

€ 35,00

ISBN: 9788897988212



9 788897 988212

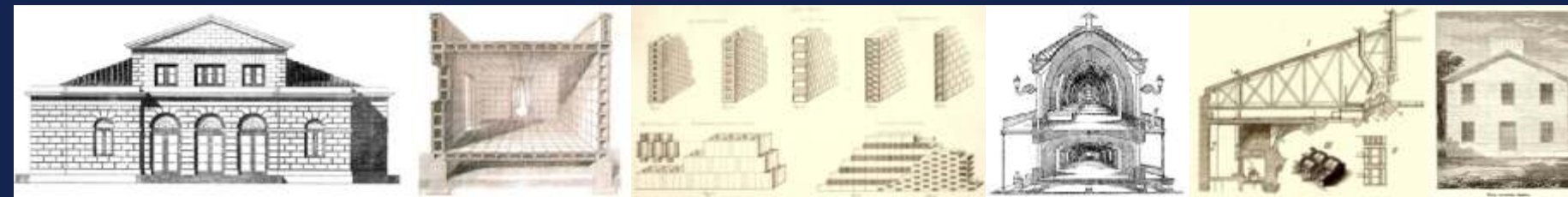
La costruzione sana  
Criteri di sostenibilità tra tradizione e innovazione

Calogero Vinci



Calogero Vinci

La costruzione sana  
Criteri di sostenibilità tra tradizione e innovazione



*Calogero Vinci*

***LA COSTRUZIONE SANA. CRITERI DI SOSTENIBILITÀ TRA TRADIZIONE E INNOVAZIONE***

Finito di Stampare: GIUGNO 2013  
Ed. Fotograf snc  
ISBN: 978-88-97988-21-2

# Indice

## **Introduzione**

*La cultura della sostenibilità.*

*L'innovazione impara criticamente dalla tradizione*

**1**

## **Capitolo 1**

Sostenibilità e nuovi modelli di sviluppo. Dal rapporto Brundtland a ...

**1**

1.1 - La nascita della cultura della sostenibilità:

il passaggio dal modello di "crescita" degli anni '70 a quello di "sviluppo"

1.2 - Le tappe fondamentali della sostenibilità

## **Capitolo 2**

La sostenibilità in edilizia. Criteri per progettare e costruire in una logica di sviluppo sostenibile

**13**

2.1 - I documenti della sostenibilità in edilizia

2.1.1 - Agenda 21 on Sustainable Construction

2.1.2 - *Leitfaden Nachhaltiges Bauen*, il "Manuale per Berlino"

2.1.3 - *Final Report on sustainable construction* del 2001 della Commissione europea

2.1.4 - La Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) in Francia

2.1.5 - Il Codice Concordato, l'esperienza italiana

2.2 - Criteri e metodologie di valutazione della sostenibilità ambientale degli edifici

2.3 - I temi e le parole chiave della sostenibilità in edilizia

2.3.1 - Il riuso ed il riciclo dei materiali come strategia per il risparmio energetico

2.3.2 - Tecniche costruttive e materiali tradizionali.

Una guida per scelte progettuali ispirate a criteri di sostenibilità

2.3.3 - Il recupero del costruito: il patrimonio edilizio esistente come nuova risorsa

2.3.4 - La qualità degli spazi indoor: la salubrità alla base della sostenibilità

2.3.5 - La Bioarchitettura quale espressione progettuale della sostenibilità

## **Capitolo 3**

Veleni ed alchimie nell'edilizia dell'era industriale

**37**

3.1 - Criteri di bioecocompatibilità e marchi di qualità ecologica

3.2 - Edilizia e salute pubblica

3.3 - Cause di inquinamento indoor

3.4 - Inquinanti chimici

3.4.1 - I Composti Organici Volatili (VOC)

- 3.4.2 - Il piombo
- 3.4.3 - Le fibre minerali sintetiche (MMMF)
- 3.4.4 - Le fibre di vetro
- 3.4.5 - Le fibre naturali: l'amianto
- La "lana della salamandra".
- I prodotti per l'edilizia contenenti amianto
- Le tecniche di bonifica
- 3.5 - Agenti inquinanti fisici: il radon
- 3.6 - Contaminanti microbiologici

## Capitolo 4

Igiene e salubrità alla base dei moderni criteri di sostenibilità

63

- 4.1 - I precetti igienico-salubri ottocenteschi quale origine della sostenibilità in edilizia.  
I Regolamenti edilizi, i Regolamenti di igiene e polizia urbana ed i Servizi di Igiene
- 4.2 - L'insegnamento dell'Igiene nelle Scuole di applicazione per gli Ingegneri
- 4.3 - Gli strumenti per la "difesa igienica" dei grandi centri urbani
  - 4.3.1 - Norme e precetti a tutela della salute pubblica: Regolamenti edilizi, Regolamenti di igiene e polizia urbana e Servizi di Igiene
  - 4.3.2 - L'istanza di salubrità nei Regolamenti edilizi e di igiene a Palermo tra XIX e XX secolo
  - 4.3.3 - Il Casellario Ecografico Sanitario: Il tentativo di una "storia sanitaria" di ogni singola casa di una città

## Capitolo 5

Soleggiamento e illuminazione naturale. La città e l'edificio

83

- 5.1 - Precetti igienico-salubri della fine del XIX secolo
- 5.2 - La città ottocentesca disegnata dagli igienisti: larghezza, profondità, orientazione, lunghezza e pendenza delle vie
- 5.3 - Il rapporto tra altezza degli edifici e larghezza della sede viaria
- 5.4 - L'orientamento delle strade
- 5.5 - Lunghezza e pendenza delle strade
- 5.6 - Orientazione degli edifici
- 5.7 - Illuminazione naturale degli ambienti
- 5.8 - La luce e la città
- 5.9 - La luce e gli ambienti interni

## Capitolo 6

La ventilazione naturale. Qualità dell'aria e comfort ambientale

99

- 6.1 - L'insalubrità dell'ambiente interno. Gli obiettivi della ventilazione naturale
- 6.2 - Gli obiettivi del risanamento dell'ambiente interno. *Purezza chimica, microbica e salubrità termica*
- 6.3 - I meccanismi della ventilazione naturale: ventilazione libera, ventilazione artificiale, ventilazione capillare
- 6.4 - La salubrità dell'aria negli edifici pubblici: teatri, scuole, ospedali, mercati
- 6.5 - La ventilazione naturale e la configurazione dell'involucro interno degli ambienti
- 6.6 - Ventilazione per *canali artefatti*
  - 6.6.1 - Sistemi di ventilazione dei locali caldi non riscaldati artificialmente
  - 6.6.2 - La ventilazione naturale dei locali freddi

- 6.7 - Sistemi di regolazione
- 6.8 - Sistemi di ventilazione artificiale

## **Capitolo 7**

Le proprietà igieniche dei materiali da costruzione

129

- 7.1 - I materiali igienici nell'edilizia tra XIX e XX secolo
- 7.2 - I primi studi ottocenteschi sulle proprietà igieniche dei materiali da costruzione
- 7.3 - La porosità nei materiali da costruzione come parametro per la valutazione dell'igienicità
  - 7.3.1 - Permeabilità all'aria e ventilazione interstiziale
  - 7.3.2 - I materiali da costruzione e la loro permeabilità ai microrganismi
- 7.4 - L'istanza igienica nei materiali da costruzione
- 7.5 - I materiali lapidei naturali. Le esperienze degli igienisti
- 7.6 - Le esperienze degli igienisti sulle pietre artificiali
  - Le pietre artificiali cotte
  - Le pietre artificiali non cotte
- 7.7 - I materiali leganti
  - La calce
  - Il cemento
  - Il gesso
  - L'argilla
- 7.8 - Le malte contenenti fibre di amianto
- 7.9 - Il legname da costruzione
- 7.10 - La risposta dell'industria all'istanza igienica: i materiali "ibridi" a componenti vegetali e minerali
  - 7.10.1 - Sughero
  - 7.10.2 - Le fibre vegetali mineralizzate
- 7.11 - I componenti delle pitture e delle vernici nell'edilizia storica
  - 7.11.1 - Igiene e nocività delle vernici "storiche".
  - 7.11.2 - La salubrità intrinseca
    - Creosoto ed altri derivati del catrame
    - Biacca di piombo
    - Arsenico
    - Cinabro
  - 7.11.3 - Proprietà fisico igieniche e asetticità intrinseca delle vernici

## **Capitolo 8**

Le proprietà igieniche degli elementi edilizi a contatto con l'ambiente esterno

165

- 8.1 - Le strutture al disotto del piano di campagna: le fondazioni ed i muri d'ambito
- 8.2 - Criteri costruttivi e regole dell'arte per la costruzione "igienica" dei muri d'ambito fuori terra
- 8.3 - Le murature ad intercapedine. Un nuovo criterio costruttivo economico e salubre
- 8.4 - Le chiusure verticali a setti multipli
  - Le proprietà igieniche

- 8.5 - Manutenzione dell'involucro murario quale presidio della salubrità
- 8.6 - La muratura in mattoni crudi ed in "pietra e tajo"  
Materiali e tecniche costruttive "primitive" a ridotto contenuto energetico
- 8.7 - Criteri e tecniche per la difesa dell'edificio contro la pioggia e la neve  
L'intonaco ed i rivestimenti esterni
  - 8.7.1 - Influenza del colore dell'intonaco sul benessere termico e sull'illuminazione dei locali interni
  - 8.7.2 - Asciugamento artificiale delle nuove costruzioni e dei muri affetti da umidità
- 8.8 - Il tetto

## Capitolo 9

Le proprietà igieniche degli elementi edilizi nell'ambiente interno

197

- 9.1 - Gli orizzontamenti. I nuovi sistemi costruttivi a servizio dell'igiene
  - 9.1.1 - Caratteristiche igieniche dei solai
  - 9.1.2 - Le volte
  - 9.1.3 - Solai in legno
  - 9.1.4 - Solai in ferro
- 9.2 - I collegamenti verticali ed i percorsi interni: scale, ascensori e disimpegni comuni
- 9.3 - Finiture
  - 9.3.1 - Pavimenti
  - 9.3.2 - Impiantiti
  - 9.3.3 - Battuti
  - 9.3.4 - Pavimenti in legno
  - 9.3.5 - Pavimenti in fibre mineralizzate
  - 9.3.6 - Linoleum
- 9.4 - I divisori interni ed il loro rivestimento
  - 9.4.1 - La pittura a tempera o a colla
  - 9.4.2 - Le pitture ad olio
  - 9.4.3 - Le tappezzerie
  - 9.4.4 - Le "incrostature": lastre, maioliche, tavole
  - 9.4.5 - Rivestimenti per pareti verticali e batteriologia.
  - 9.4.6 - L'influenza del colore dei rivestimenti sulla salubrità visiva degli ambienti

## Capitolo 10

L'edificio scolastico. L'aspirazione igienico-salubre ottocentesca e gli odierni criteri di sostenibilità

227

- 10.1 - Gli studi degli igienisti e la caratterizzazione "scientifica" dell'edificio scolastico.  
Definizione ottocentesca del "tipo" e diffusione novecentesca dei "modelli"
  - 10.1.1 - L'illuminazione delle classi e l'igiene visiva. I tre sistemi di illuminazione: unilaterale, bilaterale e differenziale
  - 10.1.2 - Gli studi sulla luce e sull'orientazione: i fattori localizzativi
  - 10.1.3 - *La ventilazione naturale negli edifici scolastici*
- 10.2 - La traduzione normativa dei principi igienici: i *Regolamenti* e le *Istruzioni tecnico-igieniche* per l'edilizia scolastica.
- 10.3 - I topoi dell'edilizia scolastica: il passaggio dalle norme al progetto
- 10.4 - Scuole all'aperto e scuole-sanatorio

## Capitolo 11

L'interpretazione delle tipologie "sensibili" a Palermo tra XIX e XX secolo. Gli asili e le scuole elementari

253

11.1 - La nascita degli asili per l'infanzia nella Sicilia preunitaria

11.2 - I decreti Mordini e l'istituzione degli asili *a carico della carità privata* in periodo post-unitario

11.3 - Il *Manuale per la fondazione degli asili infantili in Sicilia* del sacerdote Antonio Lombardo: modelli ed adeguamenti

11.4 - L'assistenza all'infanzia a Palermo: gli asili urbani delle Pie Sorelle e le trenta sezioni comunali nelle borgate

11.5 - Le strutture private per l'assistenza all'infanzia. L'opera del *Comitato degli Asili Rurali*

11.6 - Condizioni igieniche dei locali scolastici nel periodo post unitario in Sicilia: stanze «sudicie, squallide, ottuse»

11.7 - La realizzazione dei primi edifici scolastici a Palermo. Fattori localizzativi e salubrità dei luoghi

11.7.1 - La ricerca della salubrità nel progetto dell'edificio scolastico in piazza Marmi dell'architetto Giuseppe Damiani Almeyda

11.7.2 - I Progetti tipo per gli edifici scolastici urbani e suburbani

## Bibliografia





## Introduzione

La cultura della sostenibilità.  
L'innovazione impara criticamente dalla tradizione

Il concetto di sostenibilità sintetizza i molteplici aspetti di un problema complesso nelle modalità di intendere i modelli di produzione e consumo, vale a dire quello di rendere conciliabili le esigenze dell'economia con l'istanza ambientale; la sostenibilità, infatti, è oggi divenuta un'urgenza trasversale, un fenomeno di massa, che interessa tutte le possibili relazioni tra società umana e ambiente circostante. La crisi energetica e la progressiva presa di coscienza delle problematiche ambientali avvertite sin dagli anni Settanta del Novecento hanno reso evidente la limitatezza delle risorse e della capacità dell'ambiente di assorbire i rifiuti e le emissioni inquinanti, sollecitando l'urgenza di incentivare la ricerca e l'utilizzo di risorse rinnovabili e di tecnologie adeguate, rinforzata dalla consapevolezza di quanto la produzione di energia tramite risorse non rinnovabili immetta nell'ambiente sostanze nocive per l'ambiente stesso e per la salute dell'uomo; ne deriva la necessità di una revisione complessiva delle politiche internazionali, che perpetuino la crescita della popolazione e dei consumi da una parte, innescando dall'altra un drastico e rapido incremento dell'efficienza con la quale materiali ed energia vengono usati.

La cultura della sostenibilità rappresenta una disciplina in cui il progettista costituisce il fondamentale coordinatore di istanze e lo sviluppo sostenibile risulta non solo economico ma anche sociale, nel quale la crescita economica avviene entro i limiti delle possibilità ecologiche degli ecosistemi e della loro capacità di soddisfare i bisogni delle generazioni future; mantenere la riproducibilità delle risorse naturali rappresenta la chiave per la sostenibilità, e tale riproducibilità si può ottenere solo attraverso un uso razionale delle risorse. Esistono diverse teorie e punti di vista riguardo allo sviluppo sostenibile; risulta difatti controversa la definizione dei concetti di "sviluppo" e di "sostenibilità", concretizzabile nella necessità di stabilire se lo sviluppo sostenibile si concili con la crescita economica e anche nella opportunità di delineare quali metodologie si debbano utilizzare per la contabilità ambientale. Un elemento è però unanime, lo sviluppo è sostenibile quando è "self-reliant", cioè non dipende dalla presenza di un continuo input dall'esterno sia finanziario che in termini di assistenza, quando è pensato e implementato con la partecipazione locale, rispettoso della cultura e delle tradizioni della gente, adatto all'area a cui si applica tenendo conto dei suoi particolari problemi di potenzialità.

Nel primo capitolo si effettua l'analisi dei documenti prodotti nel XX secolo da vari Paesi sul tema dello sviluppo sostenibile; emerge come gli Stati si sono impegnati nel tempo a dare priorità

a politiche volte a ottimizzare l'uso delle risorse e a minimizzare la quantità di rifiuti prodotti, attraverso il miglioramento dell'efficienza dei processi produttivi ed il passaggio ad un modello di consumo e stile di vita più sostenibili. Ne derivano spesso ampi ed articolati "programmi di azione" per la Comunità internazionale, l'ONU, i Governi, le ONG e tutti quei settori privati che trattano gli aspetti sociali ed economici dello sviluppo, i problemi della conservazione e gestione delle risorse, il ruolo delle principali categorie sociali e indica i metodi da utilizzare per lo sviluppo sostenibile.

Appare evidente, da quanto affermato, quanto il concetto di sostenibilità mostri i suoi limiti proprio nel campo edilizio, se la misura della "sostenibilità" di un'attività deve riferirsi alla sua attuabilità senza limiti di tempo e nella disponibilità di risorse per un tempo illimitato; il costruire di per sé non rientrerebbe quindi di diritto nel campo delle attività cosiddette "sostenibili", a meno di circoscrivere entro quali limiti e riferimenti i concetti di sostenibilità e di "costruire sostenibile" possano convivere. L'industria delle costruzioni adotta infatti approcci differenti al tema della sostenibilità, dal momento che le priorità e le interpretazioni possono essere notevolmente diverse in relazione al livello di sviluppo che si ha nei diversi Paesi; la "cultura della sostenibilità" – che più volte richiameremo nel corso della trattazione, in diversi contesti, ambiti e specificità, storiche così come attuali - si basa proprio sulle peculiarità e sulle specificità di ogni Stato, Regione, città o paese. Così, mentre le Istituzioni europee si dotano di piani d'azione generali e programmi che fanno riferimento in modo più o meno generico al tema della sostenibilità, alcuni Stati stanno invece sviluppando politiche nazionali e strategie per il settore delle costruzioni nel contesto di quelle esperienze che possono essere ricondotte all' "edilizia sostenibile".

Nel secondo capitolo emerge come l'interpretazione del concetto di sostenibilità degli edifici sia cambiato rapidamente negli ultimi anni; originariamente l'attenzione era posta soprattutto al controllo di un numero limitato di risorse, in particolar modo al consumo di energia e ai modi per ridurre l'impatto sull'ambiente naturale. Di recente, invece, è stata data grande importanza agli aspetti tecnici della costruzione quali la scelta dei materiali, dei componenti, di tecniche, di tecnologie e di aspetti della progettazione legati all'uso dell'energia. In particolare, in questo capitolo viene posto l'accento sugli aspetti igienici e di salubrità degli edifici e dei materiali, lo stretto legame tra salubrità e sostenibilità è stato anche ribadito nella definizione di "edilizia sostenibile" enucleata da Charles Kibert alla *First International Conference on Sustainable Construction*, svoltasi Tampa nel 1994. Tra le altre tematiche affrontate e connesse con la costruzione sostenibile si individuano temi generali quali il riuso ed il riciclo dei materiali, la conoscenza dei materiali e delle tecniche costruttive tradizionali, il recupero e la rifunzionalizzazione del costruito, la progettazione di sistemi e componenti finalizzati al risparmio di energia e di risorse, la qualità degli spazi indoor e la salubrità dei materiali, aspetto quest'ultimo che sta attualmente aprendo la strada alla eco-certificazione dei materiali da

costruzione; altro tema ribadito dalla cultura della sostenibilità in edilizia risulta il legame tra costruito ed ambiente naturale e la rivalutazione dell'uso di materiali e tecniche costruttive locali, tutti aspetti che convergono nel concetto di tipologia ambientale, oggetto di specifici approfondimenti della tesi.

Anche gli attuali orientamenti dell'industria edilizia in rapporto alla sostenibilità confermano tra gli obiettivi primari da perseguire i requisiti di salubrità, igiene ed ecologicità dei materiali; a livello normativo si è assistito ad una rivoluzione nel modo di concepire i materiali sebbene, in realtà, si tratti di una vera e propria riscoperta di principi e criteri che hanno caratterizzato gran parte dell'*edilizia igienico-salubre* tra Ottocento e Novecento. Le attuali indicazioni normative hanno prodotto una maggiore attenzione nei confronti dell'ecocompatibilità e della biocompatibilità dei materiali edilizi, in particolar modo delle finiture che entrano in contatto diretto con l'ambiente abitato, sia da parte dei soggetti interessati alla produzione edilizia sia da parte degli utenti dell'opera. Si può comprendere, pertanto, quanto sia diventato determinante per progettisti ed operatori del settore edilizio poter individuare materiali e prodotti che garantiscano, attraverso apposite certificazioni, il rispetto dell'ambiente e condizioni di igiene e salubrità per il costruito; la certificazione diventa la chiave di volta su cui si basa la qualità bioecologica dei prodotti. È un'innovativa visione globale del manufatto edilizio, che oggi si cerca di affermare e sottolineare con protocolli attraverso i quali si dovrebbero arrivare a certificare non solo materiali ma anche sistemi complessi, come i componenti edilizi, ed infine l'edificio nel suo insieme; è proprio questo il percorso che attualmente si sta seguendo a livello europeo con gli *ecolabel*.

Un altro aspetto riguardante la salubrità dell'edilizia, affrontato nel terzo capitolo, è quello dell'inquinamento degli ambienti confinati, il cosiddetto *inquinamento indoor*, dovuto alla presenza di sostanze tossiche negli edifici e, in molti casi, alla ridotta ventilazione degli stessi; si tratterà anche delle sostanze e dei materiali che costituiscono potenziali pericoli non solo nell'edilizia contemporanea, ma anche in quella storica, evidenziando come alcune di queste sostanze fossero particolarmente apprezzate per le loro caratteristiche igieniche, se non addirittura terapeutiche.

Il quarto capitolo affronta il tema dei precetti igienico-salubri ottocenteschi quale origine dei moderni criteri di sostenibilità in edilizia; l'analisi viene condotta attraverso l'esame di regolamenti edilizi, di igiene e polizia urbana e di quei servizi di igiene istituiti in quel secolo a livello locale, nazionale e sovranazionale.

L'istanza di igiene e salubrità - che caratterizzò e condizionò già a partire dalla seconda metà dell'Ottocento, ed in modo diffuso nei primi decenni del Novecento, l'edilizia improntata al sociale - è attualmente da molti considerata all'origine di quell'approccio progettuale "ecosostenibile", in cui viene riconosciuta una delle fondamentali linee strategiche per la progettazione e gestione

dell'architettura del futuro. Questa istanza si poneva anticamente sotto un triplice aspetto: quello urbanistico, che affrontava problematiche inerenti la natura dei terreni e le modalità di illuminazione e ventilazione dipendenti da ampiezza ed orientamento delle strade, oltre che l'altezza delle fronti edilizie; quello relativo ad ogni singolo edificio, che riguardava invece fattori di natura geometrica quali l'altezza del fronte prospiciente un'area libera, la forma, la dimensione ed il posizionamento delle aperture per l'illuminazione e la ventilazione; infine, quello materico-costruttivo che analizzava materiali da costruzione e componenti edilizi da un punto di vista fino ad allora inedito, quello cioè delle proprietà *fisico-igieniche*.

