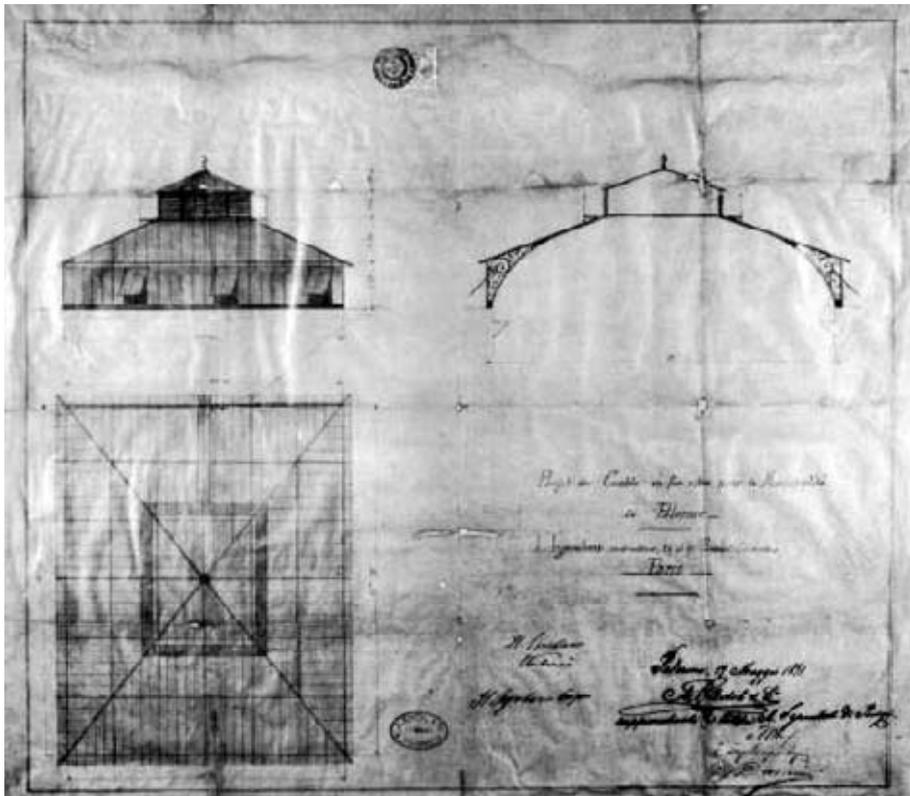


Fig. 3.28 – Il lucernario della ditta Izambert di Parigi per il Palazzo delle Aquile (1891).

La fiducia dei progettisti Palermitani nei confronti dei prodotti dell'industria francese ebbe un'ulteriore conferma quando Damiani, nonostante le contestazioni, in occasione della ristrutturazione del palazzo delle Aquile aveva promosso il progetto della copertura a vetri della corte interna dell'edificio presentato e poi realizzato dalla ditta Izambert di Parigi piuttosto che quello proposto dalla fonderia Oretea.