La relazione posta in evidenza nella seconda metà del XIX secolo tra igiene e caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche dei materiali può essere considerato l'aspetto più originale del "nuovo" modo di intendere l'edificio come organismo in grado di interagire e condizionare la *salute pubblica*, promosso anche da nascenti discipline quali l'*ingegneria sanitaria* e l'*architettura sanitaria*. Alcuni principi affermati dagli igienisti suggerivano come alcune tipologie edilizie a forte valenza sociale – scuole, asili, collegi, caserme, ricoveri, dormitori, alberghi popolari, carceri, ospedali - dovessero principalmente rispondere a fattori specifici e a bisogni locali; l'interpretazione e le risposte che gli studiosi ed i progettisti otto-novecenteschi fornirono per il raggiungimento di più consoni standard igienici del vivere e dell'abitare rendono testimonianza di un fervore ideativo di grande ricchezza, in cui qualità, economia e salubrità potevano e dovevano essere degli obiettivi conciliabili.

L'Ottocento inaugurò un impulso degli studi inerenti al soleggiamento delle fronti degli edifici e all'illuminazione naturale degli ambienti, alla ventilazione di strade e cortili e all'aerazione dei locali interni. Si riteneva 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; questa 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 quinto capitolo affronta proprio il tema del soleggiamento e dell'illuminazione naturale, alla luce di precetti igienico salubri, del "disegno" di città immaginato in quel secolo dagli urbanisti, della illuminazione naturale degli ambienti, soprattutto attraverso l'entusiasmante e per quei tempi talvolta "utopico" uso del vetro, avvertito davvero quale innovativo elemento tecnologico capace di dar forma ad architetture salubri.

Se a scala urbana lo studio degli isolati e dei singoli edifici consentiva di realizzare le migliori condizioni di soleggiamento finalizzate anch'esse all'azione battericida e all'eliminazione dell'umidità, 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.

Logicamente, l'uso del vetro contribuì proprio alla creazione dell'archetipo di "architettura salubre", tutt'oggi attuale, con le più importanti realizzazioni legate alle Esposizioni ottocentesche ed agli interventi urbani derivanti dalle opere di risanamento.

Negli ultimi anni, nell'ambito delle tematiche che caratterizzano il costruire sostenibile, la maggiore attenzione nei confronti della qualità dell'aria negli ambienti confinati 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 sottoposto ai progettisti la possibilità dell'uso della ventilazione naturale quale soluzione a molte istanze progettuali.

Nel più recente passato la ventilazione è stata più che altro considerata in relazione al solo controllo della qualità dell'aria interna - con particolare riferimento alle condizioni invernali – mentre oggi si individua in essa anche una possibile strategia in grado di contribuire al comfort ambientale nel periodo estivo e nelle stagioni intermedie, limitando così il ricorso ai sistemi meccanici tradizionali. La minore attenzione dei progettisti verso questi aspetti è confermata dal fatto che nei manuali tecnici della seconda metà del XX secolo si riscontra una progressiva riduzione della trattazione riservata all'argomento "ventilazione naturale" a vantaggio di sistemi tecnologicamente più avanzati. Nel tempo si assiste all'abbondanza di tecniche ed accorgimenti progettuali fortemente caratterizzanti le architetture salubri tra Ottocento e Novecento, non solo nell'aspetto impiantistico, ma anche, come vedremo, in quello compositivo e distributivo; gli studi degli ingegneri igienisti sulla ventilazione naturale, in rapporto ai sistemi costruttivi ed alle soluzioni tecnologiche, ma anche agli stessi materiali da costruzione possono invece fornire validi spunti per il recupero corretto dell'esistente e per la progettazione del nuovo.

Il sesto capitolo individua pertanto quelli che nel XIX secolo erano considerati agenti inquinanti per l'aria, con specifico riferimento alle polveri, si tratterà dei sistemi adottati in passato per perseguire la *purezza chimica e microbica*, la *salubrità termica*, attraverso i meccanismi della ventilazione naturale, artificiale e capillare, quest'ultima correlata alle caratteristiche di porosità dei materiali. Saranno esaminate anche alcune applicazioni su particolari tipologie edilizie, per le quali la ventilazione naturale assunse una forte valenza igienico-sanitaria: teatri, scuole, ospedali e mercati. Come fatto in precedenza per l'illuminazione naturale, si sottolineerà relativamente all'aerazione come esigenze di carattere igienico abbiano influenzato ed in alcuni casi determinato gli involucri interni, favorendo il flusso dell'aria all'interno degli ambienti ed evitando di creare zone prive del necessario ricambio d'aria. Un breve cenno si farà infine ad alcuni sistemi per la ventilazione naturale ed artificiale: l'interesse mostrato da alcuni progettisti contemporanei ha portato alla riproposizione di tali sistemi, che in alcuni casi, oggi, assumono una chiara valenza estetica.

Il settimo capitolo affronta il grande tema riguardante le proprietà igieniche dei materiali da costruzione. Nel XIX secolo prese avvio una vera e propria rivoluzione nella concezione dell'igiene edilizia: i materiali edili cominciarono ad essere studiati anche in funzione delle loro *proprietà fisico-igieniche*. Queste ricerche confermavano quanto principi e criteri costruttivi, da sempre facenti parte della cultura edilizia tradizionale e delle regole dell'arte, si dimostrassero spesso adeguati alle problematiche igieniche, sia nella scelta e nella differenziazione dei singoli materiali, che nelle modalità di combinazione degli stessi per formare componenti edilizi complessi.

Su riviste specializzate, oltre che nei trattati e manuali di ingegneria ed architettura sanitaria, trovano ampia trattazione l'esame dei requisiti igienico-salubri cui dovevano rispondere particolari tipologie edilizie quali le case operaie e *a pigione* - destinate alla nuova classe borghese impiegata in banche, uffici commerciali e nelle pubbliche amministrazioni - gli asili d'infanzia, le scuole, i mercati, le cucine popolari, tutte attrezzature di *pubblica utilità* atte a migliorare – secondo gli igienisti, i tecnici - le condizioni igieniche delle città ottocentesche. Si evidenzia come gli studi sull'igienicità dei materiali, condotti a fine Ottocento e nei primi anni del Novecento, possano in un certo senso considerarsi precursori degli attuali approfondimenti sull'ecosostenibilità e sulla biocompatibilità, nei quali sono ricorrenti espressioni come “sindrome dell'edificio malato” (*sick building syndrome*), “malattia connessa all'edificio” (*building related illness*), “inquinamento interno” (*indoor pollution*), che solo qualche volta riconducono i progettisti ad un'attenta valutazione delle proprietà dei materiali nel loro complesso.

La particolare attenzione ottocentesca agli aspetti materici nella valutazione della salubrità degli edifici anticipa il tentativo tutt'ora in atto, anche a livello di normativa europea, di individuare e valutare le caratteristiche di “ecologicità” di materiali e sistemi costruttivi. Si individuano così quelle consuetudini costruttive riguardanti l'uso di alcune sostanze e prodotti che potrebbero costituire, ancora oggi, un potenziale pericolo per la salute dei fruitori. Appare utile sottolineare come le esperienze eseguite nel periodo preso in esame in molte città italiane costituiscano un patrimonio essenziale per meglio comprendere i motivi della diffusione o dell'abbandono di alcuni materiali e tecniche costruttive, tradizionali o innovativi. Risulta evidente come in molti casi, nella seconda metà del XX secolo, l'aver trascurato i semplici precetti che erano stati alla base del costruire “sano” abbia influito negativamente sulle caratteristiche di igiene e salubrità degli ambienti confinati. Tale circostanza ripropone oggi la biocompatibilità quale requisito essenziale dei materiali da costruzione, riportando all'attenzione degli progettisti ciò che, per lungo tempo trascurato, torna ad essere considerata una delle chiavi di interpretazione della sostenibilità in edilizia.

In continuità con quanto esaminato nel settimo, l'ottavo capitolo puntualizza le proprietà igieniche degli elementi edilizi a contatto con l'ambiente esterno; la differenziazione, l'ottimizzazione qualitativa e quantitativa dei materiali - anche in previsione della durata nel tempo della struttura da realizzare – erano, tra XIX e XX secolo, principi improntati alle nuove esigenze di economia, mentre attualmente questi stessi principi sono considerati un imperativo per un'*attività edilizia sostenibile*, in cui il concetto di economia fa soprattutto riferimento ad una corretta gestione delle risorse ambientali.

Dall'esame di differenti soluzioni costruttive desunte da manuali e periodici pubblicati tra Ottocento e Novecento, si rileverà come la diversificazione materica negli elementi che costituivano l'involucro esterno dell'edificio rispondeva in realtà anche e soprattutto a precetti di igiene; si analizzano criteri costruttivi e regole dell'arte per la realizzazione di fondazioni e muri d'ambito, anche in relazione a "nuove" tecnologie ritenute economiche, ad esempio nella messa in opera delle murature ad intercapedine e delle chiusure verticali a setti multipli: la stessa manutenzione dell'involucro murario veniva interpretata quale valido presidio ai fini della salubrità, così come – invece – tecniche costruttive "povere" che si avvalevano di materiali di riuso erano ritenute a ridotto contenuto energetico; infine alcuni criteri contemplati per la difesa dell'edificio dalla pioggia e dalla neve, così come gli studi attuati per valutare l'influenza del colore degli intonaci sul benessere termico e sull'illuminazione dei locali interni.

Nella stessa ottica anche gli interventi manutentivi, in particolare per alcuni componenti edilizi, erano a quei tempi considerati un presidio per la salubrità: la possibilità di operare sostituzioni di parti della fabbrica, anche strutturali, garantiva infatti l'eliminazione di quei materiali eventualmente inquinati. A tal proposito, l'attenzione si è soffermata sugli infissi, proprio in quanto prodotti artigianali o industriali in grado di garantire la qualità ambientale e di assicurare una difesa contro le malattie infettive. A supporto di questa nuova concezione del "prodotto edilizio", che diventava quasi un "prodotto di consumo" o, per meglio dire, un "prodotto che si consuma", a fine Ottocento cominciarono a diffondersi le analisi del *periodo di durata delle strutture di fabbrica*. La possibilità di sostituire, ad intervalli di tempo determinati, alcuni componenti edilizi, garantiva allo stesso tempo l'adattabilità a nuove esigenze ed un periodo di vita utile dell'edificio più lungo e, di conseguenza, un considerevole risparmio.

Nella trattazione, si pone l'accento sull'uso di sostanze e prodotti che, utilizzati in passato, sono attualmente considerati pericolosi per la salute pubblica; verrà specificato il tipo di sostanza, la funzione che era chiamata ad assolvere e, dove si è ritrovata testimonianza, anche le modalità di applicazione. Quest'ultimo aspetto riveste notevole importanza in quanto, come è ben noto, in molti casi è proprio il sistema di posa in opera che determina il grado di pericolosità della sostanza stessa.



Con gli stessi intendimenti, il capitolo nono intende esaminare invece le proprietà igieniche degli elementi edilizi a contatto con l'ambiente interno. Anche nel caso di questi elementi edilizi tra XIX e XX secolo il confronto tra tecniche tradizionali e "innovative", tra cui annoveriamo principalmente l'uso del ferro, si specializzò sul piano delle qualità igieniche, oltre che su quello economico. Numerose furono le necessità espresse dai progettisti, in particolare quelli palermitani, di giudicare alcune soluzioni costruttive "industriali" in rapporto all'istanza igienica e di come adeguarono l'uso di materiali e tecniche tradizionali alle nuove esigenze di salubrità.

La ricchezza e la specificità di soluzioni costruttive, caratterizzante la produzione edilizia di quegli anni, consentì il raggiungimento di un livello di qualità del costruito che, dopo i due conflitti mondiali e per l'urgenza della ricostruzione, non poteva più essere mantenuto come obiettivo primario. L'odierna attenzione nei confronti dei materiali e delle tecniche costruttive locali, come patrimonio inesauribile di suggerimenti per un costruire sostenibile e "sano", aggiunge oggi un rinnovato valore proprio alla produzione edilizia otto-novecentesca in cui, forse per l'ultima volta, i materiali caratteristici delle diverse tradizioni costruttive furono utilizzati con quella consapevolezza derivante dall'applicazione delle regole dell'arte e con quella scrupolosità basata sugli studi che ne ponevano in evidenza proprio le specifiche qualità igienico-salubri.

"Moderni" sistemi costruttivi a servizio dell'igiene si sperimentarono nella realizzazione di solai lignei e metallici, volte, divisori interni, scale, ascensori e disimpegni comuni, finiture quali pavimentazioni, pitture, tappezzerie ed altri rivestimenti parietali, soprattutto in funzione della loro negativa propensione a trattenere i batteri o delle loro positive "virtù battericide".

Tra le cosiddette "tipologie sensibili", le scuole e gli ospedali sono considerate oggi quelle maggiormente ricettive nei confronti delle nuove tendenze del "costruire sostenibile". Le une e gli altri rappresentano esempi di edilizia pubblica in cui in passato hanno trovato forma concreta le aspirazioni di igiene ed economia, e nei quali oggi trovano invece applicazione i moderni criteri di sostenibilità: ciò che anticamente era esclusivamente correlato all'aspetto igienico dell'abitare, oggi si riflette nei concetti di biocompatibilità dei materiali, delle soluzioni costruttive e nella tendenza al miglioramento della qualità dell'aria interna; in più, ciò che prima era richiesto per motivi di carattere esclusivamente economico, oggi è imposto da una comune coscienza ecologica che si pone, tra gli altri, anche l'obiettivo della valorizzazione delle risorse naturali e del risparmio energetico.

L'interpretazione data dai tecnici delle nuove tipologie edilizie ottocentesche ed il parallelo sviluppo delle tecnologie costruttive risultano sufficientemente conformi al modo di concepire gli edifici dei progettisti contemporanei; ciò consente da una parte un confronto sui temi della sostenibilità tra l'edilizia storica e quella contemporanea, dall'altra una migliore comprensione di una parte del patrimonio edilizio storico, in molti casi di qualità, chiamato tutt'oggi, come spesso avviene nel caso dell'edilizia scolastica, a rispondere ad esigenze attuali.

Nel XIX e primi del XX secolo era ancora viva una regola dell'arte "locale" che consentiva alla manodopera di interpretare in maniera artigianale le nuove tecniche costruttive promosse dalle riviste del tempo; così, se in tutto il mondo occidentale si andava diffondendo una comune teoria riguardante i nuovi sistemi costruttivi, in molte aree geografiche, ed in particolar modo in Sicilia, le "moderne" tecnologie venivano rivisitate dalle maestranze locali nella fusione fra i materiali tradizionali e i saperi pratici già consolidati e i nuovi stimoli provenienti da quelle aree maggiormente coinvolte dallo sviluppo industriale.

Il decimo capitolo affronta il tema dell'edilizia scolastica in rapporto sia alle aspirazioni igienico-salubri ottocentesche, sia agli odierni criteri di sostenibilità: l'esame dei principi e degli studi, che nella seconda metà dell'Ottocento portarono alla definizione della tipologia scolastica, risulta di particolare interesse per avvalorare la tesi di un'origine degli attuali criteri di sostenibilità in edilizia nella moderna istanza di igiene ed economia applicata alle costruzioni; l'illuminazione e la ventilazione naturale, l'ottimizzazione dell'orientamento della fabbrica e la salubrità dei materiali da costruzione, temi centrali per l'edilizia sostenibile, rappresentarono gli spunti progettuali attorno ai quali prese forma il moderno "tipo" scolastico.

Nell'undicesimo capitolo, a conclusione, si vuole fornire uno spunto di riflessione, esaminando alcuni dei primi progetti di asili e scuole in ambito palermitano.

Dopo il 1860, come nel resto d'Italia, anche la città di Palermo diede avvio alle opere di *riforme topografiche e decorative* per la realizzazione di tutte quelle opere pubbliche che avrebbero dovuto caratterizzare una città moderna: oltre alla costruzione di case operaie, mercati, teatri, piazze e bagni pubblici, anche le scuole e gli asili comunali, indispensabili per il progresso civile e dei costumi dei cittadini, erano considerati in particolare come espressione di un'edilizia in grado di conciliare l'istanza igienica, economica e sociale.

All'analisi delle attrezzature scolastiche storiche, della loro evoluzione e costante adeguamento, si correla la sintomatica circostanza che vuole come anche negli ultimi anni a Palermo gli interventi di manutenzione e ristrutturazione più numerosi, e in molti casi più onerosi, riguardino soprattutto edifici scolastici realizzati a partire dalla fine degli anni '60, quando l'abnorme sviluppo della città e il conseguente fabbisogno di aule ha condotto a soluzioni di emergenza, che hanno in seguito richiesto un processo di perenne adeguamento.

Torna quindi in primo piano il tema, peraltro attualissimo, del costo della qualità che, se intesa nell'accezione di "Alta Qualità Ambientale", riesce a coniugare l'istanza ecologica, quella economica, quella igienico-salubre e non ultima quella sociale. Questa ricerca di una "Alta Qualità" *ante litteram*, manifestatasi anche nei primi asili ed edifici scolastici realizzati a Palermo, e frutto di istanze sociali, economiche, igieniche ed ambientali, sarà oggetto di esame ed approfondimento.

Nell'ottica bivalente tra passato e futuro, esplicitata lungo tutta la trattazione e l'articolazione delle tematiche che costituiscono gli approfondimenti di ogni singolo capitolo, si delinea il taglio e la chiave di lettura di questo studio che, partendo dal terreno comune della "cultura della sostenibilità", alterna e riferisce gli aspetti tipologici, materico-costruttivi, tecnologici e normativi storici a quelli più attuali in uno stretto rapporto e confronto, seppure in alcuni casi nella assoluta autonomia e distanza derivante nel tempo dal contesto e dalle mutate esigenze.

## Capitolo 1

Sostenibilità e nuovi modelli di sviluppo.  
Dal rapporto Brundtland a ...

### **1.1 - La nascita della cultura della sostenibilità: il passaggio dal modello di “crescita” degli anni '70 a quello di “sviluppo”**

Il concetto di sostenibilità dei modelli di produzione e consumo riunisce in sintesi i molteplici aspetti di un problema complesso: come rendere conciliabili le esigenze dell'economia con le istanze ambientali e sociali<sup>1</sup>. La sostenibilità è oggi divenuta un'urgenza trasversale, un fenomeno di massa, che interessa tutte le possibili relazioni tra società umana e ambiente circostante.

Nel corso degli anni Settanta del XX secolo la crisi energetica e la progressiva consapevolezza delle problematiche ambientali avevano dato origine ad un ampio dibattito sui possibili scenari futuri del pianeta; era già allora evidente la contraddizione tra la crescita continua del prodotto lordo dei diversi Paesi e la limitatezza delle risorse e della capacità dell'ambiente di assorbire i rifiuti e le emissioni inquinanti<sup>2</sup>.

Le implicazioni di un modello di “Sviluppo Globale” erano state poste in evidenza per la prima volta proprio negli anni '70, nell'ambito del *Club di Roma*, struttura internazionale non ufficiale voluta dall'economista italiano Aurelio Peccei, fondata nel 1968 dopo una riunione interdisciplinare presso l'*Accademia dei Lincei*.

Il *Club di Roma*, che riuniva un centinaio di scienziati, pensatori ed esponenti di spicco del mondo imprenditoriale, si dedicava all'analisi delle problematiche che scaturivano dal rapporto tra economia, società ed ambiente.

Il primo rapporto del *Club di Roma*, pubblicato nel 1972, era intitolato *Limits to Growth (I limiti dello sviluppo)*; le conclusioni cui si perveniva nel rapporto destarono altissima eco in tutto il mondo in quanto si dimostrava scientificamente che il corrente modello di sviluppo economico planetario sarebbe presto entrato in crisi.

Nel rapporto veniva espressa l'inderogabile necessità di passare dal modello di crescita allora attuale ad un nuovo modello basato sull'equilibrio globale; se ciò non si fosse attuato, si sarebbe verificata una vera e propria rottura dei limiti biofisici sui quali poggiava la stessa evoluzione dell'uomo con conseguenze drammatiche per l'intero pianeta.

---

<sup>1</sup> *Progettiamo il futuro*, in “Legambiente notizie”, n. 8, 1996.

<sup>2</sup> AA.VV., *Costruire sostenibile*, Firenze, 2000.

È sintomatico della cultura del tempo che, nella traduzione italiana del titolo, il termine "growth" sia stato reso con "sviluppo", piuttosto che con "crescita", come era probabilmente intenzione degli autori.

Da allora i termini "crescita" e "sviluppo" non sono più stati utilizzati come sinonimi: il primo fa riferimento ad un incremento esclusivamente quantitativo degli indicatori economici, il secondo ha assunto l'accezione di evoluzione di un organismo complesso, con una maggiore attenzione alla dimensione qualitativa<sup>3</sup>.

Questa distinzione di significati coincide con l'affermarsi del problema della limitatezza delle risorse energetiche non rinnovabili (carbone, petrolio, uranio) che, in un'ottica di semplice "crescita", si sarebbero esaurite più o meno rapidamente, con la conseguenza che le generazioni future non avrebbero potuto seguire il medesimo "modello di crescita".

Da qui la necessità di incentivare da subito la ricerca e l'utilizzo di risorse rinnovabili e di tecnologie adeguate. Tale prospettiva era rinforzata dalla presa di coscienza che la produzione di energia tramite risorse non rinnovabili immetteva nell'ambiente sostanze nocive per l'ambiente stesso e per la salute dell'uomo.

Il rapporto *Limits to Growth* è stato riesaminato nel 1992 da alcuni ricercatori del Massachusetts Institute of Technology che hanno confermato, dopo venti anni, le conclusioni del vecchio rapporto.

Gli studi del MIT hanno evidenziato come l'impiego di molte risorse essenziali e la produzione di alcuni inquinanti abbiano già superato, come previsto, i limiti ambientalmente sostenibili; pertanto, in assenza di una significativa riduzione dei consumi di energia e di materiali, è prevedibile, secondo i ricercatori del MIT, un declino della produzione industriale, del consumo di energia e della produzione di alimenti pro capite. Due cambiamenti si rendono pertanto necessari: una revisione complessiva delle politiche e dei modi di agire che perpetuano la crescita della popolazione e dei consumi da una parte, dall'altra un drastico e rapido incremento dell'efficienza con la quale materiali ed energia vengono usati. Se in più si allarga lo sguardo a livello planetario, ci si accorge come una piccola parte del mondo, i Paesi industrializzati, consuma la maggior parte delle risorse energetiche, materie prime e risorse naturali del pianeta<sup>4</sup>.

Queste considerazioni evidenziano quanto siano complessi ed articolati i rapporti tra economia, ambiente e società; lo sviluppo sostenibile deve essere pertanto baricentrico rispetto a questi tre fattori, e la cultura della sostenibilità, come per le scienze è l'ecologia, risulta pertanto una disciplina delle relazioni, in cui il progettista diviene fondamentalmente un coordinatore di istanze.

---

<sup>3</sup> *Progettiamo il futuro*, op. cit..

<sup>4</sup> Gli USA, con poco di più del 4% della popolazione mondiale, utilizzano il 24% di tutta l'energia prodotta; l'India, con il 16% della popolazione, utilizza solo il 2% dell'energia.



L'inconciliabilità tra i vantaggi che lo sviluppo assicura e il degrado dell'ambiente derivante dallo sfruttamento di risorse che non possono essere rinnovate con la stessa velocità con la quale vengono consumate è oggi divenuta palese, dimostrando come, al di là delle mode, la "sostenibilità" sia una nuova, necessaria forma di cultura trasversale con la quale, come si vedrà in seguito, è necessario si confronti e si misuri anche l'industria delle costruzioni.

## 1.2 - Le tappe fondamentali della sostenibilità

Lo sviluppo sostenibile rappresenta una visione globale del concetto di sviluppo, una strategia che si articola a diversi livelli: in sintesi, potrebbe essere definito come una forma di sviluppo non solo economico ma anche sociale, in cui la crescita economica avviene entro i limiti delle possibilità ecologiche degli ecosistemi e della loro capacità di soddisfare i bisogni delle generazioni future. Tutti gli esseri umani, al di là della loro struttura sociale, politica ed economica, hanno infatti bisogno di materiali naturali per soddisfare i loro bisogni inerenti l'alimentazione, l'abitazione, l'energia, i medicinali ed in generale per raggiungere un buon livello di qualità della vita.

Poiché lo sviluppo economico dipende anche dallo stock di risorse naturali della terra, mantenerne la riproducibilità rappresenta la chiave per la sostenibilità.

Tale riproducibilità può essere mantenuta solo attraverso un uso razionale delle risorse, che tenga conto dei meccanismi di funzionamento degli ecosistemi ed in generale delle capacità di carico ambientali<sup>5</sup>.

Per illustrare il concetto di sviluppo sostenibile torna utile ricordarne l'evoluzione nelle sue tappe fondamentali. Come accennato in precedenza, già a partire dagli anni '70 il dibattito sui "modi" dello sviluppo ha coinvolto organizzazioni internazionali, movimenti di opinione e studiosi, associazioni ambientaliste ed NGO (organizzazioni non governative).

<sup>5</sup> La capacità di carico degli ecosistemi può essere definita come la capacità naturale che un ecosistema possiede di assicurare produzione di energia e di materie prime, a fini economici, senza impoverirsi e senza degradarsi. A tal proposito si veda anche D.P.R. 12 Aprile 1996 (Allegato D) che stabilisce le condizioni, i criteri e le norme tecniche per l'applicazione dell'Allegato II della Direttiva 337/85 CEE. La capacità di carico dell'ambiente si basa sulla teoria ecologica che stabilisce come il consumo di una risorsa non possa andare oltre ad una data soglia limite, oltre la quale il sistema collassa. La definizione di soglia dipende da vari fattori: caratteristiche ecologiche dei siti, uso del suolo previsto in sede di pianificazione, rischi ecc. Va anche sottolineato che tale concetto è relativo, dato che spesso in natura la capacità di carico aumenta quando una popolazione di organismi evolve trasformando una limitazione in una nuova opportunità di sviluppo (principio delle proprietà emergenti). Il dibattito scientifico sull'argomento è ancora aperto, ma nella pratica esistono criteri quali il "non peggioramento significativo" - la compatibilità dell'intervento è giudicata non in base a standard di legge o convenzionali ma sulla base di livelli preesistenti delle componenti ambientali considerate. In tale sistema deve essere precisato cosa si intende per "livello preesistente", livelli medi, critici, del territorio del sito ecc., e deve essere definita la soglia in cui scatta la "significatività del peggioramento" - o il "riequilibrio del bilancio ecosistemico" che si basa sulla capacità di "resilienza di un ecosistema", cioè della capacità dell'ecosistema di trovare un nuovo punto di equilibrio in funzione degli stimoli esterni.

Alla Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente Umano, svoltasi a Stoccolma nel 1972, 113 nazioni compilarono un Piano d'azione contenente 109 raccomandazioni, venne inoltre adottata una Dichiarazione recante 26 principi su diritti e responsabilità dell'uomo in relazione all'ambiente globale, per indirizzare l'azione umana e le politiche di sviluppo; riguardo allo sviluppo si sottolineava come *per un'amministrazione più razionale delle risorse e per migliorare l'ambiente gli Stati dovranno adottare, nel pianificare lo sviluppo, misure integrate e coordinate da assicurare che tale sviluppo sia compatibile con la necessità di proteggere e migliorare la qualità della vita a beneficio delle popolazioni.* In quest'occasione nacque il programma per l'Ambiente delle Nazioni Unite (UNEP).

Generalmente si fa anche riferimento, tra i documenti che hanno contribuito alla definizione della sostenibilità, al rapporto pubblicato negli Stati Uniti nel 1980 dal *Council on Environmental Quality* e intitolato "The global Report to the president", più comunemente conosciuto con il nome di "Global 2000"<sup>6</sup>, anche se non si trattava in esso in modo specifico di "sostenibilità" quanto piuttosto di "insostenibilità". Il documento iniziava con la seguente affermazione: *se continueranno le tendenze attuali, il mondo del 2000 sarà più popolato, più inquinato, meno stabile ecologicamente e più vulnerabile alla distruzione rispetto al mondo in cui ora viviamo. Le gravi difficoltà che riguardano popolazione, risorse ed ambiente progrediscono visibilmente. Nonostante la maggiore produzione mondiale, sotto molti aspetti la popolazione mondiale sarà più povera in futuro di adesso. Per centinaia di migliaia di persone disperatamente povere, le prospettive di disponibilità di cibo e di altre necessità vitali non miglioreranno, per molti aspetti invece peggioreranno. Salvo progressi rivoluzionari della tecnologia, la vita per la maggior parte delle persone sulla Terra sarà più precaria nel 2000 di adesso, a meno che le nazioni del mondo agiscano in maniera decisiva per modificare l'andamento attuale.*

Ma la prima definizione esplicita di "sviluppo sostenibile" è quella, ormai celebre, contenuta nel Rapporto Brundtland<sup>7</sup> del 1987: *lo sviluppo che è in grado di soddisfare i bisogni delle generazioni attuali senza compromettere la possibilità che le generazioni future riescano a soddisfare i propri.*

In questa definizione il concetto di sviluppo sostenibile sottintende pertanto dei limiti, non limiti assoluti ma quelli imposti dal presente stato dell'organizzazione tecnologica e sociale nell'uso delle risorse ambientali e dalla capacità della biosfera di assorbire gli effetti delle attività umane.



Fig. 1.1 – La sostenibilità come integrazione tra istanza sociale, economica ed ambientale. (Traduzione da CSTB Magazine, 2002)

*“Per un'amministrazione più razionale delle risorse e per migliorare l'ambiente, gli Stati dovranno adottare, nel pianificare lo sviluppo, misure integrate e coordinate da assicurare che tale sviluppo sia compatibile con la necessità di proteggere e migliorare la qualità della vita a beneficio delle popolazioni”*  
(Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente Umano, Stoccolma 1972)

<sup>6</sup> Si veda Marinelli F., *Sviluppo sostenibile, bioarchitettura e consapevolezza globale*, in "Atti del VII Convegno Bioarchitettura: dal progetto al cantiere", Venezia, 2001.

<sup>7</sup> Il Rapporto "Our common future" del 1987, della Commissione Mondiale per lo Sviluppo e l'Ambiente istituita nel 1983 dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite, è noto con il nome di "Rapporto Brundtland", dal nome dell'allora Primo Ministro norvegese e Presidente della Commissione, signora Gro Harlem Brundtland, successivamente nominata Direttrice dell'Organizzazione mondiale della Sanità.

*“La protezione ambientale e lo sviluppo sostenibile devono diventare parte integrante dei mandati di tutti gli Enti governativi, organizzazioni internazionali e grandi istituzioni del settore privato; a essi va attribuita la responsabilità di garantire che le loro politiche, programmi e bilanci favoriscano e sostengano attività economicamente ed ecologicamente accettabili a breve e lungo termine”.*

(Rapporto Brundtland, 1987)

Tale concetto presuppone la conservazione dell'equilibrio generale e del valore del patrimonio naturale, la ridefinizione dei criteri e strumenti di analisi costi/benefici nel breve, medio e lungo periodo in modo da rispecchiare le conseguenze ed il valore socio-economico reale dei consumi e della conservazione del patrimonio naturale, ed una distribuzione ed uso equi delle risorse tra tutti i Paesi del mondo. Il Rapporto propose 22 nuovi principi per il raggiungimento dello sviluppo sostenibile, e raccomandò che questi principi fossero incorporati nelle leggi nazionali o in carte che specificano i diritti e doveri di cittadini e stato, in convenzioni internazionali e diritti sovranazionali e responsabilità di tutte le nazioni.

Si sottolineava come le scelte politiche dovessero essere guidate da 8 principali obiettivi interdipendenti:

- la ripresa della crescita economica;
- il miglioramento della qualità della crescita, assicurando scelte giuste ed equilibrate dal punto di vista sociale ed ambientale, e venendo incontro alle esigenze di occupazione, cibo, energia, acqua e sanità ed igiene pubblica;
- la conservazione e il miglioramento dello stock di risorse naturali;
- la stabilizzazione dei livelli di occupazione;
- il riorientamento della tecnologia e una migliore gestione del rischio;
- l'integrazione di obiettivi riguardanti l'ambiente e l'economia nei processi di decisione;
- la ristrutturazione delle relazioni economiche internazionali;
- il rafforzamento della cooperazione internazionale.

Il Rapporto Brundtland rilevava inoltre una condizione di disequilibrio oggi ben nota: i Paesi sviluppati, che rappresentano solo il 26% della popolazione del pianeta, sono responsabili dell'80% del totale dei consumi energetici, di acciaio, di altri metalli e di carta e di circa il 40% dei consumi alimentari.

Dal 1987 le definizioni di “sviluppo sostenibile” si sono moltiplicate e specializzate in relazione agli ambiti cui facevano riferimento; il nodo intorno cui si muovono è però sempre il significato da attribuire al termine “sostenibilità”. In alcune accezioni è implicita l'attenzione nei confronti dei Paesi meno sviluppati, perché questi hanno come unica possibilità e risorsa quella di “consumare” l'ambiente, e soprattutto richiede criteri economici diversi da quelli tradizionali, perché occorre tenere conto dei costi ambientali con l'obiettivo di non creare una forma di sviluppo che avviene degradando la qualità ambientale, o riducendone la produttività nel lungo periodo. Ne segue che tra i parametri per la valutazione dello sviluppo devono essere inclusi anche il controllo della salute, disponibilità di cibo, qualità delle acque, un rifugio per tutti e l'uso di tecnologie compatibili.

Lo sviluppo sostenibile non si limita a garantire una protezione ambientale, ma promuove un nuovo concetto di crescita economica in grado di garantire pari opportunità per tutti i Paesi. In questo processo le scelte economiche, commerciali, energetiche, agricole, industriali, ecc. sono



attuare in modo da creare uno sviluppo che sia economicamente, socialmente ed ecologicamente sostenibile, uno sviluppo che non sia finanziato dall'indebitamento economico, sociale o ecologico.

È evidente quindi come esistano diverse teorie e punti di vista riguardo allo sviluppo sostenibile. È infatti alquanto controversa la definizione dei concetti di sviluppo e di sostenibilità, se il concetto di sviluppo sostenibile si concili con quello di crescita economica, quali siano gli indicatori di sostenibilità economica da adottare; e ancora, se cambiare completamente il sistema di contabilità nazionale o se modificarlo, come modificarlo, cosa è necessario includere, quali metodologie utilizzare per la contabilità ambientale, come calcolare le capacità di carico. Un elemento è però unanime, lo sviluppo è sostenibile quando è self-reliant, cioè non dipende dalla presenza di un continuo input dall'esterno sia di finanze che di assistenza, è pensato e implementato con la partecipazione locale, rispetta la cultura e le tradizioni della gente, ed è adatto all'area a cui si applica tenendo conto dei suoi particolari problemi di potenzialità<sup>8</sup>.

Nel giugno del 1992 a Rio de Janeiro si è tenuta la Conferenza Mondiale sull'Ambiente e lo Sviluppo (UNCED), nota come "Earth Summit", a cui hanno partecipato i rappresentanti dei governi di 178 Paesi e oltre 1000 Organizzazioni Non Governative. A Rio vennero sottoscritti 5 documenti: la *Dichiarazione di Rio sull'Ambiente e lo Sviluppo* e la *Dichiarazione dei principi per la gestione sostenibile delle foreste* con cui gli Stati si sono impegnati a tutelare l'ambiente e a perseguire lo sviluppo sostenibile, la *Convenzione sui Cambiamenti Climatici*, la *Convenzione sulla Biodiversità* ed il programma d'azione *Agenda 21*.

Con le Convenzioni gli Stati si sono impegnati ad adottare programmi e misure finalizzate alla prevenzione, controllo e mitigazione degli effetti delle attività umane sul pianeta. Con la firma della *Convenzione sui Cambiamenti Climatici* i Paesi più industrializzati, si sono inoltre impegnati a riportare le proprie emissioni di gas serra nel 2000 ai livelli del 1990, che significava stabilizzare la concentrazione atmosferica di anidride carbonica ai livelli che, pur essendo doppi rispetto a quelli dell'era preindustriale, risultano la metà di quelli attuali.

Ma tra i documenti sottoscritti a Rio, quello che ha avuto un immediato riflesso sulla politica di sviluppo dei diversi Paesi è certamente *Agenda 21: il programma d'Azione per il XXI secolo* per lo sviluppo sostenibile del pianeta.

Firmando l'Agenda 21, gli Stati si sono impegnati a dare priorità a politiche volte a ottimizzare l'uso delle risorse e a minimizzare la quantità di rifiuti prodotti; ciò dovrebbe realizzarsi attraverso il miglioramento dell'efficienza dei processi produttivi ed il passaggio ad un modello di consumo e stile di vita più sostenibili<sup>9</sup>.

*"Gli Stati coopereranno in uno spirito di partnership globale per conservare, tutelare e ripristinare la salute e l'integrità dell'ecosistema terrestre.*

*(...) Gli Stati dovranno cooperare per promuovere un sistema economico internazionale aperto e favorevole, idoneo a generare una crescita economica e uno sviluppo sostenibile in tutti i Paesi, consentire una lotta più efficace ai problemi del degrado ambientale.*

*(...) Le misure di lotta ai problemi ecologici trans-frontalieri o mondiali dovranno essere basate, per quanto è possibile, su un consenso internazionale".*

(Conferenza delle Nazioni Unite su ambiente e sviluppo UNCED, Rio de Janeiro, 1992)

<sup>8</sup> *Progettiamo il futuro*, op. cit..

<sup>9</sup> ENEA, *Noi per lo sviluppo sostenibile*, Roma, 1999.

*“Perseguire lo sviluppo sostenibile significa ricercare un miglioramento della qualità della vita pur rimanendo nei limiti della recettività ambientale.*

*Sviluppo sostenibile non vuol dire bloccare la crescita economica. (...) Un piano di azione per lo sviluppo sostenibile non deve solo promuovere la conservazione delle risorse, ma anche sollecitare attività produttive compatibili con gli usi futuri. Ne deriva che l'applicazione del concetto di sviluppo sostenibile è da un lato dinamica, ovvero legata alle conoscenze e all'effettivo stato dell'ambiente e degli ecosistemi, dall'altro consiglia un approccio cautelativo riguardo alle situazioni e alle azioni che possono compromettere gli equilibri ambientali, attivando un processo continuo di correzione degli errori”.*

(Piano Nazionale per lo sviluppo sostenibile in Italia, 1993)

L'Agenda 21 è un ampio e articolato “programma di azione” per la Comunità internazionale, l'ONU, i Governi, le ONG ed i settori privati che tratta gli aspetti sociali ed economici dello sviluppo, i problemi della conservazione e gestione delle risorse, il ruolo delle principali categorie sociali e indica i metodi da utilizzare per lo sviluppo sostenibile.

Agenda 21 è composta da 40 capitoli che individuano tutti i campi nei quali è necessario assicurare l'integrazione tra ambiente e sviluppo; per uno sviluppo sostenibile il documento afferma come necessità imprescindibili l'integrazione delle considerazioni ambientali in tutte le strutture dei governi centrali e in tutti i livelli di governo per assicurare coerenza tra le politiche settoriali, la creazione di un sistema di pianificazione, di controllo e gestione per sostenere tale integrazione e l'incoraggiamento della partecipazione pubblica e dei soggetti coinvolti, che richiede una piena possibilità di accesso alle informazioni.

Questi obiettivi vengono perseguiti attraverso la definizione delle *Agenda 21 locali*, concordate con i cittadini, con le associazioni e con le imprese locali.

L'*Agenda 21 locale* può essere definita come uno sforzo comune, all'interno di una città o di una comunità, per raggiungere il massimo del consenso tra tutti gli attori sociali, riguardo la definizione e l'attuazione di un *Piano di azione ambientale*.

L'ambiente urbano è un territorio particolarmente critico per quanto riguarda l'inquinamento legato al sistema energetico. Inoltre oltre i 2/3 della popolazione umana vive nelle città ed è qui esposta a miscele di agenti fisici e chimici dannosi alla salute.

La città inoltre consuma, spesso in modo inefficiente, grandi quantità di materie prime, energia e acqua che preleva in territori esterni, a volte anche molto lontani. E proprio perché è una consumatrice inefficiente, la città produce emissioni e rifiuti che non è in grado di contenere o riutilizzare, ma che esporta in aree esterne ai suoi confini<sup>10</sup>.

In particolare, le *Agende 21 locali* diventano l'occasione per attuare programmi di rinnovo edilizio nei centri e nelle periferie urbane, miranti a risparmiare e riciclare risorse naturali, garantire l'accessibilità con mezzi pubblici non inquinanti, migliorare la convivenza sociale e la qualità della vita di tutti: temi ricorrenti sono pertanto la gestione dei rifiuti, l'utilizzo di energie rinnovabili, l'integrazione tra aree urbane e aree naturali<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> Il ruolo della città è stato l'oggetto della Conferenza Internazionale sugli Insediamenti Urbani, “Habitat II”, organizzata dalle Nazioni Unite a Istanbul nel giugno 1996, a cui hanno partecipato 10.000 delegati dei governi, affiancati da un forum di Organizzazioni Non Governative. Dalla Conferenza di Istanbul è emerso che le città possono assumere un ruolo chiave nella transizione verso uno sviluppo sostenibile, poiché sono il luogo dove va ripensato in modo realistico e concreto un diverso rapporto fra sviluppo e ambiente. In particolare è stato sottolineato che bisogna partire dalle esigenze dei cittadini e che bisogna favorire la loro partecipazione nelle scelte di politica ambientale locale, per poter formulare le migliori strategie per riqualificare da un punto di vista ambientale e sociale le aree urbane.

<sup>11</sup> ENEA, op. cit..

Fig. 1.2 – Schema di un possibile percorso di Agenda 21 Locale, attraverso il quale si giunge alla definizione e all'attuazione di un piano condiviso di azione ambientale. (da *Guida europea all'Agenda 21 locale*, 2001).

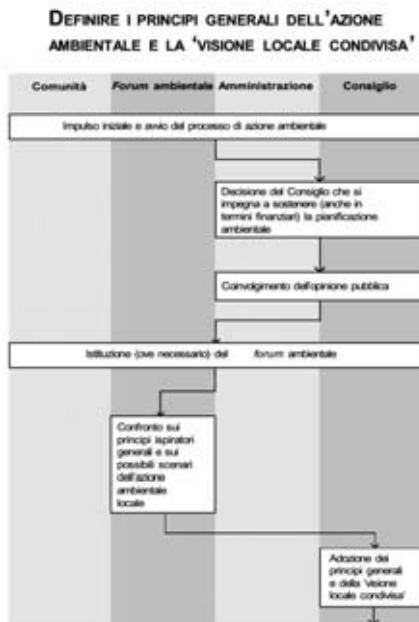
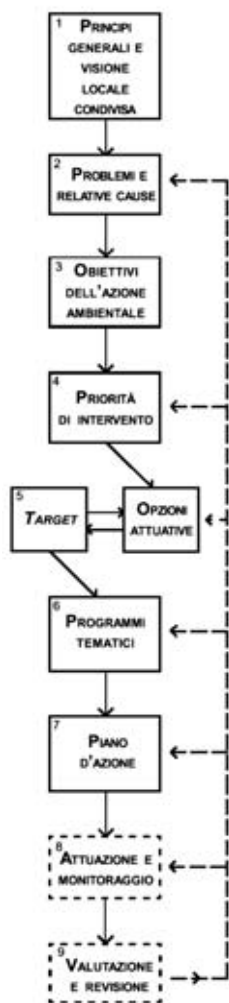


Fig. 1.2 – A21 Locale. Step 1



Fig. 1.2 – A21 Locale. Step 3



Fig. 1.2 – A21 Locale. Step 2

### STABILIRE LE PRIORITÀ DI INTERVENTO

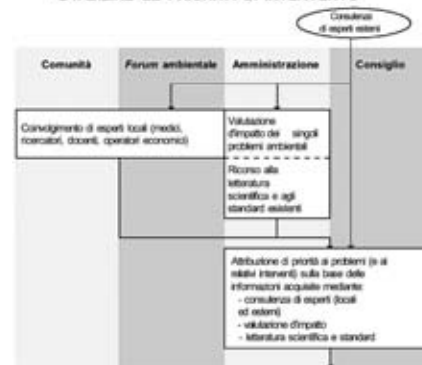


Fig. 1.2 – A21 Locale. Step 4

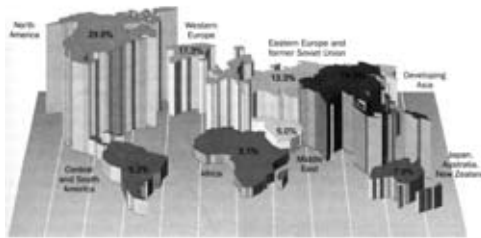


Fig. 1.3 – Rappresentazione dei consumi mondiali di energia. (da Omodeo Salè).

Sempre nel 1992, l'Unione Europea approvò il *Quinto Programma d'azione dell'UE "Per uno sviluppo durevole e sostenibile"*. Il *Quinto Programma* rappresenta un approccio preventivo oltre che curativo, che non corrisponde a quello dei precedenti programmi di azione a favore dell'ambiente: esso è centrato sugli operatori e sulle attività che distruggono le risorse naturali e danneggiano l'ambiente, non aspettando che si creino i problemi ma prevenendoli.