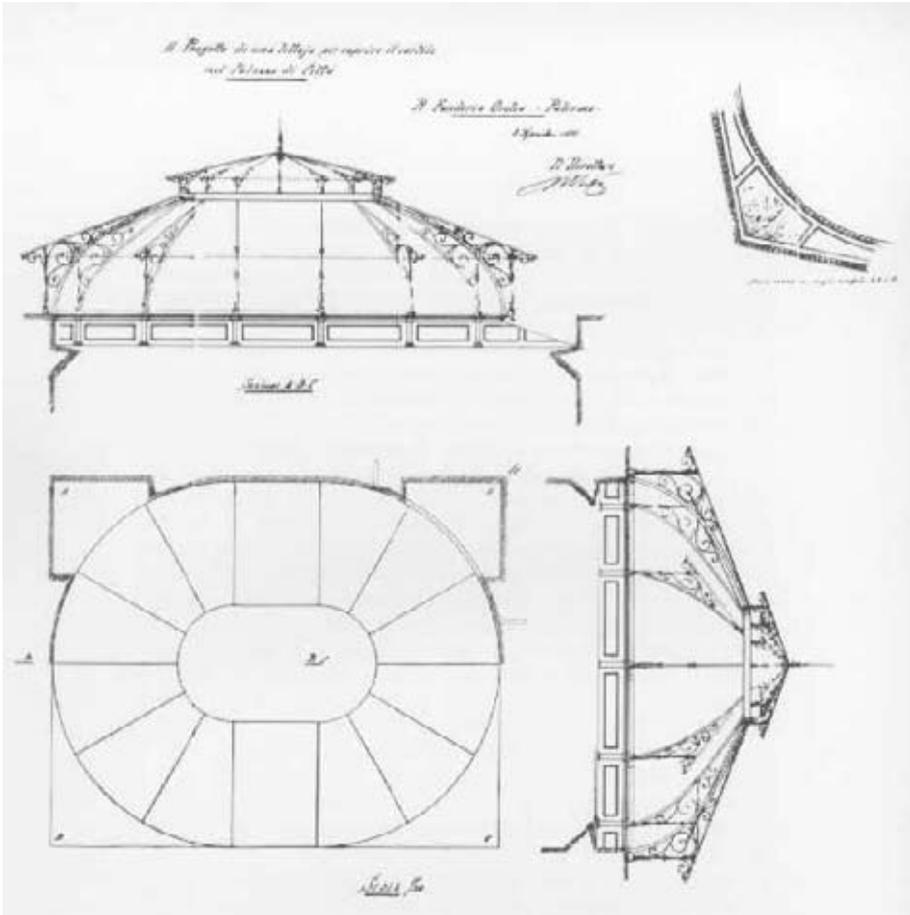


Fig. 3.29 – Il lucernario della Fonderia Oretea di Palermo per il Palazzo delle Aquile (1891).

Tra i lucernari presenti in edifici privati va sicuramente ricordato quello di copertura dello scalone di palazzo Cattolica; a forma di cupola, con elementi montanti costituiti da mensole rampanti, il lucernario possedeva un sistema a vite che permetteva l'apertura del lanternino posto sulla sommità in modo da potere regolare il flusso d'aria.



Fig. 3.30 – Il lucernario di Palazzo delle Aquile su progetto della ditta Izambert (1891).



Fig. 3.31 – Il lucernario di Palazzo Cattolica.



Fig. 3.32 – Il lucernario di Palazzo Cattolica, vista interna.



Fig. 3.33 – Il lucernario poligonale sul cortile di Palazzo Moncada Paternò (1906).



Fig. 3.34 – Il lucernario sulla scala di Palazzo Moncada Paternò (1906).  
Il velario con portavetri in ferro è sovrapposto ad un struttura in cemento armato.

Molti professionisti si cimentavano con proposte sui tipi più adatti da applicare per i mercati. Nel 1872 l'architetto E. Salemi pubblicava a Palermo i suoi *Studii sui mercati*, in cui criticava l'uso diffuso del ferro e del vetro sia per i costi elevati, sia per i problemi di comfort termico. Riteneva che solo per seguire la moda corrente i modelli parigini fossero stati imitati dalle maggiori città europee, ultime Napoli e Palermo, quando già altrove se ne erano riconosciuti i profondi difetti: *Gl'inglesi furono i primi che si occuparono per trovare rimedio a questi inconvenienti – Abbondando di ferro e di cristallo ed avendone esteso l'applicazione alla copertura di vaste stazioni e di palazzi di esposizione, pensarono adattarli a coprire con unico tetto i mercati, onde sotto di essi potessero trovare ricovero i venditori di minuti commestibili. Però poco a poco le botteghe di ogni sorta di provvigioni cominciarono a cercar posto in quei nuovi mercati e fu d'uopo renderli più confortabili e più grandi, per adattarli ai nuovi occupanti. Le coperture in cristallo attraverso le quali il sole fortemente vibrava dovettero cambiarsi con quelle di lamine di zingo o di ferro corrugato e galvanizzato. L'altezza della copertura essendosi spinta di molto per proporzionarsi all'estensione del fabbricato ed al bisogno di aria si bisognò pensare a chiudere le pareti esterne in parte con mattoni ed in parte con legname. La luce e l'aria si*

fecero entrare per l'alto e si costruirono vaste cantine sotto il mercato ad uso dei venditori. Poi gli altri stati di Europa forse senza troppo riflettere sulla convenienza di quel sistema lo adottarono su vasta scala. È stato un capriccio della moda giustificabile come le crinoline, i chignon, le vesti a coda ecc. sul quale non staremo a fermarci. Parigi vide coprirsi degli ettari di terreno di vastissime tettoie destinate a quell'uso, e la Germania, l'Italia, la Svizzera, il Belgio non tardarono a seguirne, più o meno tardi, l'esempio. Ultimi ma non meno inconseguenti furono i Municipi di Napoli e di Palermo ove l'adottare questo sistema, tanto per il prezzo fortissimo del ferro e quello relativamente tenue della pietra da costruzione, quanto per il bisogno di garentirsi dai forti calori, non veniva consigliato da alcun motivo ragionevole.