Il *Programma* mira ad un cambiamento dei modelli di comportamento della società, incentivando la partecipazione di tutti i settori sociali in uno spirito di corresponsabilità che si estende all'amministrazione pubblica, alle imprese pubbliche e private ed alla collettività (in qualità di singoli cittadini e consumatori).

Il programma ha lo scopo di offrire una struttura globale ed un approccio strategico allo sviluppo sostenibile, e di costituire un adeguato punto di partenza per l'applicazione dell'Agenda 21 da parte della Comunità e degli Stati membri: *è necessario un cambiamento radicale in tutti i settori di intervento della Comunità. Esso presuppone che la tutela dell'ambiente venga integrata nella definizione e nell'attuazione delle altre politiche comunitarie, non solo per il bene dell'ambiente, ma per il bene e il progresso degli altri settori*<sup>12</sup>.

*Il presente programma delinea un nuovo approccio all'ambiente e allo sviluppo e alle attività economiche e sociali e richiede, per essere realizzato praticamente, una volontà reale a tutti i livelli politici e professionali e la partecipazione di tutta la collettività in quanto cittadini e consumatori ... per garantire la salute delle persone e il benessere sociale ed economico ad un livello elevato.*

I principali settori di intervento individuati dal piano sono: industria manifatturiera, energia, trasporti, agricoltura, turismo.

Al *Quinto Programma di azione per l'ambiente* s'ispira il Sesto, intitolato "Ambiente 2010: il nostro futuro, la nostra scelta" e relativo al periodo 2002-2012, che si concentra su quattro settori prioritari d'intervento: cambiamento climatico, biodiversità, salute e ambiente, gestione delle risorse e dei rifiuti; tra le azioni previste per ciascun settore si citano la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, il riconoscimento delle priorità ambientali e della salute, l'elaborazione di strategie per la gestione sostenibile delle risorse, il potenziamento la ricerca. È stato recentemente approvato il *Settimo Programma di azione dell'Unione* in materia di ambiente, "Vivere bene entro i limiti del nostro pianeta", che definisce un quadro generale per la politica ambientale sino al 2020.

Di notevole rilevanza per una politica di sviluppo sostenibile in Italia è stato il *Piano nazionale per lo sviluppo sostenibile in attuazione dell'Agenda 21* approvato dal Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) del 1993<sup>13</sup>. Questo piano nazionale seleziona

TABELLA 1

Protocollo di Kyoto (1997): obiettivi di riduzione delle emissioni antropogeniche dei gas climatici	
Paesi dell'Unione Europea	8%
Italia	6,5%
Stati Uniti	7%
Giappone	6%
Federazione Russa, Nuova Zelanda e Ucraina	Stabilizzazione

TABELLA 2

Obiettivi nazionali di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra in termini di CO2 equivalenti (Mt di CO2)			
AZIONI	2002	2006	2006-2012
Aumento efficienza del parco elettrico	-4/5	-10/12	-20/23
Riduzione consumi nei trasporti	-4/6	-9/11	-18/21
Produzione energia da fonti rinnovabili	-4/5	-7/9	-18/20
Riduzione consumi nei settori industriale, abitativo e terziario	-6/7	-12/14	-24/29
Riduzione consumi settori nei settori non energetici	-2	-7/9	-15/19
Assorbimento delle emissioni di CO2 da parte delle foreste	-	-	(-0,7)
Totale	-20/25	-45/55	-95/112

<sup>12</sup> Vedi GUCE C 138, 17/5/93.

<sup>13</sup> Il Piano Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile in Italia è stato approvato nella seduta del CIPE nella seduta del 28/12/93 e pubblicato su GU n. 47, del 26/2/94.

dall'*Agenda 21*, gli obiettivi e le azioni più congruenti con l'attuale condizione ambientale del nostro Paese, tenendo conto dei settori chiave già individuati dalla CE nel *V Piano d'azione*.

Nel Piano italiano per lo sviluppo sostenibile si riporta: *Perseguire lo sviluppo sostenibile significa ricercare un miglioramento della qualità della vita pur rimanendo nei limiti della recettività ambientale. Sviluppo sostenibile non vuol dire bloccare la crescita economica, anche perché persino in alcune aree del nostro Paese, l'ambiente stesso è una vittima della povertà e della spirale di degrado da essa provocata. Un piano di azione per lo sviluppo sostenibile non deve solo promuovere la conservazione delle risorse, ma anche sollecitare attività produttive compatibili con gli usi futuri. Ne deriva che l'applicazione del concetto di sviluppo sostenibile è da un lato dinamica, ovvero legata alle conoscenze e all'effettivo stato dell'ambiente e degli ecosistemi, dall'altro consiglia un approccio cautelativo riguardo alle situazioni e alle azioni che possono compromettere gli equilibri ambientali, attivando un processo continuo di correzione degli errori. Sviluppo sostenibile è in conclusione un nuovo modo di considerare ciò che ciascuno fa e il modo nel quale viene fatto.*

Il piano è articolato in capitoli, ciascuno dei quali descrive sinteticamente la situazione italiana, le indicazioni dell'*Agenda 21* in proposito, gli obiettivi da assumere come prioritari, le azioni e gli strumenti necessari ed è completato da una matrice che indica i soggetti che detengono responsabilità per l'attuazione del piano. In ogni capitolo sono anche indicate in modo sintetico le attuali priorità di ricerca.

Nel 1994 si svolse ad Aalborg in Danimarca la *Conferenza Europea sulle città sostenibili*; in questa occasione venne firmata la *Carta di Aalborg* in cui le città e le Regioni europee si impegnarono ad attuare le *Agenda 21* locali, ad elaborare piani d'azione a lungo termine per uno sviluppo durevole e sostenibile ed infine ad avviare una campagna di sensibilizzazione.

Nel 1999 a Ferrara le Amministrazioni pubbliche italiane diedero vita, firmando la cosiddetta *Carta di Ferrara*, al *Coordinamento Agende 21 locali italiane* con l'obiettivo di monitorare, diffondere e valorizzare le esperienze positive in corso, al fine di identificare i modelli di riferimento di *Agenda 21 locale* a livello comunale, provinciale e regionale. Nello stesso anno in Italia venne istituito nel Nuovo regolamento del Ministero dell'Ambiente il Servizio per lo sviluppo sostenibile (DPR 549/99); il Servizio cura la promozione e il coordinamento di programmi e progetti per lo sviluppo sostenibile, redige la Relazione sullo stato dell'ambiente e promuove le iniziative per la formazione, la ricerca e l'occupazione in campo ambientale.

La città, individuata come luogo prioritario di attuazione delle politiche per la sostenibilità ambientale, era il tema della *3<sup>a</sup> Conferenza europea sulle città sostenibili*, svoltasi nel 2000 ad Hannover; alla conferenza intervennero 36 Paesi europei per valutare i risultati conseguiti e per concordare una linea d'azione comune compatibile con le esperienze già concretizzatesi nei diversi Paesi. Si cita infine, il Vertice Mondiale sullo Sviluppo sostenibile del 2002 svoltosi a Johannesburg che, nonostante le aspettative, si è risolto, come è noto, in un insuccesso.

*“Noi, autorità locali europee, ci siamo impegnate a sviluppare azioni locali con responsabilità globale. Intendiamo essere lungimiranti nell'amministrazione, coraggiosi nell'affrontare le sfide e responsabili nelle nostre azioni, poiché soltanto in questo modo potremo gestire il cambiamento che si realizzerà ad un ritmo senza precedenti”.*

(Programmi di *Agenda 21*)

Nel 2004 si tenne ad Aalborg, dieci anni dopo la prima, la 4<sup>a</sup> Conferenza europea sulle città sostenibili (nota anche come *Aalborg +10*). Furono adottati i cosiddetti *Aalborg Commitments*, degli impegni condivisi (su *governance*, risorse naturali comuni, pianificazione e progettazione urbana, eccetera) volti a tradurre la visione “di un futuro urbano sostenibile in concreti obiettivi di sostenibilità e in azioni a livello locale”. Alla conferenza di Aalborg hanno fatto seguito quelle di Siviglia (2007), Dunkerque (2010), Ginevra (2013, 7<sup>a</sup> Conferenza sulle città sostenibili). Negli stessi anni l'ONU ha organizzato il *Vertice mondiale sullo sviluppo sostenibile* del 2002 (WSSD, *World Summit on Sustainable Development*), svoltosi a Johannesburg, nel decennale della conferenza di Rio de Janeiro, per discutere sullo stato d'attuazione delle decisioni allora prese. Tuttavia il *Summit* e la successiva *Conferenza sullo Sviluppo Sostenibile*, tenutasi nuovamente a Rio de Janeiro nel 2012 (*Conferenza Rio+20*) nel ventennale dell'*Earth Summit* del 1992, si sono risolti in un sostanziale insuccesso, nonostante il rinnovamento da parte dei Paesi partecipanti dell'impegno allo sviluppo sostenibile e il riconoscimento di ritardi e nuove sfide.

Torniamo al 1997 per accennare ad uno dei documenti che ha avuto probabilmente maggiore influsso nel campo della sostenibilità in edilizia. Proprio nel 1997 i Paesi che avevano sottoscritto la *Convenzione di Rio sui Cambiamenti Climatici* si riunirono nel dicembre 1997 in occasione della *Conferenza di Kyoto*, in cui è stato definito un protocollo, che definiva tempi ed entità della riduzione delle emissioni di gas serra entro il 2012 e individuava esplicitamente le politiche e le azioni operative che si dovevano sviluppare.

I Paesi industrializzati e quelli ad economia in transizione, cioè i Paesi dell'Est europeo, erano nel '97 responsabili di oltre il 70% delle emissioni mondiali di gas serra. Il protocollo di Kyoto impegnava a ridurre complessivamente entro il 2012, del 5,2% rispetto ai livelli del 1990, le principali emissioni di gas capaci di alterare il naturale effetto serra del pianeta. Nessun tipo di limitazione di gas serra era però previsto per i Paesi in via di sviluppo, perché tale vincolo avrebbe rallentato la loro crescita<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Percentuale di riduzione di gas serra entro il 2012 rispetto ai livelli del 1990

Mondo 5,2%

Unione Europea 8%

Russia 0%

Stati Uniti 7%

Giappone 6%

Italia 6,5%

Paesi in via di sviluppo nessuna limitazione

I gas di cui bisogna ridurre le emissioni:

- l'anidride carbonica, prodotta dall'impiego dei combustibili fossili in tutte le attività generiche industriali, oltreché nei trasporti;
- il protossido di azoto, gli idrofluorocarburi, i perfluorocarburi e l'esaffluoro di zolfo impiegati nelle industrie chimiche manifatturiere;
- il metano, prodotto dalle discariche dei rifiuti, dagli allevamenti zootecnici e dalle coltivazioni di riso.

Nel corso degli anni sono emerse forti resistenze al rispetto degli impegni fissati dal Protocollo di Kyoto, come evidenziano il ritiro dell'adesione da parte degli Stati Uniti e le difficoltà delle *Conferenze delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici* di Copenaghen (2009) e Doha (2012): in occasione di quest'ultima, che ha esteso il Protocollo sino al 2020, molti dei Paesi partecipanti hanno opposto il proprio rifiuto. Ciononostante l'Unione Europea ha indirizzato la propria strategia decennale, *Europa 2020*, verso una crescita "intelligente, sostenibile, solidale"; fra gli obiettivi da raggiungere entro il 2020 spiccano la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra del 20% rispetto ai livelli del 1990, l'aumento al 20% della quota delle fonti di energia rinnovabile nel consumo finale di energia, il miglioramento del 20% dell'efficienza energetica. Ciò si rispecchia anche nel nuovo Programma quadro di ricerca e innovazione, "Orizzonte 2020" (*Horizon 2020*), che ha tra i propri obiettivi generali lo sviluppo sostenibile e intende potenziare le azioni concernenti il clima e l'efficienza nell'uso delle risorse.

Appare ora utile evidenziare che l'edilizia costituisce una delle principali fonti di gas a effetto serra: agli edifici, infatti, si ascrive circa il 40% del consumo totale di energia dell'Unione (segue il settore dei trasporti con il 33%), corrispondente al 36% delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Inoltre nel campo delle costruzioni sono consumate percentuali variabili tra il 15% ed il 50%, di altre risorse primarie quali acqua, suolo, materie prime.

Per tali ragioni, pensare ad una progettazione degli edifici che tenga conto del risparmio energetico e delle materie diventa obiettivo primario di sostenibilità ambientale e di qualità abitativa; di qui la necessità di un'architettura e di un'edilizia più consapevole, in una parola sostenibile.

*"Ottenere una qualità dell'ambiente tale che i livelli di contaminanti di origine antropica, compresi i diversi tipi di radiazioni, non diano adito a conseguenze o a rischi significativi per la salute umana.*

*(...) Garantire che il consumo di risorse rinnovabili e non rinnovabili e l'impatto che esso comporta non superino la capacità di carico dell'ambiente e dissociare l'utilizzo delle risorse dalla crescita economica migliorando sensibilmente l'efficienza delle risorse, dematerializzando l'economia e prevenendo la produzione di rifiuti".*

(VI Piano d'azione Ambientale 2002/2010 dell'UE)

## Capitolo 2

### La sostenibilità in edilizia Criteri per progettare e costruire in una logica di sviluppo sostenibile

*Sustainable construction is the creation and responsible management of a healthy built environment based on resource efficient and ecological principles.*

Charles Kibert, 1994.

Risulta evidente, da quanto detto nel capitolo precedente, che il concetto di sostenibilità mostra i suoi limiti proprio nel campo edilizio: un'attività è infatti considerata sostenibile se attuabile senza limiti di tempo e risorse per un tempo illimitato. Per tale ragione il costruire di per sé non potrebbe rientrare nel campo delle attività cosiddette sostenibili.

Il punto è dunque capire entro quali limiti e riferimenti i concetti di sostenibilità e di costruire possano convivere.

Diverse definizioni di "edilizia sostenibile" sono state date negli ultimi anni ma, come sottolineato nel *Final Report on sustainable construction* del 2001 della Commissione europea, l'aggettivo "sostenibile" assume diverse accezioni in funzione delle circostanze culturali, economiche e geografiche.

L'industria delle costruzioni adotta approcci differenti al tema della sostenibilità perché le priorità e le interpretazioni possono essere notevolmente diverse in relazione al livello di sviluppo che si ha nei diversi Paesi.

D'altra parte era già chiaro nel 1992, in occasione dell'"Earth Summit" di Rio de Janeiro di cui si è trattato in precedenza, che la cultura della sostenibilità si basa proprio sulle peculiarità e sulle specificità di ogni Stato, Regione, città o paese; proprio a tal fine si è prevista l'attuazione di *Agenda 21, il programma d'Azione* con il quale si persegue la sostenibilità, attraverso le *Agende 21 locali* nelle quali le priorità sono individuate dal basso e non imposte dall'alto.

Così, mentre le Istituzioni europee hanno continuato ad accumulare una legislazione quanto mai complessa e vasta, piani d'azione generali e programmi che fanno riferimento in modo più o meno generico al tema della sostenibilità, alcuni Stati hanno sviluppato politiche nazionali e strategie per il settore delle costruzioni nel contesto di quelle esperienze che possono essere ricondotte alla "edilizia sostenibile".



Da quanto evidenziato, si deduce che non ci può essere una visione unica sul tema della sostenibilità edilizia e, probabilmente, *risulta futile suggerirne una definizione esatta*<sup>1</sup>.

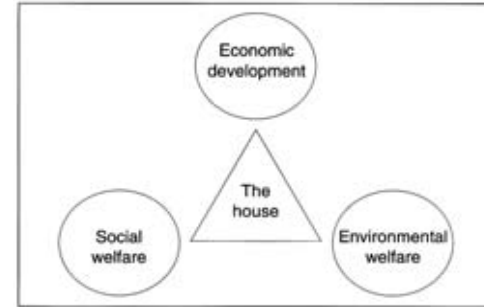
È quindi opportuno, più che cercare di definire cosa sia la “sostenibilità in edilizia”, individuarne i temi ricorrenti attraverso l’esame delle esperienze e dei documenti prodotti nel corso degli ultimi anni in diversi Paesi.

Si farà riferimento in particolare ad *Agenda 21 on Sustainable Construction* (CIB Report Publication 237, July 1999), al *Leitfaden Nachhaltiges Bauen*, ovvero il cosiddetto “Manuale per Berlino” redatto nel 2001 dal Ministero dei Lavori Pubblici tedesco, al *Final Report on sustainable construction* del 2001 della Commissione Europea, a *Démarche HQE* (Haute Qualité Environnementale) in Francia ed infine al Codice Concordato elaborato nel 1998 dall’ENEA con il contributo di vari organismi.

Dai documenti sopra citati emerge come l’interpretazione del concetto di sostenibilità degli edifici sia cambiato rapidamente negli ultimi anni; originariamente l’attenzione era posta soprattutto al controllo di un numero limitato di risorse, in particolar modo al consumo di energia e ai modi per ridurre l’impatto sull’ambiente naturale. Di recente invece è stata data grande importanza agli aspetti tecnici della costruzione quali la scelta dei materiali, dei componenti, di tecniche, di tecnologie e di aspetti della progettazione legati all’uso dell’energia. In particolare viene posto l’accento sugli aspetti igienici e di salubrità degli edifici e dei materiali: lo stretto legame tra salubrità e sostenibilità è stato anche ribadito nella definizione di “edilizia sostenibile” data da Charles Kibert alla *First International Conference on Sustainable Construction*, svoltasi Tampa nel 1994: *un’attività edilizia sostenibile consiste nella costruzione e nella gestione responsabile di un ambiente costruito sano basato su principi di efficienza dal punto di vista del consumo delle risorse ed ecologici*.

Le altre principali istanze connesse con la costruzione sostenibile si possono individuare in alcuni temi generali quali il riuso ed il riciclo dei materiali, la conoscenza dei materiali e delle tecniche costruttive tradizionali, il recupero e la rifunzionalizzazione del costruito, la progettazione di sistemi e componenti finalizzati al risparmio di energia e di risorse, la qualità degli spazi indoor e la salubrità dei materiali, aspetto quest’ultimo che sta attualmente aprendo la strada alla eco-certificazione dei materiali da costruzione; altro tema ribadito dalla cultura della sostenibilità in edilizia è il legame tra costruito ed ambiente naturale e la rivalutazione dell’uso di materiali e tecniche costruttive locali, tutti aspetti che convergono nel concetto di tipologia ambientale<sup>2</sup> di cui si dirà nel seguito.

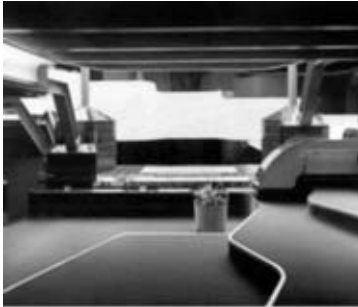
Le tematiche relative all’igienicità dei materiali, la salubrità del costruito, l’illuminazione e la ventilazione naturale, saranno oggetto dei capitoli successivi, con particolare riferimento



**Fig. 2.1** – Nell’ottica della sostenibilità anche l’attività edilizia si pone baricentricamente alle istanze economiche, sociali ed ambientali.

<sup>1</sup> *Final Report on sustainable construction 2001*, [COM(97)539].

<sup>2</sup> Garofolo I., *Sostenibilità nelle costruzioni*, Monfalcone, 2003.



all'edilizia storica e alla tradizione costruttiva palermitana. Si Trattano soprattutto questi ultimi argomenti perché la ricerca sugli altri temi risulta già notevolmente avanzata e tanto si è parlato, scritto e forse anche operato. La salubrità e l'igienicità in edilizia, non solo riguardo all'aria ambiente ma anche ai materiali ed alle tecniche costruttive, sono invece temi ritornati solo recente alla ribalta a causa degli allarmi per la salute pubblica destati dalla presenza all'interno degli edifici di alcuni prodotti.

**Fig. 2.2, 3, 4, 5** – (a sinistra e sotto) Nelle prime esperienze progettuali degli anni '70, che concepivano l'edificio come una sofisticata "macchina" energetica, prevaleva una sorta di curiosità scientifica o una ideologia dell'innovazione che poco teneva conto del comfort degli abitanti, di costi, di problemi di manutenzione, dell'impatto sul contesto ambientale. I progettisti più sensibili al benessere ambientale utilizzavano le potenzialità delle nuove tecnologie per creare ambienti artificiali quanto più verosimilmente naturali. L'architetto Rafael Serra Florensa realizzò in quegli anni l'Oficina Companya D'Aigues, in cui la luce artificiale era modulata in funzione delle ore del giorno.

**Fig. 2.6** – (a destra) Un esempio contemporaneo di ambiente naturale artificiale: il "Weather Project" del danese Olaf Eliasson che ricrea effetti atmosferici nella hall della Tate Modern di Londra



## 2.1 - I documenti della sostenibilità in edilizia

### 2.1.1 - Agenda 21 on Sustainable Construction

Nel 1999 il CIB (The International Council for Research and Innovation in Building and Construction), la più importante organizzazione internazionale di studio e ricerca nel settore delle costruzioni, con il contributo del CERF<sup>3</sup>, del RILEM<sup>4</sup>, di IEA<sup>5</sup> e dell'ISIAQ<sup>6</sup> ha pubblicato *Agenda 21 on Sustainable Construction*<sup>7</sup> con l'obiettivo di stabilire delle linee guida riconosciute a livello internazionale riguardanti il tema della sostenibilità in edilizia.

Le tre finalità che *Agenda 21* si prefigge sono: creare una terminologia e delle direttive di riferimento generale utili ad accomunare e guidare tutte le Agende per iniziative riguardanti la sostenibilità in edilizia; coordinare in maniera efficace tutte le attività di studio, ricerca e scambio di informazioni; fornire una guida per nuove attività di ricerca e sviluppo.

Nel testo vengono individuati le problematiche e gli obiettivi del costruire sostenibile e gli interventi per attuarli.

Tra le tematiche poste in rilievo vengono citate la gestione e l'organizzazione, le problematiche legate alla qualità dei prodotti e degli edifici, il consumo delle risorse, l'impatto delle costruzioni sulla sostenibilità dello sviluppo urbano, l'attenzione agli aspetti sociali e culturali.

Alla gestione e all'organizzazione si attribuisce un'importanza strategica legata non soltanto agli aspetti tecnici ma, in eguale misura, alle componenti sociali, legali, economiche e politiche. Le sovrapposizioni e le interrelazioni tra queste componenti unitamente all'alto numero di operatori che si trovano a partecipare al processo edilizio (dalla fase di promozione a quella di dismissione) fanno della gestione e dell'organizzazione due aspetti complessi.

Riguardo la qualità dei prodotti e degli edifici, si afferma che l'ottimizzazione delle caratteristiche prestazionali degli edifici e dei prodotti può portare ad un miglioramento della sostenibilità a patto che si tenga conto di fattori quali le condizioni climatiche, le tecniche tradizionali di costruzione, lo stadio di sviluppo industriale. È inoltre considerato indispensabile, nella manifattura dei componenti, controllare e ridurre le emissioni tossiche, il contenuto materico ed energetico, aumentare la durabilità, la riparabilità e la riciclabilità. In eguale misura dovrebbero essere migliorate la salubrità, la sicurezza, il comfort degli ambienti interni.



<sup>3</sup> The Construction Engineering Research Foundation.

<sup>4</sup> The International Union of Testing and Research Laboratories for Materials and Structures.

<sup>5</sup> The International Energy Agency.

<sup>6</sup> The International Society for Indoor Air Quality and Climate.

<sup>7</sup> *Agenda 21 on Sustainable Construction* (CIB Report Publication 237, July 1999).

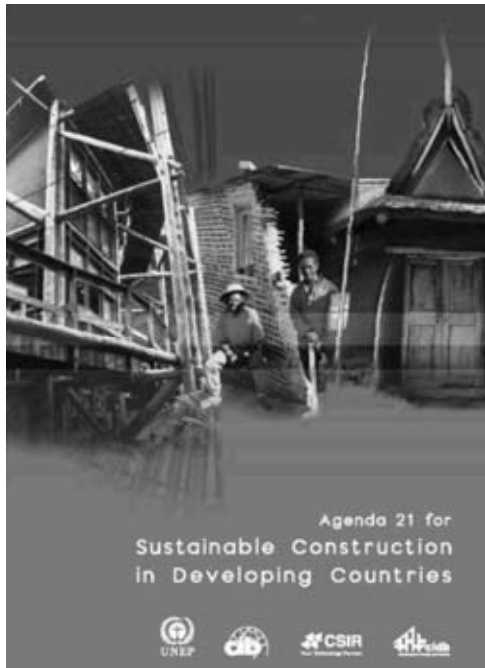


Fig. 2.8 – Nel 2002 il CIB ha pubblicato un documento strategico specifico per la costruzione sostenibile nei Paesi in via di sviluppo.

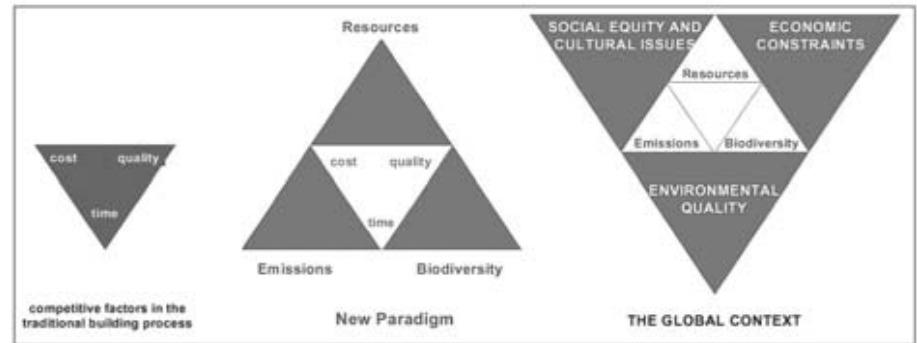


Fig. 2.7 – I nuovi paradigmi della sostenibilità (da *Agenda 21 on Sustainable Construction*).

Altro aspetto individuato è quello del consumo delle risorse che pone un'importante sfida al settore delle costruzioni. Le misure per il contenimento energetico e delle risorse minerali richiedono accurate selezioni dei materiali, con preferenza per quelli rinnovabili, quelli riciclabili e per quelli per cui è nota la durabilità ed il comportamento prestazionale lungo l'intero ciclo di vita. Anche la gestione delle risorse idriche è un argomento che va approfondito, così come richiedono un'attenta analisi la gestione e lo sfruttamento del suolo, la scelta dei siti edificabili, la longevità degli edifici.

L'impatto delle costruzioni sulla sostenibilità dello sviluppo urbano ha riflessi sulla qualità ambientale, sulla qualità della vita, sulla qualità delle abitazioni e sugli aspetti di controllo e gestione dei rifiuti.

Infine, relativamente agli aspetti sociali, culturali ed economici un atteggiamento sostenibile verso le attività di costruzione può essere di contributo all'alleviamento delle condizioni di povertà, alla creazione di un ambiente che sia sano e sicuro, a una più equa distribuzione dei costi sociali e dei benefici, alla creazione d'occupazione, allo sviluppo delle risorse umane, all'acquisizione di benefit finanziari e al miglioramento delle comunità (attraverso ad esempio l'utilizzazione di forza lavoro locale).

Nella sezione di Agenda 21 riguardante gli interventi vengono sintetizzati i principali obiettivi necessari per il miglioramento della sostenibilità dell'industria delle costruzioni; si sottolinea comunque che la relativa enfasi di uno piuttosto che di un altro aspetto, dipende dalle condizioni locali e deve essere trattato con maggiore dettaglio dalle agende locali.

I regolamenti (per la definizione dei livelli minimi di qualità prestazionale), i costi dell'energia (utili per il controllo dei consumi: costi bassi favoriscono gli sprechi), i meccanismi di supporto

(quali informazione, formazione, strumenti informatici), incentivi (ad esempio detrazioni fiscali) e misure per la sensibilizzazione del mercato sono alcuni degli interventi proposti dall'A21. Di questi l'ultimo merita particolare attenzione, in quanto sembra essere il più promettente. Essendo la domanda alla base delle economie di mercato, è proprio su questo livello che si rende necessaria una maggiore sensibilizzazione. Una delle ragioni per cui si continua a costruire edifici con mediocri caratteristiche prestazionali è il fatto che la domanda di edifici attenti alla sostenibilità è ancora bassa. Un modo per influenzare le richieste del mercato è ad esempio l'implementazione di strumenti per la valutazione delle prestazioni degli edifici (es.: BREEAM: an environmental assessment method for office buildings, BRE, 1998). Strumenti di questo tipo vengono attualmente utilizzati in Paesi particolarmente attenti a tali questioni quali il Canada, gli Stati Uniti ed il regno Unito. Le strategie sono state formulate con una specifica attenzione alle diverse categorie operanti nel settore dell'industria edilizia.

In conclusione, l'Agenda 21 elenca le principali sfide della ricerca e dello sviluppo:

#### Ambiente Costruito ed Ecosistemi:

- comprendere l'impatto dell'ambiente costruito sulle attività umane e sugli ecosistemi;
- incentivare, attraverso la ricerca, la discussione sugli aspetti etici dello sviluppo;
- contribuire, attraverso gli edifici (e i loro subsistemi), alla riqualificazione dell'ambiente naturale e di quello costruito;
- studiare e risolvere i problemi legati alle aree urbane sviluppatasi in maniera disordinata.

#### Efficienza Energetica:

- incentivare le politiche di risparmio energetico;
- promuovere soluzioni progettuali, sistemi e prodotti innovativi aventi come scopo l'efficienza energetica; ad esempio l'uso di tecnologie per l'utilizzo di fonti di energia rinnovabili;
- valutare in fase decisionale i contenuti e i costi energetici di materiali e componenti.

#### Benessere e Salubrità:

- migliorare la qualità dell'aria;
- migliorare le procedure di pulizia delle aree contaminate;
- comprendere l'impatto (e rischi connessi) dell'ambiente costruito sulla salute e sul benessere delle persone.

#### Rifiuti:

- migliorare i sistemi di gestione dei rifiuti;
- ridurre l'impatto ambientale dei rifiuti prodotti dall'industria edilizia attraverso minimizzazione delle quantità, riciclo, riuso, ecc..



Fig. 2.9 – Le quattro sezioni di *Agenda 21 on Sustainable Construction*.

Conservazione delle Risorse:

- sviluppare sistemi per il risparmio delle risorse idriche (per edifici nuovi o già esistenti) e per la raccolta delle acque meteoriche e reflue;
- sviluppare metodologie per la conservazione, il riuso e il riciclaggio dei materiali da costruzione;
- sviluppare pratiche per un uso più efficiente dei materiali (analisi dell'intero ciclo di vita quali life cycle cost e life cycle assessment, miglioramento della qualità, ecc.);
- sviluppare materiali nuovi ed innovativi, incentivare l'utilizzo di materiali locali;
- migliorare la durabilità.

Edifici Esistenti:

- aumentare le prestazioni degli edifici esistenti;
- sviluppare strumenti diagnostici non distruttivi per la valutazioni degli edifici;
- sviluppare modelli per la previsione del comportamento degli edifici lungo l'intero ciclo di vita;
- sviluppare nuovi sistemi e tecnologie per il rinnovamento e il recupero.

Strumenti:

- sviluppare e divulgare metodologie per il controllo dell'impatto ambientale;
- sviluppare un set d'indicatori prestazionali standard per la valutazione delle fasi del processo edilizio (progettazione, costruzione, gestione, ecc.);
- sviluppare strumenti e mezzi utilizzabili dagli operatori del settore: metodi valutativi, standard basati sulle prestazioni ambientali, schemi per certificazioni, banche dati, ecc.;
- divulgare manuali di guida e i migliori esempi di "edifici sostenibili".

Processi di Costruzione:

- programmare le attività di costruzione sia sul breve che sul lungo periodo;
- incentivare, come principi guida dei processi costruttivi, nuove metodologie attente all'intero ciclo di vita degli edifici;
- innovare le tecnologie di supporto alla progettazione e alle tecniche di costruzione.

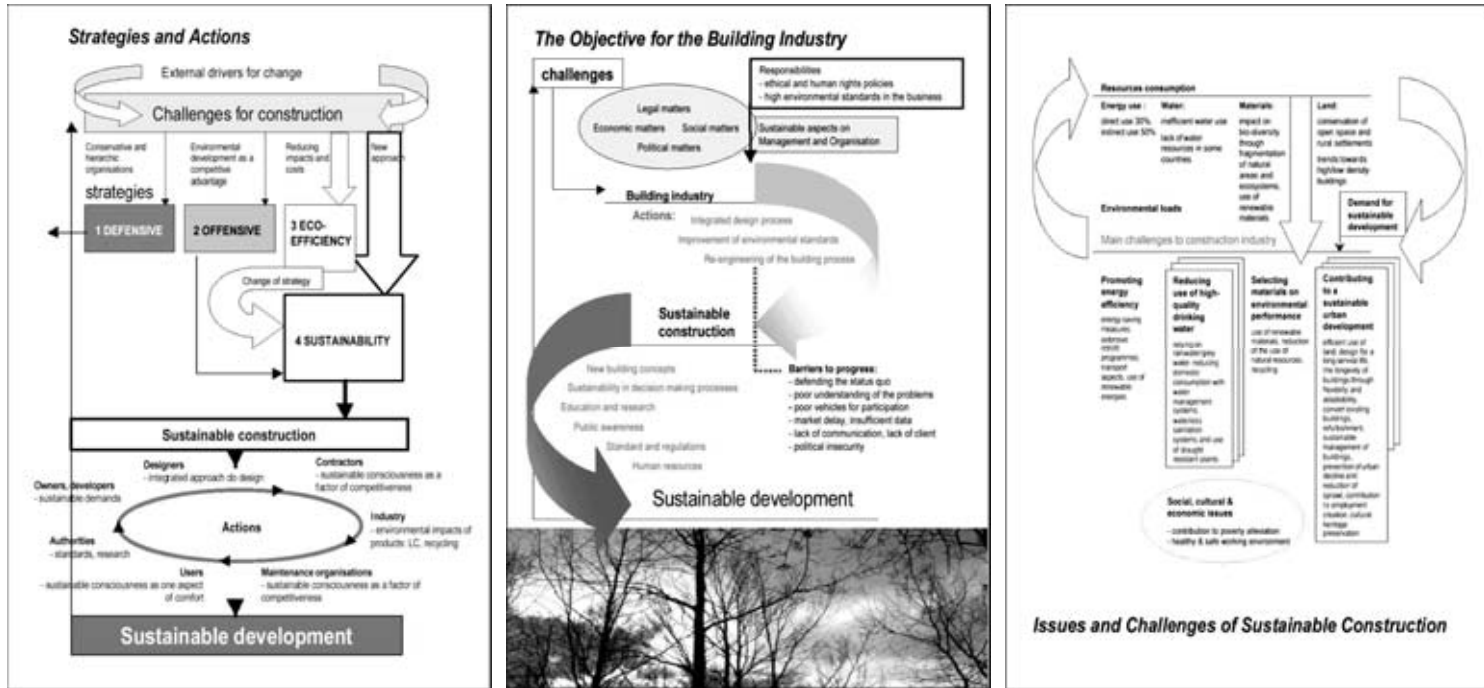


Fig. 2.10, 11, 12 – Strategie e azioni dello sviluppo sostenibile; l'obiettivo dell'industria edilia; sbocchi e sfide della costruzione sostenibile.

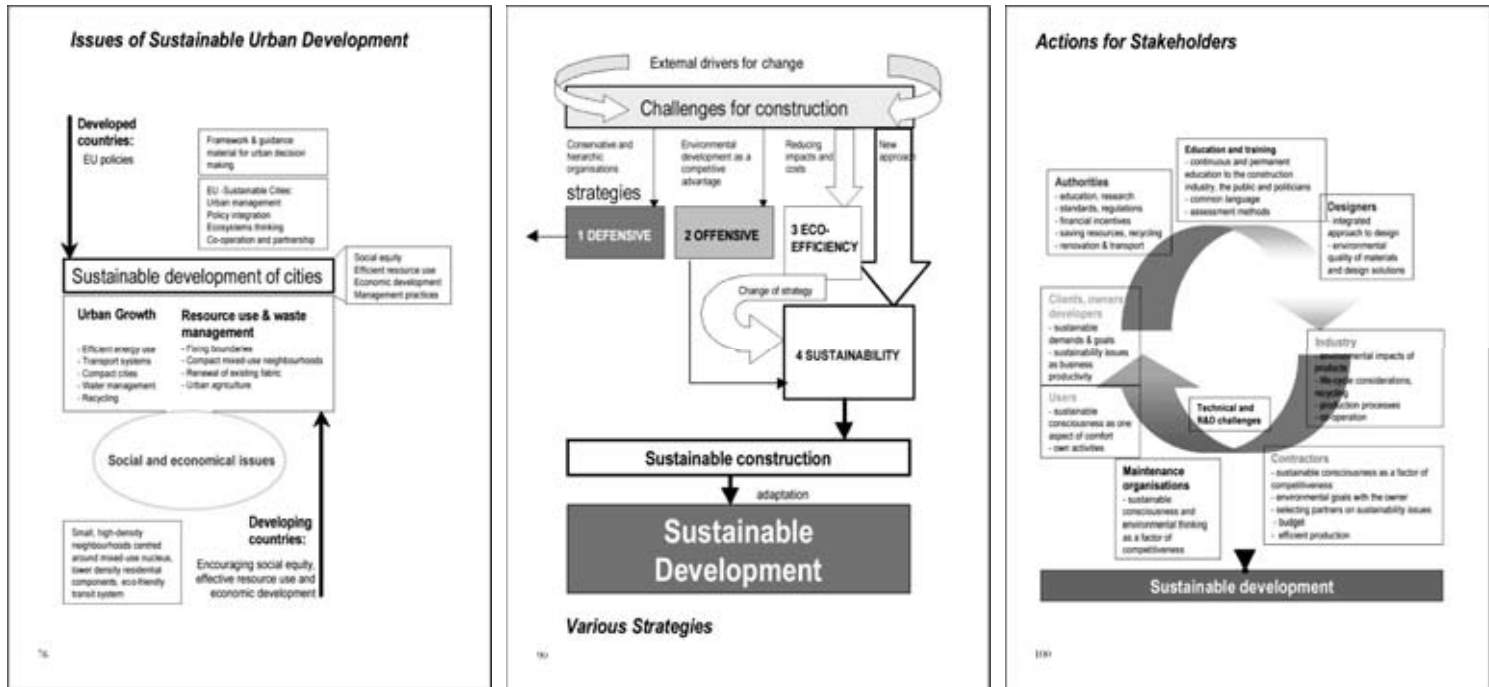


Fig. 2.13, 14, 15 – Sboocchi dello sviluppo urbano sostenibile; strategie varie dello sviluppo sostenibile; azioni per i detentori della scommessa sullo sviluppo sostenibile.



### 2.1.2 - *Leitfaden Nachhaltiges Bauen*, il "Manuale per Berlino"

Attraverso il *Leitfaden Nachhaltiges Bauen*, il Ministero dei Lavori Pubblici tedesco ha raccolto nel 2001 l'esperienza acquisita in occasione della costruzione del quartiere governativo a Berlino. Il manuale si richiama al motto *Meno tecnologia per quanto possibile, solo quel tanto che basta*. È rivolto ad interventi su aree ed edifici di cui è responsabile il Ministero stesso, ma è sicuramente anche un importante documento di riferimento per chi, progettando di professione, vorrebbe farlo in modo adeguato alle esigenze del tempo: attenzione all'uso delle risorse, controllo dei consumi, senso di responsabilità verso le generazioni future.

La lettura del manuale rende evidenti alcuni aspetti: in primo luogo invita ad affrontare il progetto in maniera multidisciplinare, rendendo partecipi delle scelte iniziali tutte le figure professionali che, a vario titolo ed in momenti diversi, sono chiamate a contribuire alla realizzazione dell'opera. Risulta quindi evidente la necessità di impostare fin dall'inizio il progetto nella sua complessità, risultato dell'interazione tra i diversi input suggeriti dalle molteplici esigenze espresse, per le quali anche l'aspetto ambientale deve trovare spazio.

Il concetto di sostenibilità va applicato a tutta la vita della struttura - dalla fase di progetto, a quella di costruzione, alla manutenzione fino ad arrivare alla ristrutturazione e ad un eventuale riuso - pensato tanto per l'edificio quanto anche per i singoli elementi componenti o per i materiali, in un'ottica di riciclabilità totale.

È questo un aspetto estremamente interessante: concepire l'opera edilizia affinché sia fonte futura di materiali, perché accolga in sé la capacità di generare altre strutture. Concetto questo che è poi nella tradizione del costruire: le nostre città si sono quasi sempre innalzate sulle proprie rovine.

In secondo luogo pone l'attenzione sull'importanza di contenere l'uso delle risorse, favorire l'impiego di quelle rinnovabili e ridurre quanto più possibile il carico ambientale attraverso una limitazione del fabbisogno energetico e dei consumi; l'impiego di materiali di provenienza locale, reperibili sul posto, riutilizzabili o comunque rivalorizzabili, con caratteristiche di durabilità nel tempo, per i quali si riesca a garantire un ritorno in sicurezza nel ciclo di vita naturale.

A garanzia di una sempre migliore qualità si suggerisce di monitorare le diverse fasi di vita della struttura per poter pervenire a degli aggiustamenti, se necessari. È stato messo a punto un percorso a cascata, con l'obiettivo di orientare il progettista nelle scelte.

Ponendosi nell'ottica di un allungamento della vita degli edifici il manuale sottolinea l'importanza di controllare, fin dal momento della progettazione, le successive fasi di manutenzione e ristrutturazione. Evidenzia la necessità di definire dei limiti per i costi di costruzione, il fabbisogno di elettricità, il fabbisogno energetico per gli impianti di climatizzazione, i costi di manutenzione, di ristrutturazione, di pulizia, d'acquedotto e fognature; tutti espressi relativamente all'unità di superficie utile ed all'anno. Abbastanza inusuale l'invito a realizzare edifici che tendano all'autopulizia, ovvero che limitino l'impegno delle imprese di



Fig. 2.16 – Il *Leitfaden Nachhaltiges Bauen*, Il manuale per la costruzione sostenibile, pubblicato nel 2001 dal Ministero dei Lavori Pubblici tedesco.

pulizia. Infatti queste utilizzano solitamente le attrezzature disponibili: ciò significa consumi di corrente elettrica ed acqua non computati nei costi a loro carico, che però possono costituire una voce rilevante nella valutazione dei consumi globali dell'edificio.

Nel testo si ribadisce l'importanza di coinvolgere l'utente; a tale proposito si suggerisce di renderle facilmente visibili la lettura dei consumi, poiché si è rilevato come questo inibisca il loro abuso e si sostiene la necessità di fornire all'utente una guida all'uso ed alla manutenzione, secondo le indicazioni definite dal progetto, il cosiddetto passaporto dell'edificio. Si invita a considerare l'intero ciclo di vita dell'edificio ponendo attenzione ai necessari flussi energetici e di materiali nelle diverse fasi di produzione, lavorazione, trasporto, costruzione e ricostruzione, comprese le emissioni inquinanti. Non viene dimenticato, per una valutazione ecologica corretta, anche il controllo sulla tutela della salute dell'uomo accanto alla tutela dell'ecosistema e delle risorse. Viene sottolineato come occorra ovviamente escludere l'impiego di materiali che possano essere causa di pericolo per la salute; rischi riconosciuti devono venire indicati nelle specifiche del prodotto. Altri valori richiamati come riconducibili al comfort ambientale e quindi alla salute dell'uomo sono: l'architettura e la geometria dell'edificio e dello spazio, la temperatura percepita, l'umidità e la qualità dell'aria, i flussi di volume d'aria esterna, i moti d'aria, l'illuminazione naturale ed artificiale, l'acustica e l'inquinamento acustico, la dotazione tecnica e gli elementi di arredo. La sostenibilità sociale presenta molte dimensioni: il sentirsi bene in senso ampio si relaziona in ugual modo ad uno sviluppo ecologicamente ed economicamente sostenibile. È ormai accertato come molte malattie ed un generale peggioramento della qualità della vita siano riconducibili a fattori ambientali.

Anche la forma architettonica acquista una dimensione sociale: il carattere urbanistico ed architettonico possono condizionare la fiducia ed influenzare la maturità dei cittadini. L'aspetto economico - presente, com'è logico, fin dalla fase di pianificazione - mantiene il suo ruolo fondamentale, comprendendo anche i costi del controllo ambientale: si conferma pertanto indispensabile prestare grande attenzione a ridurre i costi di costruzione e di esercizio direttamente correlati ad alti carichi ambientali.