Salemi propose pertanto un tipo di mercato nel quale entro un involucro murario le strutture in ferro avrebbero avuto un semplice ruolo di complemento: pensiline e piccole tettoie si sarebbero limitate a sostituire le tende addossate alle botteghe negli antichi mercati storici. Al primo piano si trovavano le abitazioni dei commercianti che avrebbero così potuto sorvegliare anche di notte le proprie merci e mantenere in adeguate condizioni igieniche e di pulizia gli spazi commerciali. Il mercato si sarebbe svolto, come era sempre accaduto, in luoghi aperti evitando *il raccogliersi sotto tettoie di un puzzone che i ventilatoi superiori e la pulizia interna sono ben lungi dal dissipare*. Il progetto di Salemi non trovò però seguito né applicazione.

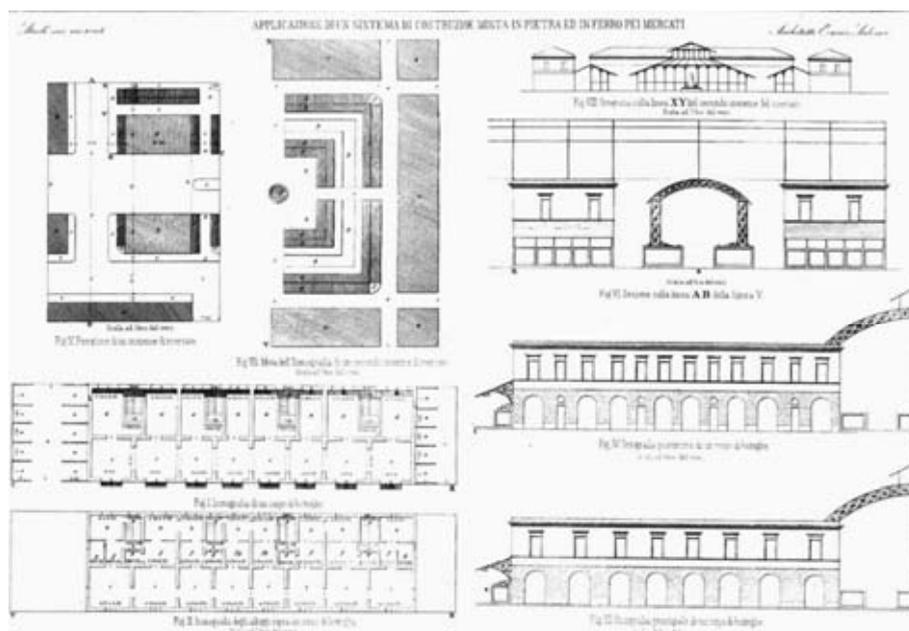


Fig. 3.35 – Progetto tipo di mercato dell'arch. Salemi.

Anche Baltard, progettista delle Halles di Parigi, aveva considerato un errore la semplice riproposizione del modello in altre aree: [...] *ai costruttori stranieri, del nord e del mezzogiorno che ci hanno consultato abbiamo ripetuto a sazietà e lo torniamo a dire qui che certe disposizioni dell'edificio parigino, se sono suscettibili di essere imitate, si deve prima di tutto, il che è elementare, pensare al clima nel quale si costruisce, ed al materiale di cui si dispone [...].*

Ancora molti anni dopo, nel 1925, il costruttore Michele Utveglio riproponeva il progetto di galleria urbana, *che per la sua magnifica ubicazione riuscirà più bella e più maestosa di quella di Napoli e di Milano, poiché resta completamente isolata anche dalla parte esterna, con annesso mercato avente superficie coperta di mq. 8.550, capace di potervi installare tutto quanto riguarda generi alimentari per la nostra Città, col grandissimo vantaggio del Comune di potere facilmente disporre un accurato servizio di annona, dato il concentramento di tali spacci.*



Fig. 3.36 – La Galleria delle Vittorie (P. Bonci).

Questo e altri progetti di minore impatto proposti tra il primo e il secondo conflitto mondiale non vennero mai realizzati: unica eccezione, la *Galleria delle Vittorie*, progettata dall'ingegnere toscano Paolo Bonci negli anni '20 del XX secolo, che oggi versa in stato di abbandono a testimonianza della difficoltà, mai venuta meno, di accettazione di modelli di commercio di importazione.

Il secolo XX ha visto anche la realizzazione di numerosi e ben più modesti lucernari, non di raro muniti di apposito velario, in molti edifici

pubblici e privati. Tra gli istituti di credito si cita fra tutti, a titolo di esempio, il lucernario a padiglione con velario della Banca d'Italia, realizzato nel 1926-29, nonché quello del Banco di Sicilia realizzato invece nel 1932-36 (entrambi su progetto di S. Caronia Roberti).



Fig. 3.37 – La pensilina dell'Hotel des Palmes.