Il manuale fornisce inoltre un quadro orientativo nelle scelte alla scala urbanistica: prima di decidere di costruire un nuovo edificio occorre verificare che le esigenze di spazio non possano venire soddisfatte dall'esistente, favorendo possibilità di recupero, ristrutturazione e rinnovo. Occorre ridurre al minimo la richiesta di aree per nuove costruzioni e cercare di attribuire al progetto un carattere di grande flessibilità. Tra gli obiettivi di una politica urbanistica sostenibile va contemplato il contenimento dei consumi di aree edificabili e la riduzione del fabbisogno di quelle da destinare ad infrastrutture. Occorre, per quanto possibile, ricondurre ad un uso urbanistico aree industriali dismesse, aree a precedente destinazione militare o altre superfici sotto utilizzate. È opportuno invitare i progettisti a tener conto, in fase di pianificazione, dell'orientamento dei corpi edilizi e della direzione delle correnti d'aria che caratterizzano il

luogo, in modo da assicurare una ventilazione naturale all'insediamento. Ove possibile appoggiarsi ad infrastrutture preesistenti, favorendo nella scelta delle aree quelle già ben collegate alla rete del trasporto pubblico, cercando di ridurre i flussi di traffico. È necessario anche ridurre la quota di superficie da destinare alla viabilità e per quanto possibile garantirne la permeabilità all'acqua. Si consiglia di pianificare gli spazi aperti in modo da trovare nella natura sostegno ed aiuto: scegliere quindi piante autoctone, che non necessitano di molte cure e, laddove economicamente accettabile, rivestire a verde tetti e facciate.

Il manuale per Berlino capitale ha già cominciato a diffondere con successo la cultura del costruire sostenibile: anche i nuovi quartieri residenziali seguono i principi sopra elencati. Si favoriscono, nel reperimento delle aree, quelle dismesse e già servite dalle reti pubbliche, si ricorre a tipologie a basso consumo di territorio, si prevede una differenziazione dei percorsi, si realizzano impianti per il recupero dell'acqua piovana, si valuta l'orientazione ottimale dei fabbricati.

### **2.1.3 - Final Report on sustainable construction del 2001 della Commissione europea**

Il *Piano d'Azione*, proposto nel contesto della *Comunicazione 539 del 1997* della Commissione europea [COM(97)539], prevedeva la formazione di gruppi di lavoro sulle azioni orientate alla competitività dell'industria delle costruzioni.

I gruppi erano formati da rappresentanti della Commissione europea, degli Stati membri e dell'industria delle costruzioni; una di queste azioni prevedeva lo sviluppo di una strategia per l'uso e la promozione di materiali da costruzione "environmentally friendly", di criteri per migliorare l'efficienza energetica negli edifici e di una gestione corretta dei rifiuti di costruzione e demolizioni, tutto ciò per contribuire alla sostenibilità delle costruzioni. I risultati del lavoro dei diversi gruppi sono stati raccolti nel 2001 nel *Final Report on sustainable construction*.

Nel rapporto, prendendo spunto dal già citato Rapporto Brundtland del 1987, si conferma come la sostenibilità coinvolga tre aspetti, quello ecologico, quello economico e quello socio-culturale. La definizione di "edilizia sostenibile" che viene ribadita è quella data da Charles Kibert alla *First International Conference on Sustainable Construction*, svoltasi Tampa nel 1994: un'attività edilizia sostenibile consiste nella costruzione e nella gestione responsabile di un ambiente costruito sano basato su principi di efficienza dal punto di vista del consumo delle risorse ed ecologici.

Viene inoltre sottolineato come la "costruzione sostenibile":

- migliori la qualità della vita ed il benessere degli utenti;
- sia flessibile per eventuali cambiamenti di destinazione d'uso;
- provveda e sostenga ambienti naturali e sociali desiderabili;
- incrementi l'investimento in persone ed attrezzatura per un'economia competitiva;

<b>Critères environnementaux</b>
<b>1. Ressources énergétiques</b>
<b>2. Autres ressources</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>. ressource eau</li> <li>. ressources matières</li> </ul>
<b>3. Déchets</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>. déchets de fabrication des produits</li> <li>. déchets de déconstruction préalable</li> <li>. déchets de construction neuve</li> <li>. déchets d'entretien<sup>8</sup></li> <li>. déchets de vie en œuvre<sup>9</sup></li> <li>. déchets radioactifs</li> <li>. déchets de déconstruction future</li> </ul>
<b>4. Pollutions à large échelle</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>. effet de serre</li> <li>. pluies acides</li> <li>. atteinte à la couche d'ozone</li> </ul>
<b>5. Pollutions à l'échelle locale</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>. pollutions de l'air</li> <li>. pollutions de l'eau<sup>9</sup></li> <li>. pollutions du sol<sup>9</sup></li> </ul>
<b>6. Interactions avec le site</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>. intégration architecturale et paysagère</li> <li>. cadre de vie agréable pour les usagers de la parcelle</li> <li>. respect des riverains</li> <li>. respect / rétablissement de la valeur écologique du site</li> <li>. adaptation aux réseaux</li> </ul>
<b>7. Confort</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>. confort thermique</li> <li>. confort visuel</li> <li>. confort acoustique</li> <li>. confort olfactif</li> </ul>
<b>8. Santé</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>. qualité de l'air</li> <li>. qualité de l'eau</li> </ul>
<b>Critères indirectement environnementaux</b>
<b>9. Entretien / Maintenance</b>
<b>10. Adaptabilité</b>
<b>Critère organisationnel</b>
<b>11. Management environnemental</b>

Fig. 2.17 – Arborecenza del metodo ESCALE per la valutazione della qualità ambientale delle costruzioni (HQE).

- realizzi la crescita più alta riducendo l'inquinamento e massimizzando l'uso efficiente di risorse;
- distribuisca più estesamente e più equamente i benefici della crescita;
- migliori le nostre città proteggendo al contempo la qualità della campagna;
- contribuisca a livello internazionale alle azioni per lo sviluppo sostenibile.

#### 2.1.4 - La Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) in Francia

In Francia, a partire dalla fine degli anni '90, la procedura Haute Qualité Environnementale<sup>8</sup>, messa a punto con il contributo del CSTB<sup>9</sup>, ha contribuito alla concretizzazione dei criteri di sostenibilità in campo edilizio mirando alla riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra, alla preservazione delle risorse naturali ed energetiche, prendendo in maggiore considerazione gli impatti economici e sociali delle costruzioni e promovendo un inserimento armonioso nell'ambiente circostante.

La HQE è una procedura volontaria basata, per gli edifici di nuova realizzazione, su una lista di 14 punti. Il primo obiettivo è quello di controllare l'impatto sull'ambiente esterno attraverso un'*eco-costruzione* (controllare gli impatti dovuti al fatto che si costruisce un edificio realizzando un inserimento coerente con il contesto ambientale, scegliendo materiali e prodotti locali e facendo in modo che il cantiere stesso sia a debole impatto) ed un'*eco-gestione* (gestione dell'energia, dell'acqua, dei rifiuti, della manutenzione).

Il secondo obiettivo è quello di realizzare un ambiente interno soddisfacente; oltre a garantire il confort igrometrico, acustico, visivo ed olfattivo, la HQE dà particolarmente importanza alle condizioni igieniche degli edifici, quindi alle condizioni sanitarie degli spazi, alla qualità dell'aria e dell'acqua. Sotto questo aspetto e per gli studi prodotti, la Francia si pone in questo momento all'avanguardia per quanto riguarda le ricerche sulla biocompatibilità dei materiali; anche riguardo ai potenziali pericoli derivanti dall'uso di sostanze nocive nell'edilizia storica, come l'amianto, le vernici a base di piombo ecc.

#### 2.1.5 - Il Codice Concordato, l'esperienza italiana

Il "Codice concordato di raccomandazioni per la qualità energetico ambientale di edifici e spazi aperti" è stato elaborato nel 1998 da ANCE (Associazione Nazionale Costruttori Edili), ENEA (Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente), ANCI (Associazione Nazionale Comuni Italiani), INARCH (Istituto nazionale di architettura), INU (Istituto Nazionale di Urbanistica), i ministeri dell'Ambiente, dell'Industria e dei Lavori Pubblici (oggi delle Infrastrutture e dei Trasporti), al fine di favorire e divulgare la necessità di operare all'insegna del benessere

<sup>8</sup> *Environnement. Evaluer la qualité environnementale des bâtiments*, Lettre d'information du CSTB, nov 2002.

<sup>9</sup> Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.

ambientale, dell'elevata qualità energetico ambientale e individuando le azioni da attuare per raggiungere questi obiettivi.

Il CC, ovvero il Codice Concordato, è costituito 18 "raccomandazioni" che hanno lo scopo di migliorare la qualità energetica e ambientale degli edifici e degli spazi aperti pubblici e quindi la qualità delle nostre città.

Le 18 raccomandazioni sono state redatte dall'Avvocatura dello Stato perché possano essere inserite più facilmente nei Regolamenti Edilizi dalle pubbliche amministrazioni. Questo è il frutto di un anno di intensa collaborazione tra i vari soggetti protagonisti in Italia del processo edilizio: amministratori pubblici, tecnici, ingegneri e architetti, associazioni: sono quindi indicazioni che, come tutte le "azioni" che mirano a realizzare condizioni di sostenibilità, partono "dal basso".

I 18 punti non sono delle norme, ma solo dei criteri che vorrebbero improntare un nuovo modo di fare pianificazione urbana, più attento agli aspetti dello sviluppo sostenibile. Il CC è destinato soprattutto ai tecnici delle amministrazioni locali ed ai professionisti incaricati di redigere i regolamenti edilizi, ma anche i progettisti chiamati a realizzare un edificio o gruppi di edifici e spazi aperti.

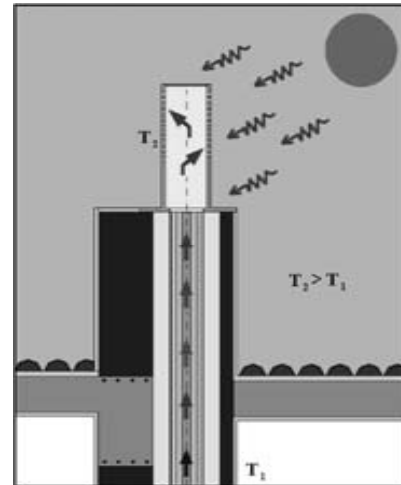
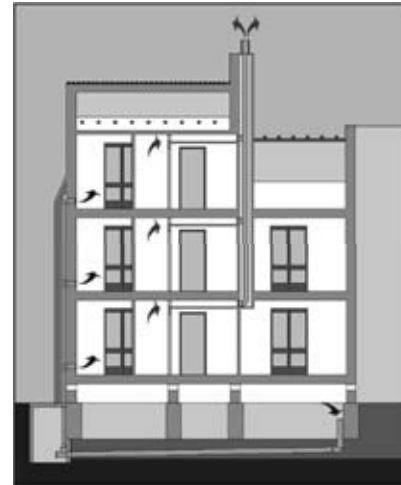
Riguardo le modalità con cui vengono esplicitate, nei progetti d'intervento, le logiche ed i criteri adottati, l'articolo 18 del Codice richiede che l'amministrazione comunale pretenda che sia allegata una "relazione ecosistemica" ai progetti per cui si richieda l'approvazione. La relazione dovrà descrivere l'impatto dell'edificio dal punto di vista dei bilanci dei consumi di energia e acqua, della valutazione delle concentrazioni di inquinanti nell'aria, della valutazione ecologica globale dei materiali utilizzati (costi energetico-ambientali per l'estrazione, la lavorazione, il trasporto, la dismissione, la manutenzione, il riciclo eccetera) e l'impatto sul paesaggio.

L'articolo 11, invece, richiede, tra la cartografia di base, le "carte climatiche" del sito del progetto, contenenti gli elementi relativi alla temperatura (media mensile della temperatura massima e minima), della pluviometria, dell'umidità, del soleggiamento e dei venti. In base a queste carte il progettista potrà fare una corretta analisi delle eventuali condizioni critiche e proporre le opportune soluzioni architettoniche.

Sono inoltre previsti finanziamenti pubblici in seguito all'applicazione del Codice Concordato, le Regioni che aderiscono al Codice possono infatti prevedere incentivi finanziari.

Alcuni Comuni, come Faenza, ad esempio, prevedono invece incentivi "fiscali" per i progetti bioclimatici.

Ad oggi, comunque, il maggiore finanziamento pubblico (600 miliardi di lire) è stato quello stanziato dal Ministero dei Lavori pubblici per i Contratti di Quartiere, che, tra le aree di sperimentazione, prevedevano anche la "qualità ecosistemica", per la quale è richiesta l'applicazione dei principi stabiliti dal Codice Concordato.



**Fig. 2.18, 19, 20** – (Nella pagina a fianco e sotto) Un'esperienza di Contratto di Quartiere, il nuovo insediamento residenziale nel quartiere della Bandita, sito nella parte est della piana di Palermo. Ai fini della "qualità ecosistemica" si sono previsti: orientazione degli edifici in funzione dell'esposizione solare, raccolta, depurazione e riutilizzo delle acque meteoriche, realizzazione di sistemi per il riciclaggio dei rifiuti organici, muri e tetti ventilati, torri di ventilazione, giardini con alberi ad alto fusto sui fronti maggiormente soleggiati.



L'adozione del Codice prevede la definizione di un accordo volontario con reciproco scambio di impegni puntuali e qualificati e con scadenze prestabilite.

L'accordo stabilisce impegni per i Ministeri (il riconoscimento della priorità delle istanze presentate dai comuni associati al network per l'accesso a fondi di investimento in materia energetico ambientale), per gli Enti, gli Istituti e le Associazioni (che hanno a disposizione banche dati e, in generale, informazioni utili all'attuazione dei principi contenuti nel Codice e l'impegno a fornire tali informazioni ai comuni interessati), per le Regioni e le Province (che nelle loro attività di pianificazione e coordinamento si impegnano a concretizzare entro tre anni dall'adozione del Codice almeno una delle raccomandazioni in esso contenute).

I soggetti aderenti, invece, si impegnano a organizzare punti di consulenza tecnica per i Comuni e le imprese edilizie e di consulenza giuridico-economica per la stesura di eventuali accordi volontari. Tra i loro compiti anche quelli di istituire corsi di formazione presso i Comuni per l'approfondimento di temi relativi all'architettura a elevata qualità energetico-ambientale e di privilegiare i progettisti in possesso di diplomi ottenuti in seguito alla frequenza di corsi di perfezionamento in architettura a elevata qualità energetico-ambientale.

## 2.2 - Criteri e metodologie di valutazione della sostenibilità ambientale degli edifici

Attualmente, a livello nazionale ed internazionale, numerosi gruppi di lavoro sono impegnati nello studio di metodologie di valutazione della sostenibilità nelle costruzioni. Gli aspetti presi in considerazione riguardano fondamentalmente il consumo di risorse, i carichi ambientali prodotti quali le emissioni inquinanti e l'impatto sul territorio, la qualità ambientale, la qualità del servizio determinata anche da caratteristiche come la flessibilità.

I numerosi metodi di valutazione del livello di sostenibilità ambientale degli edifici fino ad oggi proposti possono essere classificati secondo tre livelli, in funzione della diversa prospettiva secondo cui è analizzato l'edificio<sup>10</sup>.

I sistemi di primo livello prevedono un confronto tra prodotti e risorse di informazioni. In questa categoria può essere inserito l'americano BEES e le cosiddette "Guide Verdi" per la scelta dei prodotti da costruzione sviluppate in varie configurazioni da associazioni ed enti pubblici e privati eccetera. Gli strumenti di questa categoria sono utilizzati nella fase di approvvigionamento e consentono di tenere in considerazione sia gli aspetti ambientali che economici.

I sistemi di secondo livello prendono in considerazione il progetto dell'intero edificio o strumenti di supporto alle decisioni: l'olandese EcoQuantum, ad esempio, valuta materiali, componenti, edifici, piani urbanistici attraverso checklist ambientali; il britannico Envest stima invece l'impatto

<sup>10</sup> Trusty W., Life Cycle Assessment, NCR-VTT seminar, Ottawa, 2001.

ambientale dell'intero ciclo di vita degli edifici. Sono utilizzati soprattutto come strumenti di confronto fra diverse soluzioni in fase progettuale. Attraverso questi sistemi è possibile determinare fattori come l'impatto sull'ambiente, i costi implicati ed i consumi energetici.

Gli strumenti del terzo livello analizzano tutti gli aspetti che caratterizzano le varie fasi della realizzazione degli edifici, si tratta pertanto di un approccio olistico al problema. Essi considerano sia dati oggettivi che soggettivi e possono portare all'assegnazione di un punteggio o alla certificazione del livello di sostenibilità del progetto o dell'edificio già costruito.

Tra gli strumenti più diffusi a livello internazionale, che considerano per l'intero ciclo di vita dell'edificio gli aspetti ambientali, quelli economici e quelli sociali, citiamo BREEAM, LEED, GBTool.

Il britannico BREAM (*British research Establishment Environmental Assessment Method*) è stato uno dei primi sistemi di valutazione messi a punto ed ha costituito la base per lo sviluppo di metodologie analoghe in altri Paesi. Definisce criteri costruttivi eco-compatibili e sensibili al miglioramento della qualità dell'ambiente indoor per il benessere degli occupanti. L'applicazione del metodo è volontaria e le relative valutazioni sono effettuate da ispettori specificatamente autorizzati dal BRE (*British Research Establishment*); al termine della procedura viene rilasciato un certificato che attesta le prestazioni dell'edificio e della sua gestione.

L'americano LEED *Rating System (Leadership in Energy and Environmental Design)*, sviluppato dal USGBC (*United States Green Building Council*), è un sistema di autovalutazione ideato per classificare edifici nuovi ed esistenti. Definisce degli standard relativamente a quello che può essere definito un "edificio verde" e valorizza il tentativo di bilanciare la buona pratica costruttiva attuale e le soluzioni ed i concetti più innovativi. L'autocertificazione prodotta è volontaria e configurata su base consensuale tra le parti interessate nelle varie fasi del ciclo di vita dell'edificio anche in funzione delle esigenze del mercato di quantificare specifici aspetti della costruzione (consumi energetici, emissioni inquinanti, uso dell'acqua eccetera).

Il metodo più recente è il GBTool (*Green Building Tool*), frutto dell'attività di un gruppo di lavoro internazionale denominato GBC (*Green Building Challenge*). Ha l'obiettivo di migliorare l'attuale stato dell'arte relativamente alla verifica delle prestazioni di compatibilità ambientale degli edifici, definendo sia uno strumento con solide basi scientifiche riconosciuto a livello internazionale, sia un momento di incontro e dialogo tra le organizzazioni che si occupano di sostenibilità ambientale nel settore delle costruzioni.

### 2.3 - I temi e le parole chiave della sostenibilità in edilizia

Da sempre l'attività edilizia ha inciso in maniera rilevante sull'ambiente, confrontandosi, relazionandosi, in alcuni casi estraniandosi, ma sempre traendo sostentamento energetico da esso; rispettosa dell'ambiente, *environmentally friendly*, cosciente dell'istanza ambientale,



**Fig. 2.21, 22** – (Sopra e a destra) Demolizione selettiva di edifici della seconda metà del XIX secolo nel quartiere operaio francese di Mulhouse L'intervento è stato eseguito sotto la direzione dei tecnici del CSTB al fine di valutare e confrontare costi e benefici relativi ad interventi di demolizione tradizionali e di demolizione selettiva.

Il costo totale della demolizione selettiva è risultato molto maggiore di quello della demolizione tradizionale, ciò è fondamentalmente dovuto ai maggiori costi di smontaggio (79%) che non sono compensati dai costi più elevati di eliminazione dei materiali risultanti dalla demolizione tradizionale. I costi relativi alla mano d'opera rappresentano infatti il 50% dei costi totali nella demolizione selettiva e solo il 23% in quella tradizionale.

Riguardo l'analisi della qualità dei materiali minerali riciclati questa ha messo però in evidenza, nel caso di demolizione selettiva, un'elevata qualità ed un alto livello di valorizzazione potenziale dovuti al basso tenore di solfati e di idrocarburi aromatici.

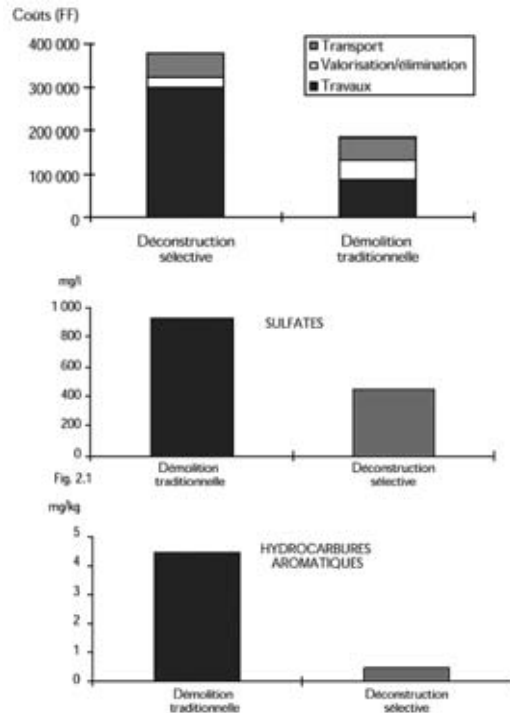


Fig. 2.1

*environmentally conscious*, sostenibile, verde, eco-compatibile, sono tutte definizioni che sempre più spesso qualificano l'edilizia.

Nel corso degli ultimi anni, nell'approccio alla costruzione sostenibile non si considerano più solo gli aspetti per così dire *classici* in rapporto alla questione ambientale: il consumo di risorse energetiche e idriche e di conseguenza le soluzioni tecnico-costruttive per il risparmio; la produzione di rifiuti, che implica anche la questione degli scarti di demolizione; l'impiego di materiali eco-compatibili, in primo luogo quelli cosiddetti *naturali*; la salubrità dello spazio interno, con la definizione di livelli accettabili di *qualità* dello spazio confinato (*indoor quality*). Oltre a queste tematiche, attualmente si tende a considerare il prodotto dell'attività costruttiva in rapporto al contesto non solo ambientale, ma anche storico- economico e sociale, offrendo una visione *globale* della sostenibilità delle costruzioni. In tale ottica, si possono inquadrare le ricerche sulla sostenibilità nel recupero edilizio, sulla definizione di riferimenti chiari e precisi del progetto eco-compatibile, sulla definizione di strumenti oggettivi di valutazione della loro eco-compatibilità, dei processi normativi e gestionali ad esso collegati e, più in generale, sulle nuove strategie di progetto<sup>11</sup>.

### 2.3.1 - Il riuso ed il riciclo dei materiali come strategia per il risparmio energetico

Il progetto di un edificio non può prescindere dalle valutazioni in merito alle conseguenze connesse con la scelta di determinati sistemi e materiali che lo compongono. Gli effetti della scelta si possono valutare da due differenti punti di vista: da una parte si può considerare l'impatto ambientale da ascrivere a carico delle fasi di produzione, trasporto, messa in opera, manutenzione, demolizione, riciclo o scarto dei materiali stessi. Dall'altro, si devono prendere in considerazione gli effetti che tali scelte comportano a livello di prestazioni ambientali dell'intero edificio, visto come qualcosa di più che una semplice somma di parti.

Stimare la portata degli effetti dal punto di vista dell'impatto ambientale implica, anzitutto, l'accesso a una serie di informazioni spesso non codificate o comparabili se prodotte in diverse realtà socio-economiche e culturali. Ad esempio, studi di impatto ambientale relativi a singoli materiali sono stati condotti in molti, però, non esiste uno standard comunemente accettato di valutazione del ciclo di vita dei materiali (LCA): questo fatto comporta, come conseguenza, la difficoltà di paragonare i dati ottenuti e la soggettività di molte interpretazioni. La definizione di una metodologia standardizzata per la valutazione della LCA è stata oggetto di molti programmi di ricerca internazionali, primo tra tutti il programma BRITE-EURAM finanziato con fondi EU.

Anche il comportamento ambientale dell'edificio nella sua *globalità* è difficilmente valutabile. In via generale si può affermare che l'impatto ambientale cresce con l'aumentare della durata dell'edificio stesso (della sua vita in esercizio): basta pensare alla produzione di CO<sub>2</sub> durante la

<sup>11</sup> Garofolo I., op. cit..



vita media di un edificio (oltre 50 anni) dovuta principalmente all'impiego di energia elettrica, che da sola rappresenta forse l'impatto ambientale più rilevante, dopo il quale si può parlare di quello dovuto alla scelta di determinati materiali per la sua realizzazione.

Tra i punti salienti delle ricerche connesse con l'utilizzo dei materiali da costruzione e dell'impatto da queste scorte generato, già da diverso tempo le problematiche di trasporto e della produzione degli scarti (da demolizione o da costruzione) risultano quelle in cui è stato profuso maggiore impegno.

### **2.3.2 - Tecniche costruttive e materiali tradizionali.**

#### **Una guida per scelte progettuali ispirate a criteri di sostenibilità**

Progettare secondo criteri di sostenibilità significa anche adattare il proprio progetto alla realtà locale, cercando di imparare dall'esperienza nello sviluppo di accorgimenti costruttivi per affrontare più efficacemente il clima di quel particolare luogo, nell'evoluzione delle tipologie regionali, nell'uso dei materiali disponibili.

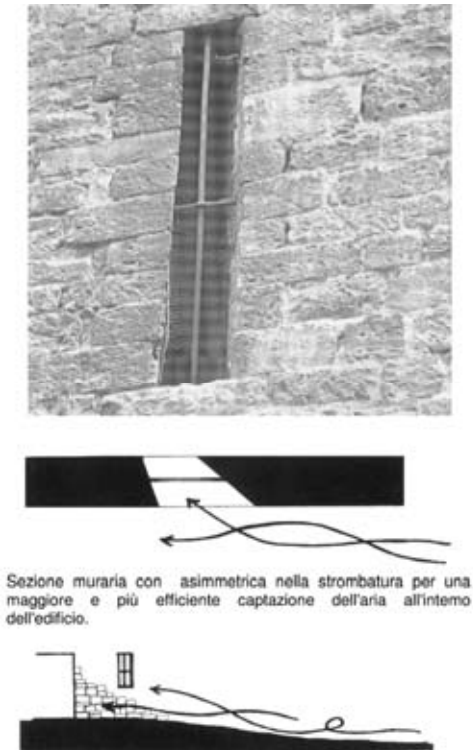
Ma trarre insegnamenti dalla tradizione significa anche attingere al patrimonio immenso di conoscenze che hanno condotto, a tutte le latitudini del pianeta, a soluzioni costruttive ingegnose dal punto di vista funzionale e spesso significative dal punto di vista estetico e simbolico.

Lo studio dei materiali e delle tecniche costruttive storiche assume oggi particolare importanza se si considera l'edilizia esistente come patrimonio da riadattare, trasformare, conservare e mantenere, interventi che comportano un dispendio energetico, di risorse e di spazi sicuramente ridotto, una riflessione più approfondita sull'edificato storico come specchio di una tradizione costruttiva e quindi di una cultura locale e per tale ragione con forti aspetti di sostenibilità.

Tutto ciò comporta e prevede come condizione preliminare la conoscenza di ciò su cui si interviene, da una parte per meglio comprendere il funzionamento di queste macchine elementari che sono gli edifici dei nostri centri storici, dall'altra per meglio interpretarne il significato. Una maggiore conoscenza è anche imposta dai recenti allarmi riguardanti la salubrità degli edifici, argomento correlato non solo all'impiego dei materiali provenienti dal ciclo del petrolio, quindi di applicazione moderna, ma anche, come vedremo in seguito, alla presenza di altri materiali presenti nell'edilizia storica.

Il perseguimento della sostenibilità nelle costruzioni non può prescindere dalla coscienza ambientale che apparteneva alle culture costruttive tradizionali, intendendo con queste quelle responsabili dell'attività edilizia antecedente la Rivoluzione Industriale. In quest'ottica le ricerche oggi in atto riconsiderano le potenzialità insite nel recupero di saperi, tecniche e sistemi costruttivi tradizionali, desueti o poco praticati al giorno d'oggi e sacrificati alle *tecnologie d'avanguardia*. In particolare, perseguendo il recupero delle tecniche legate all'impiego di





Sezione muraria con asimmetria nella strombatura per una maggiore e più efficiente captazione dell'aria all'interno dell'edificio.

Fig. 2.23 – “Strategie bioclimatiche” nell’edilizia storica di Perugia (da *Manuale per il recupero della struttura bioclimatica della città storica di Perugia*).

materiali cosiddetti *naturali*, si assiste oggi sempre più alla riscoperta e riproposizione di alcune di esse che, rivelandosi sorprendentemente attuali, sono in grado di fornire utili suggerimenti.

A tal proposito, un recente esempio di lettura del costruito storico in chiave sostenibile è costituito dal *Manuale per il recupero della struttura bioclimatica della città storica di Perugia*<sup>12</sup>. Il manuale è il risultato del progetto Rebuilt, promosso dal programma dell' Unione Europea RECITE per la promozione della ricerca sulle energie rinnovabili.

I principali obiettivi del progetto sono centrati sugli aspetti della conservazione dell'energia, la conservazione dell'eredità culturale, il recupero ed il mantenimento delle aree residenziali e commerciali nelle strutture edilizie dei centri storici.

Il lavoro si è svolto per fasi di ricerca articolate scalarmente dal livello costruttivo al livello edilizio a quello urbanistico. Gli esiti sono stati: la ricerca dei magisteri tradizionali della città storica, un progetto pilota di restauro bioclimatico per Perugia, un piano energetico a medio termine con l'indicazione delle possibili applicazioni di tecniche energetiche innovative, compatibili e sostenibili, nel recupero delle specifiche condizioni tradizionali del tessuto storico di Perugia.

Per comunicare l'esperienza maturata in questi anni di lavoro, alla conclusione del progetto, il Comune di Perugia ha deciso di raccogliere in un manuale il repertorio delle tecniche e tecnologie ecologiche e bioclimatiche che hanno protetto e tramandato fino ad oggi l'architettura e l'urbanistica del centro storico di Perugia: *attraverso questa lettura bioclimatica del centro storico, la città appare sotto una nuova luce: i vicoli e gli stessi edifici storici, si rivelano sofisticati sistemi per consentire il massimo benessere degli abitanti*<sup>13</sup>.

Il manuale ripercorre le trasformazioni storiche e gli adattamenti della città, come il frutto di una sapienza tramandata attraverso le generazioni. Tutto ciò apre alla conoscenza di un patrimonio di straordinaria ricchezza tra antica genialità e nuova attenzione ecologica.

Il manuale costituisce un momento di estremo interesse per focalizzare problematiche e potenzialità riscontrabili nel patrimonio storico e monumentale dal punto di vista della lettura delle risposte al bisogno di energia, luce sole ed aria, storicamente consolidate.

In esso vengono individuate le strette relazioni tra ambiente naturale e strutture realizzate dell'uomo, analizzando le matrici che hanno da sempre condizionato le scelte, le localizzazioni ed il disegno morfologico della città.

Sono state ricercate le regole, i sistemi, i magisteri, le tecniche per l'equilibrio ambientale-climatico della città storica con l'obiettivo di riproporre una progettazione possibile e sostenibile.

<sup>12</sup> Bastiani M., Sartogo F. (a cura di), *Manuale per il recupero della struttura bioclimatica della città storica di Perugia*, Roma, 2003.

<sup>13</sup> Ivi.

Lo studio è stato articolato sulle principali matrici quali l'orografia, il clima, l'acqua, il verde, il sole, il vento, messe in rapporto con il disegno della città nella formazione temporale delle sue fasi. Il sole e la morfologia territoriale sono considerate le matrici più importanti; l'impianto della città infatti è disegnato, quasi da manuale, sulle regole dettate dal "De Architettura" di Vitruvio.

Particolare attenzione è posta a scala edilizia alle strategie per la ventilazione, il soleggiamento e l'isolamento termico.

Interessante e particolarmente articolato è il repertorio degli elementi trasparenti, connessi con le soluzioni tecniche e morfologiche dei principali codici architettonici, delle finestre, dei portali e dei sopraluce. Essi raggiungono alta qualità di definizione a seconda dei ruoli che ad essi sono riferiti, siano essi delegati al controllo dell'illuminazione naturale o della ventilazione.

L'analisi del rapporto tra struttura muraria opaca e struttura trasparente, in cui il disegno degli stipiti e delle strombature murarie seguono l'orientamento del sole e del vento, si è ad esempio rivelata di particolare interesse. Anche le coperture sono state esaminate nella loro qualità di elementi per isolare, per incentivare la ventilazione e gli effetti camino. Sono riportati nel manuale anche molti esempi di ampie strutture vetrate sulle facciate maggiormente solarizzate, in fregio agli accessi degli androni principali, a chiusura delle logge nelle corti, che attestano un atteggiamento già consolidato, per acquisire filtri bioclimatici, del resto molto simili all'attuale filosofia della moderna serra solare. Infine è presente anche un repertorio degli intonaci nell'ottica della permeabilità igroscopica e della traspirabilità delle strutture murarie, caratteristiche fondamentali, oggi quasi scomparse.

### **2.3.3 - Il recupero del costruito: il patrimonio edilizio esistente come nuova risorsa**

Il recupero dell'edilizia esistente non sempre può essere considerato un'attività sostenibile, dati gli elevati costi che esso può comportare in termini di adeguamento a standard attuali e conseguentemente di consumo di risorse più o meno rinnovabili. In caso di recupero di un oggetto edilizio esistente si pongono necessariamente alcune questioni cui bisogna dare una risposta: tra queste quelle relative all'effettivo raggiungimento di un ambiente interno ottimale rispetto alle condizioni d'uso richieste, alla quantità di energie non rinnovabili che è possibile risparmiare con la ristrutturazione, all'ammontare della riduzione di agenti potenzialmente inquinanti, perseguibile con oculate scelte progettuali, alla effettiva possibilità di raggiungere e mantenere le prestazioni volute senza ulteriori costi ambientali, agli ulteriori vantaggi perseguibili senza costi energetici aggiuntivi, alla effettiva convenienza economica delle misure progettuali ipotizzate per il recupero.

Come base di partenza andrebbero valutate le prestazioni energetiche correnti nello stato di fatto dell'edificio oggetto di recupero, oltre che dei difetti e degli eventuali danni presenti, al fine di restituire una fotografia il più possibile precisa del suo comportamento e di costituire la base di partenza per un'appropriata progettazione del recupero stesso.

Particolare attenzione deve essere posta nella determinazione del comportamento dell'involucro e delle sue caratteristiche, così come delle prestazioni collegate al microclima interno. Infine, non si devono trascurare le condizioni ambientali in cui l'edificio si trova, il cui studio e reinterpretazione in un progetto di riuso "globale" del bene influirebbero sull'impatto ambientale dell'intera operazione di recupero.

#### **2.3.4 - La qualità degli spazi indoor: la salubrità alla base della sostenibilità**

I parametri ambientali diversamente considerati e studiati nelle varie ricerche sono generalmente quelli collegati al *comfort* termo-igrometrico (temperatura, umidità relativa, velocità dell'aria, temperatura radiante) al *comfort* visivo (quantità, qualità e distribuzione dei livelli luminosi di un ambiente), e al *comfort* acustico (livello di inquinamento acustico dovuto a varie fonti interne e esterne di rumore).

La qualità dell'aria è anch'essa un parametro di *comfort* che rimane però di più incerta definizione, se paragonato a quelli prima citati. In via generale, accertato che la qualità dell'aria esterna è accettabile, il problema di assicurare una buona qualità dell'aria interna si risolve efficacemente operando sui ricambi d'aria, sulla ottimale distribuzione e sul controllo degli agenti inquinanti interni o riducendo le potenziali fonti di inquinamento *indoor*. Da ciò, la riscoperta dei semplici ed efficaci accorgimenti per la ventilazione che caratterizzavano l'edilizia tra XIX e XX secolo.

Possiamo affermare che i movimenti che nei secoli passati hanno premuto per condizioni di vita più umane per i ceti più poveri e per imporre nuove regole di igiene che consentissero al sole di pervenire anche nelle vie e nelle case più modeste (ponendo così le condizioni per la redazione e l'attuabilità dei moderni regolamenti di igiene) fossero a tutti gli effetti l'espressione della bioarchitettura dell'epoca<sup>14</sup>.

Il progetto ecologico si pone dunque l'obiettivo di realizzare un'abitazione sana e di ridurre l'impatto ambientale della costruzione: sono due aspetti ben distinti e perfettamente complementari ormai irrimandabili di fronte a emergenze evidenti. Un ambiente esterno sempre più degradato e ostile, ambienti interni dai quali vorremmo la massima protezione e che invece si rivelano sempre più insidiosi e addirittura nocivi. È vero che da molti punti di vista si tratta di una recente riscoperta, sollecitata sia dalle emergenze ambientali, sia da una crescente preoccupazione per la salute.

Le insidie "storiche" dell'ambiente domestico (umidità, scarsa igiene e luce naturale) in epoca contemporanea si sono rapidamente estese a un'ampia gamma aggiuntiva di fattori aggressivi; ma è stato solo negli anni Settanta che le prime ricerche hanno dimostrato elevati livelli di tossicità negli ambienti interni. In considerazione del fatto che le persone trascorrono

---

<sup>14</sup> Marinelli F., *Sviluppo sostenibile, bioarchitettura e consapevolezza globale*, op. cit.

gran parte dell'intera giornata in luoghi chiusi, la nocività di questi elementi è stata poi messa in relazione con sintomi di malessere e patologie molto comuni.

Questo inquinamento proviene da molti fattori: emissioni di sostanze nocive e tossiche dai materiali edili e dall'arredo, attività degli impianti, climatizzazione eccessiva, umidità o secchezza dell'aria, produzione di campi elettromagnetici da parte di apparecchi vari, inquinamento acustico e vibrazioni di elettrodomestici e automobili, combustione dei fornelli, uso di sostanze chimiche varie e di detersivi per la manutenzione della casa e delle piante, fumo di tabacco, attività biologiche e respirazione, presenza di microrganismi, muffe e antropotossine varie.

### 2.3.5 - La Bioarchitettura quale espressione progettuale della sostenibilità

Promuovere un'edilizia ecologica, in sintesi, vuol dire pensare ad un uso razionale di energie e materiali ed al loro reimpiego nonché convogliare tecnologie e materiali della produzione industriale verso soluzioni compatibili con le esigenze dell'utenza, la salvaguardia dell'ambiente e la creatività del progettista.

Questo nuovo modo di pensare e di rivolgersi all'architettura ed all'edilizia è nato, nei passati decenni, nell'Europa Centrale dove la pressione industriale si è manifestata prima, con tutti i suoi effetti e dove la riconsiderazione dei processi edilizi in prospettiva ambientalista ha portato alla creazione della cosiddetta Baubiologie: letteralmente "biologia del costruire".

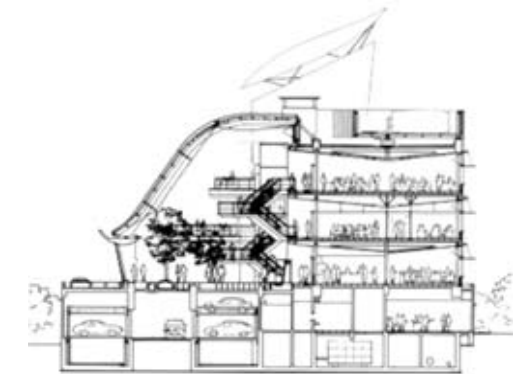
Entrando più nel dettaglio, possiamo dire che la Bioarchitettura è prima di tutto una disciplina progettuale che, attraverso studi svolti da équipes di medici, architetti, ingegneri, geologi, etc. cerca di dare una risposta ad alcuni problemi che insidiano la salute dell'uomo e dell'ambiente. Essa costituisce il *trait d'union* tra l'edilizia moderna e quella di un passato in cui era vivo l'orgoglio di costruire "a regola d'arte", quando la posa della prima pietra assumeva anche un significato rituale.

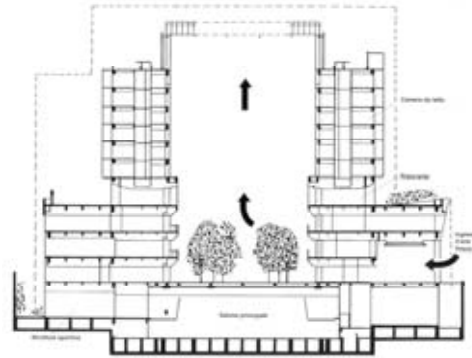
Questo nuovo orientamento nato in Nord Europa nei primi anni ottanta si è subito connotato come una disciplina progettuale contraddistinta da un atteggiamento ecologicamente corretto nei confronti dell'ambiente.

In una visione caratterizzata da un'ampia interdisciplinarietà ed alla tendenza ad un utilizzo razionale ed ottimale delle risorse, la Bioedilizia tende a conciliare le tecniche pianificatorie ed edili atte ad assicurare standards abitativi qualitativamente elevati con il contenimento dei costi ambientali.

Un'ulteriore distinzione può essere fatta tra Architettura bioclimatica ed Architettura ecologica (green architecture).

La prima affronta problemi legati al consumo di energia attraverso lo studio di soluzioni tipologiche e delle prestazioni dei sistemi tecnologici che rispondono maggiormente alle caratteristiche ambientali e climatiche del sito e che consentono di raggiungere condizioni di





benessere all'interno degli edifici abbattendo i consumi energetici. Dai migliori – in verità non tantissimi - esempi internazionali di architettura bioclimatica, si ricava un'idea delle grandi potenzialità espressive cui è capace un'architettura interagente con le dinamiche del clima e congruente con i problemi e le opportunità offerte dalla collocazione geografica.

L'Architettura ecologica (green architecture) imposta invece l'asse della qualità architettonica e urbana essenzialmente intorno a problemi di salubrità: cause dell'inquinamento interno degli edifici. Sulla scia delle direttive indicate nel 1992 dalla Conferenza Onu sullo Sviluppo Sostenibile, l'espressione «architettura ecologica» tende ad essere sostituita dall'espressione «attività costruttiva sostenibile», con più evidenti i riferimenti agli aspetti socio-economici posti dalle emergenze ambientali globali. Volendo indicare le tematiche più specifiche dell'architettura ecologica, queste sono riferibili a: inquinamento indoor; ciclo di vita dei materiali e dei componenti; comportamento energetico degli edifici e delle soluzioni tecnologiche; valutazione eco-economica delle varie fasi del processo edilizio e del suo impatto sull'ambiente; riuso e riciclaggio dei materiali; ricerca di materiali e soluzioni alternative rispetto a sostanze rivelatesi dannose per la salute o per l'ambiente (amianto, radon, VOC, ecc.).

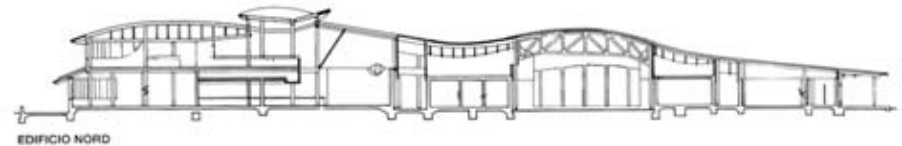


Fig. 2.24, 25 – (nella pagina precedente) Centro visitatori dello Spring Lake Park a Santa Rosa in California; "Earth Port" della Tokyo Gas Yokohama in Giappone.

Fig. 2.26, 27 – (in questa pagina dall'alto) Accademia Yasuda a Tokyo; centro culturale del Parco Nazionale Uluru-KataTjuta in Australia.

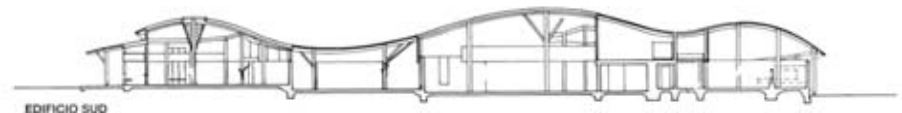
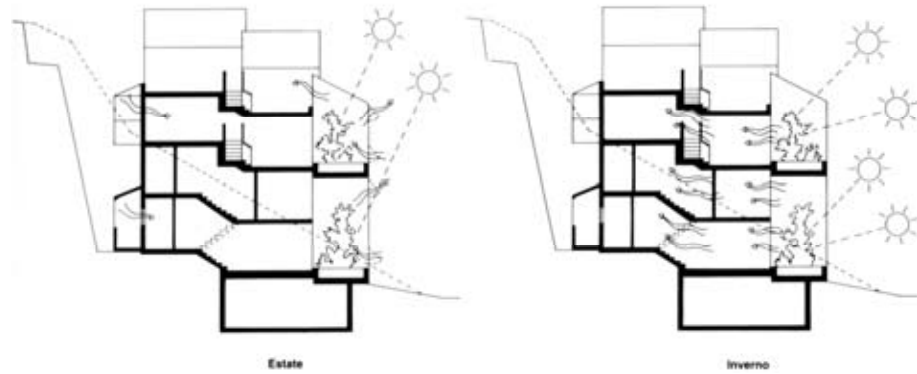


Fig. 2.28 – Edificio per appartamenti a Biel in Svizzera.



## Capitolo 3

### Veleni ed alchimie nell'edilizia dell'era industriale

Gli attuali orientamenti dell'industria edilizia in rapporto alla sostenibilità confermano tra gli obiettivi primari da perseguire i requisiti di salubrità, igiene ed ecologicità dei materiali. Anche a livello normativo si è assistito ad una rivoluzione nel modo di concepire i materiali, orientata verso la riscoperta di principi e criteri che hanno caratterizzato gran parte dell'*edilizia igienico-salubre* tra Ottocento e Novecento, argomento che sarà trattato nei capitoli successivi.