Fig. 3.38 – La pensilina del Teatro "Al Massimo"



Fig. 3.39 – Particolare della pensilina del Teatro Biondo

## BIBLIOGRAFIA

- Appendice ai patti ed alle condizioni relativi alla costruzione e restauro delle strade interne ed esterne e di alcuni edifici del Comune di Palermo*, 1873
- AA.VV., *Palermo e l'Esposizione Nazionale 1891-92*, Ed. F.lli Treves, Milano, 1892
- Barbera P., *Giuseppe Damiani Almeyda. Artista, architetto, ingegnere*, Promolibri, Palermo, 2008.
- Basile G. B. F., *I pubblici mercati*, in "Giornale di antichità e belle arti", 1-5-1864.
- Blandi G., *Il Teatro Politeama Garibaldi di Palermo*. Edizioni Axon Sicilia, Palermo, 1991.
- Boldi M. A., *Per i mercati coperti*, Centenari, Roma, 1892.
- Campisi T., Fatta G., Vinci C.,  *Mercati coperti a Palermo. Un capitolo perduto di architettura e tecnica*, Palumbo Editore, Palermo, 2013.
- Damiani Almeyda G., *L'arte nova, ricerca dell'arte dell'Avvenire e dell'Arte nazionale italiana*, Resoconti del Congresso degli Ingegneri e Architetti in Palermo. Palermo, 1892.
- Damiani Almeyda G., *Dal carro di Tespi al Politeama di Palermo*, in "Florilegio di Conferenze Scientifiche e Religiose". Giannitrapani, Palermo, 1906.
- Damiani Almeyda G., Damiani M. (a cura di), *I casi della mia vita*. Anteprema s.r.l., Palermo, 2001.
- Donghi D., *Manuale dell'architetto*, Unione tipografico- Torinese, Torino, 1925.
- Eck C., *Traité de construction en poteries et fer, à l'usage des bâtiments civils, industriels et militaires, suivis d'une recueil de machines appropriées à l'art de bâtir*. Paris, 1841.
- Fatta G, Bellomo V., *I solai tradizionali ad orditura metallica*, Edizioni Antares, Palermo, 1997.
- Fatta G., Ruggieri Tricoli M. C., *Palermo nell' "età del ferro". Architettura – Tecnica – Rinnovamento*. Edizioni Giada, Palermo, 1983.
- Fatta G., *Il ferro nelle tecniche costruttive del Teatro Massimo di Palermo*, Bollettino dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo. Numero 1. Palermo, 1993.
- Fundarò A. M., *Palermo 1860/1880. Una analisi urbana attraverso progetti ed architetture di Giuseppe Damiani Almeyda*. Palermo, 1974.
- Gallo L., *Il Politeama di Palermo e l'Architettura policroma dell'Ottocento*. EPOS, Palermo, 1997.
- Garnier J., *Le Fer*, Librairie Hachette, Paris, 1878.
- Giedion S., *Spazio, tempo, architettura*, Hoepli, Milano, 1941.
- Jodice R., Roisecco G., Vannelli V., *L'architettura del ferro: la Francia 1715-1914*, Bulzoni, Roma, 1973.
- Jodice R., *L'architettura del ferro: gli Stati Uniti 1893-1914*, Bulzoni, Roma, 1980.
- La Duca R., *I mercati di Palermo*, Sellerio, Palermo, 1997.
- Lima A. J., *L'Orto Botanico di Palermo*, Flaccovio, Palermo, 1979.
- Lo Jacono D., *Palermo industriale*, Vittorietti, Palermo, 1979.
- Pagliani L., *Trattato di Igiene e Sanità pubblica*, Torino, 1913.
- Pollaci N., *L'Esposizione Nazionale e le sua adiacenze*. Tipografia Giornale di Sicilia, Palermo, 1892.
- Roisecco G., *L'architettura del ferro: gli Stati Uniti 1876-1893*, Bulzoni, Roma, 1982.

Roisecco G., Jodice R., Badaloni P. G., *L'architettura del ferro: l'Inghilterra 1688-1914*, Bulzoni, Roma, 1972.

Rondelet. J., *Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare (1802-1803)*, trad. B. Soresina, Mantova, 1832.

Salemi E., *Studi sui mercati*, in "Nuovi Annali di Costruzioni Arti e Industrie", Pedone Lauriel, Palermo, Marzo 1872, pp. 18 - 21.

Spataro D., *Architettura sanitaria- Igiene generale della casa*, Vallardi Editore, Milano.

Salemi Pace G., *Sulla determinazione degli sforzi molecolari ammissibili nelle costruzioni metalliche*. Palermo, 1880.

Tenore G., *L'industria del ferro e dell'acciaio in Italia dopo il 1860*, Nobile, Napoli, 1976.

Viollet-le-Duc E., *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI au XVI siècle*, Parigi, 1856.