La Direttiva CEE 89/106 del 21 Dicembre 1988, *relativa al riavvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione*, recepita in Italia con D.P.R. 246 del 21/04/1993, definisce sei requisiti essenziali dei materiali e dei prodotti da costruzione, delle opere di edilizia ed ingegneria. Secondo la Direttiva queste opere devono essere *concepite e realizzate in modo da non compromettere la sicurezza delle persone, degli animali domestici e dei beni, pur soddisfacendo altri requisiti essenziali nell'interesse generale*. I sei requisiti cui si fa riferimento sono resistenza meccanica e stabilità, sicurezza in caso di incendio, igiene, salute e ambiente, sicurezza nell'impiego, protezione contro il rumore, risparmio energetico e ritenzione di calore.

È importante sottolineare come tra requisiti essenziali che i prodotti devono possedere, per l'ottenimento del marchio CE per la libera circolazione nel mercato europeo, si faccia esplicito riferimento a "igiene, salute e ambiente"; si va quindi oltre la considerazione degli aspetti prettamente *ambientali*, individuando i fattori con conseguenti effetti *biologici* cui ovviare nella realizzazione dell'opera affinché - come si ritrova nell'Allegato 1 della Direttiva stessa - l'opera venga *concepita e costruita in modo da non compromettere l'igiene e la salute degli occupanti o dei vicini*.

Questi precetti vengono ripresi ed ampliati all'interno del Documento interpretativo n.3 (CE C.62 del 28.2.1994), dal titolo "Igiene, Salute e Ambiente", il quale considera aspetti non solo di compatibilità ambientale (ecocompatibilità) ma anche di compatibilità biologica (biocompatibilità): la formazione di gas nocivi, la presenza nell'aria di particelle o di gas pericolosi, l'emissione di radiazioni pericolose, l'inquinamento e la contaminazione dell'acqua e del suolo, i difetti di evacuazione delle acque, dei fumi, dei residui solidi o liquidi e la formazione di umidità.

Nello stesso documento interpretativo, tra i materiali da costruzione che costituiscono potenziali fonti di inquinamento negli ambienti confinati vengono citati quelli per pavimentazioni, pare-



ti, rivestimenti, soffitti, isolamenti termoacustici, pitture, conservanti del legno, collanti, impermeabilizzanti e sigillanti, mastici.

Tutte queste indicazioni normative hanno prodotto una maggiore attenzione, sia da parte dei soggetti interessati alla produzione edilizia sia da parte degli utenti dell'opera, nei confronti dell'ecocompatibilità e della biocompatibilità dei materiali edilizi, ed in particolar modo delle finiture che entrano in contatto diretto con l'ambiente abitato.

I progettisti, ai quali è attribuita la responsabilità della scelta dei materiali, devono assicurare all'utenza il soddisfacimento del benessere psico-fisico determinato dalla natura e dall'aspetto dell'ambiente confinato, agli operatori la possibilità di svolgere il lavoro limitando il rischio di contatto con sostanze nocive; i responsabili d'impresa, oltre la qualità della produzione, devono tutelare la salute dei propri lavoratori; le aziende produttrici di materiali, in relazione ai risultati della ricerca scientifica e degli input del mercato, sono sempre più in concorrenza per proporre prodotti "puliti"; dagli utenti del prodotto edilizio, proviene la richiesta più consistente di attenzione alle questioni di igiene e salubrità, in quanto direttamente interessati alla qualità della vita in rapporto ai manufatti fruiti.

Si può comprendere a questo punto quanto sia diventato determinante per progettisti ed operatori del settore edilizio poter individuare materiali e prodotti che garantiscano, attraverso apposite certificazioni, il rispetto dell'ambiente e condizioni di igiene e salubrità per il costruito. La certificazione è diventata pertanto la chiave di volta su cui si basa la qualità bioecologica dei prodotti. A tal proposito, l'Unione Europea ha adottato alcuni strumenti di politica ambientale volti ad incentivare la sostenibilità e la presenza sul mercato di prodotti a ridotto impatto ambientale; è quanto previsto dal Regolamento CEE n. 880/92 riguardante il sistema di assegnazione di un marchio di qualità ecologica *Ecolabel*.

È un'innovativa visione globale del manufatto edilizio, che oggi si cerca di affermare e sottolineare con protocolli attraverso i quali si dovrebbe arrivare a certificare non solo materiali ma anche sistemi complessi, come i componenti edilizi, ed infine l'edificio nel suo insieme; è proprio questo il percorso che attualmente si sta seguendo a livello europeo con gli *ecolabel*, che hanno dato come risultato, fino a questo momento, due specifiche decisioni della Commissione: la decisione 1999/10/CE, che stabilisce i criteri ecologici per l'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica ai prodotti vernicianti per interni e la decisione 2002/272/CE, che stabilisce i criteri ecologici per l'assegnazione di un marchio comunitario di qualità ecologica alle coperture dure per pavimenti.

Un altro aspetto riguardante la salubrità dell'edilizia che viene affrontato in questo capitolo, è quello dell'inquinamento degli ambienti confinati, il cosiddetto *inquinamento indoor*, dovuto alla presenza di sostanze tossiche negli edifici e, in molti casi, alla ridotta ventilazione degli stessi.

Riguardo questa tematica è palese il bisogno di una approfondita conoscenza, non solo dei materiali e delle soluzioni tecnologiche attualmente offerte dal mercato, ma anche delle tecni-

Fig. 3.1 – Finestra di accesso alla web version di N-CLASS Database.

che e dei materiali edilizi tradizionali. Per poter riconoscere e valutare eventuali pericoli, in fase di fruizione, manutenzione o demolizione delle costruzioni contaminate, derivanti dall'impiego diffuso che si fece in passato di alcuni materiali, riconosciuti soltanto di recente come potenzialmente nocivi alla salute dell'uomo, è necessario conoscere la "storia delle applicazioni" di questi materiali: basti pensare, ad esempio, all'allarme amianto ed a quello più recente dovuto alla possibilità di avvelenamento da piombo derivante da alcuni tipi di finiture, in particolare le pitture, specie se non mantenute in modo adeguato.

In questo capitolo si tratterà pertanto anche delle sostanze e dei materiali che costituiscono potenziali pericoli non solo nell'edilizia contemporanea, ma anche in quella storica; agli stessi si farà riferimento anche nei capitoli successivi riguardanti i materiali ed i componenti edilizi tradizionali in rapporto all'igiene, in particolare per alcune applicazioni di cui si è trovata testimonianza nella pubblicistica a partire dalla metà del XIX secolo. A tal proposito, sarà più volte posto in evidenza come per difetto di sperimentazioni e di analisi alcune di queste sostanze fossero particolarmente apprezzate per le loro caratteristiche igieniche, se non addirittura terapeutiche.

In questa ricerca, alcuni manuali di merceologia<sup>1</sup> pubblicati proprio tra XIX e XX secolo si sono rivelati un supporto prezioso per associare ai nomi commerciali dei prodotti una descrizione dei componenti e della loro natura chimica. Per le informazioni tossicologiche riguardanti alcuni dei composti chimici si è fatto ricorso a N-CLASS Database (Fig. 3.1), redatto e aggiornato dal *Nordic Council of Ministers*, e all'inventario EINECS, *European Inventory of Existing Commercial Substance*. Quest'ultimo fornisce i codici ufficiali per mezzo dei quali ogni sostanza chimica commerciale viene univocamente determinata attraverso un proprio numero di sette cifre; questo codice è lo stesso cui si fa riferimento nelle schede di sicurezza che obbligatoriamente dovrebbero essere fornite unitamente ai prodotti, come previsto dal D.lgs. 52/97<sup>2</sup>. Oltre ai dati sintetici forniti dall'inventario EINECS, in alcuni casi si è fatto ricorso ai *Toxicological profile* dell'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) dell'U.S. Department of Health and Human Services. Le sostanze di cui è disponibile il profilo tossicologico sono quelle inserite nella CERCLA Priority List of Hazardous Substances. Questa lista, aggiornata ogni due anni, non è un elenco delle sostanze "più sostanze tossiche", ma la posizione è determinata piuttosto attraverso la valutazione di tre parametri: la frequenza con cui si riscontra nell'ambiente, la tossicità ed il potenziale per l'esposizione umana.

<sup>1</sup> Tra gli altri si ricordano:

Bianchi A., *Mercoledì e Istituzioni Commerciali*, Milano 1914.

Romegialli E. A., *Trattato sistematico di merceologia*, Torino, 1919.

Villavecchia G. V., *Dizionario di Mercoledì e di Chimica applicata*, Milano, 1929.

<sup>2</sup> Nel D.lgs. 52/97, all'art. 25 si legge: *Il fabbricante, l'importatore e il distributore che immette sul mercato una sostanza pericolosa deve fornire gratuitamente al destinatario della sostanza stessa, su supporto cartaceo o magnetico, una scheda informativa di sicurezza in occasione o anteriormente alla fornitura.*

## 2003 CERCLA Priority List Hazardous Substances

	SUBSTANCE NAME	TOTAL POINTS	CAS No.
1	ARSENIC	1653.61	007440-38-2
2	LEAD	1528.01	007439-92-1
3	MERCURY	1503.32	007439-97-6
4	VINYL CHLORIDE	1388.65	000075-01-4
5	POLYCHLORINATED BIPHENYLS	1364.35	001336-36-3
6	BENZENE	1356.41	000071-43-2
7	CADMIUM	1319.78	007440-43-9
8	BENZO(A)PYRENE	1303.14	000050-32-8
9	POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS	1300.73	130498-29-2
10	BENZO(B)FLUORANTHENE	1271.94	000205-99-2



**Fig. 3.2, 3, 4** – (Sopra e a destra) L'Italia è il Paese che ha ottenuto il maggior numero di marchi ecolabel. Le vernici e le pitture per interni costituiscono, dopo i prodotti tessili, la classe di prodotti con il più elevato numero di certificazioni. Dati aggiornati al marzo 2003.  
(da <http://europa.eu.int/comm/environment/ecolabel>)

### 3.1 - Criteri di bioecocompatibilità e marchi di qualità ecologica

La già citata Direttiva CEE 89/106 del 21 dicembre 1988, recepita in Italia con DPR n. 246 del 21 aprile 1993, la Comunicazione della Commissione (CE C.62 del 28.2.1994) concernente i documenti interpretativi della stessa direttiva 89/106/CEE ed il Regolamento (CEE) N. 880/92 del Consiglio del 23.3.1992 riguardante un sistema comunitario di assegnazione di un marchio di qualità ecologica (CE L.99 dell'11.4.1992) sono le direttive ed i regolamenti che, in ambito comunitario, si sono occupati dei *prodotti per le costruzioni* e, più in generale dei prodotti in circolazione nel mercato europeo, specificamente sotto il profilo ambientale, della salubrità e dell'igiene riferita al fruitore del prodotto medesimo.

I regolamenti definiscono le procedure e gli organismi competenti, avviando un processo che dovrebbe gradualmente condurre ad una crescente presenza sul mercato di prodotti (esclusi prodotti alimentari, bevande e prodotti farmaceutici) contrassegnati dal marchio di qualità ecologica *ecolabel*.

I regolamenti sottolineano il carattere di complementarità dell'*ecolabel* rispetto ai marchi ecologici, esistenti e futuri, e la volontà di creare le condizioni per giungere ad un marchio di qualità ecologica valido in tutta la Comunità. L'assegnazione del marchio avviene per *gruppi di*

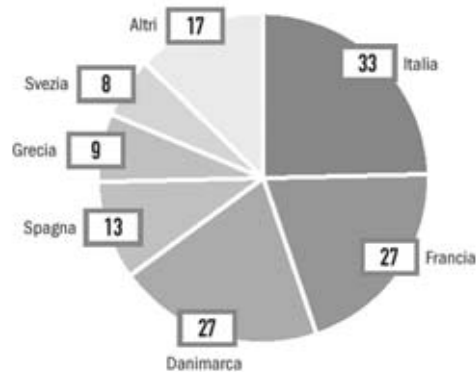
Il marchio Fiore europeo per gruppo di prodotti\*

Gruppo di prodotti | Fiori assegnati > TOTALE 134



Il marchio Fiore europeo per paese\*

Paese | Fiori assegnati > TOTALE 134



prodotti e sulla base di criteri ecologici specifici per ogni gruppo, stabilendo la durata di validità di entrambi ed infine la definizione dei criteri ecologici secondo un metodo globale per così dire "dalla culla alla tomba", prendendo quindi in esame l'intero ciclo di vita del prodotto, dalla produzione, alla produzione, alla distribuzione, all'utilizzazione ed al successivo smaltimento, quello che viene definito con l'acronimo LCA (*life cycle analysis*). I parametri presi in considerazione nelle varie fasi per la valutazione degli aspetti ambientali sono la quantità di rifiuti, l'inquinamento ed il degradamento del suolo, la contaminazione delle acque, la contaminazione dell'atmosfera, il rumore, il consumo di energia, il consumo di risorse naturali e gli effetti sugli ecosistemi<sup>3</sup>.

Sei degli Stati membri, Germania, Danimarca, Francia, Italia, Paesi Bassi e Regno Unito, sono stati designati al fine di definire i criteri ecologici per un certo numero di gruppi di prodotti. L'Italia, in particolare si occupa di imballaggi, piastrelle da rivestimento e frigoriferi.

Come accennato in precedenza, fino ad oggi, gli unici prodotti per l'edilizia per i quali è già stato redatto un protocollo per l'assegnazione del marchio *Ecolabel* sono i prodotti vernicianti per interni<sup>4</sup> e le coperture dure per pavimenti<sup>5</sup>.

Il marchio europeo di qualità ecologica si affianca ad altri marchi nazionali di qualità ambientale, riconosciuti pubblicamente e presenti da alcuni anni tanto in alcuni dei Paesi della Comunità come la Germania (*Blauer Angel* 1977), i Paesi Scandinavi (*White Swan* 1988) e la Francia (*NFEnvironment* 1991), quanto in altre nazioni come gli Stati Uniti (*Green Seal* 1989), il Canada (*Environmental Choice Program* 1988), il Giappone (*EcoMark* 1988) e Singapore (*Green Label* 1992)<sup>6</sup>.

Sotto il profilo della biocompatibilità, in ambito europeo alcuni Istituti da anni provvedono alla certificazione "bioedile" di materiali per l'edilizia e per l'arredamento, attraverso prove di laboratorio rivolte prettamente all'individuazione e valutazione di fonti inquinanti agenti direttamente sulla salute degli eventuali occupanti.

Facendo riferimento alla metodologia seguita dall'Istituto tedesco di Biologia Edile di *Neu-beurn* (IBN), le prove di laboratorio riguardano: la radioattività, l'analisi chimica, la diffusione del vapore, la permeabilità all'aria, l'igroscopicità, il contenuto di umidità, la conduttività termica, il comportamento elettrostatico, la resistività epidermica, il biotest (relativo alla germinazione di semi posti sul materiale), la compatibilità biologica (misura della luminescenza di cellule vive poste sul materiale), la precipitazione di polvere.

<sup>3</sup> Vedi Tabella 1 Allegato I Regolamento CEE N. 880/92.

<sup>4</sup> Decisione 1999/10/CE.

<sup>5</sup> Decisione 2002/272/CE.

<sup>6</sup> Notizie ANAB, n. 2/94.

### 3.2 - Edilizia e salute pubblica

Alla crescente preoccupazione nei confronti dell'inquinamento esterno si è aggiunta negli ultimi anni quella per un particolare tipo di inquinamento, quello relativo agli ambienti confinati, l'inquinamento indoor, dovuto alla presenza di sostanze tossiche negli edifici, in componenti o elementi tecnici e alla ridotta ventilazione di questi. In Italia, questa forma di inquinamento si è rivelata particolarmente evidente nei grandi edifici interamente climatizzati del terziario<sup>7</sup>.

Alcune patologie, quali la legionellosi, la "febbre da umidificatori", l'alveolite allergica, sono associate o attribuite alla permanenza in edifici e per tale ragione definite *Malattie associate agli edifici o Building-related illness* (B.R.I.). Sono state, inoltre, segnalate sindromi diffuse, caratterizzate da effetti neurosensoriali che determinano condizioni di malessere, diminuzione del comfort degli occupanti e percezione negativa della qualità dell'aria. In questo contesto la *Sindrome dell'edificio malato o Sick-Building Syndrome* (S.B.S.) viene proprio definita come una sindrome diffusa, con sintomatologia non specifica. Mentre le B.R.I. colpiscono un limitatissimo numero di persone, nel caso della S.B.S. i sintomi vengono lamentati dalla maggior parte degli occupanti (fino al 50-60%) e scompaiono con l'abbandono dell'edificio. Si segnala, inoltre, un quadro patologico particolare: la *Sindrome da sensibilità chimica multipla o Multiple Chemical Sensitivity syndrome* (M.C.S.) che comprende una sindrome caratterizzata da reazioni negative dell'organismo ad agenti presenti a concentrazioni generalmente tollerate dalla maggioranza dei soggetti.

### 3.3 - Cause di inquinamento indoor

Alcuni inquinanti indoor possono provenire dall'esterno, ma la maggior parte di essi sono prodotti all'interno degli edifici stessi. I livelli di concentrazione che gli inquinanti raggiungono all'interno degli edifici risultano generalmente superiori a quelli dell'aria esterna e soprattutto le esposizioni indoor sono maggiori di quelle outdoor a causa della permanenza prolungata.

Le concentrazioni degli inquinanti indoor sono molto variabili nel tempo a seconda delle sorgenti presenti nell'edificio, della ventilazione e delle abitudini degli occupanti. Le principali fonti di inquinamento sono legate all'uomo e alle sue attività, i materiali da costruzione gli arredi, i sistemi di trattamento dell'aria. Uno dei fattori più importanti è sicuramente il fumo di tabacco, oltre ai processi di combustione di petrolio, gas, cherosene, carbone e legno. Altre possibili fonti di inquinamento sono i prodotti per la pulizia e la manutenzione della casa, i prodotti antiparassitari e l'uso di colle, adesivi, solventi etc. Può determinare una emissione importante di sostanze inquinanti l'utilizzo di strumenti di lavoro quali stampanti, plotter e fotocopiatrici. Un'altra im-

---

<sup>7</sup> Wienke U., *Manuale di Bioedilizia*, Roma, 2000.

Prodotti	$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$	Prodotti	$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$
<b>MATERIALI PRIMARI</b>		<b>PRODOTTI PER LA POSA</b>	
-Geri di cemento	< 5	-Colla per tappezzerie (dopo 24 ore)	270.000
-Cartongesso	30	-Adesivo per moquette (dopo 24 ore)	100.000
-Poliuretolo espanso maruo	200	-Sigillante silicico (dopo 10 ore)	13.000
<b>PAVIMENTI</b>		<b>FINTURE</b>	
-Moquette posata (dopo 1 ora)	400	-Pittura acrilica	430
-Pavimento vinilico posato (dopo 1h)	22.000	-Vernice poliuretanica per legno	9.000
-Linooleum posato	600	-Vernice per pavimenti	4.700
-Legno di pino non trattato, in opera	215	-Tappezzeria vinilica	100
<b>ARREDI</b>		<b>PRODOTTI PER L'IGIENE</b>	
-Partizioni con HCHO (a 48 ore)	37	-Detergente/disinfettante per pavimenti	35.000
-Poltrona da ufficio	1.060	-Lucidante per mobili	27.000
-Pannello truciolare con elevata conc. di formaldeide.	2.000	-Insetticida	14.000,000

Rilevazioni effettuate da diversi ricercatori e riportate da H. Levin, 1992.

**Fig. 3.5** – Emissioni di VOC da prodotti edilizi, per l'arredo e la pulizia. (da Ministero della Sanità, Dipartimento della prevenzione, *La tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati*, 2000).

portante fonte di inquinamento indoor è costituita dai i materiali utilizzati per la costruzione, la manutenzione e l'arredamento (es. mobili fabbricati con legno truciolare o trattati con antiparassitari, moquettes, rivestimenti). Il malfunzionamento del sistema di ventilazione o una errata collocazione delle prese d'aria in prossimità di aree ad elevato inquinamento possono determinare un insufficiente ricambio d'aria o un'importante penetrazione dall'esterno di inquinanti. I sistemi di condizionamento dell'aria possono inoltre diventare terreno di coltura per muffe e altri contaminanti biologici e distribuire tali agenti in tutto l'edificio.

Nelle *Linee Guida IAQ 2001*<sup>8</sup> sono state individuate tre categorie di inquinanti che possono essere presenti negli ambienti confinati non-industriali: inquinanti chimici, fisici e biologici. Tra questi saranno di seguito trattati in particolare gli inquinanti per i quali la fonte può essere principalmente individuata nei materiali edilizi.

### 3.4 - Inquinanti chimici

#### 3.4.1 - I Composti Organici Volatili (VOC)

I composti organici volatili costituiscono una classe, generalmente indicata con la sigla VOC, che comprende diversi elementi inquinanti appartenenti alla grande categoria dei composti contenenti carbonio<sup>9</sup>. I VOC vengono rilasciati dalla quasi totalità dei prodotti da costruzione, ma in misura maggiore dai prodotti di finitura e da quelli intermedi per la posa (adesivi, sigillanti); il più importante contributo alla concentrazione di VOC nell'aria interna è comunque dato dai prodotti per la pulizia, dai disinfettanti e dagli insetticidi; gli arredi ed alcune finiture (moquettes, rivestimenti) possono determinare emissioni che durano anche alcuni mesi, da ciò segue che elevate concentrazioni di VOC sono riscontrabili nei periodi immediatamente successivi alla posa dei vari materiali o alla installazione degli arredi. Gli effetti variano in funzione del tipo di VOC, tutti presentano però proprietà narcotiche e tossicità neurologica, epatica, renale. L'esposizione prolungata può avere gravi conseguenze come leucemie ed altre forme tumorali<sup>10</sup>.

La formaldeide (CH<sub>2</sub>O), un gas incolore e dall'odore acre e irritante, è il composto organico volatile più diffuso e noto; questa sostanza trova largo impiego nella produzione di resine sintetiche, colle, solventi, vernici, impregnanti, conservanti, disinfettanti, detersivi e tessuti. Tra le principali sorgenti ritroviamo numerosi materiali da costruzione, di finitura e di arredo quali i

<sup>8</sup> A tal proposito vedi: *Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati*, Accordo del 27/09/2001 tra il Ministro della salute, le regioni e le province autonome, Documento 601S27SE.000 emanato dalla Conferenza Permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome di Trento e Bolzano. Gazzetta Ufficiale Supplemento Ordinario n. 276 del 27/11/2001.

<sup>9</sup> Tra i VOC più comuni: idrocarburi clorurati, idrocarburi aromatici e policiclici, alcani, cicloalcani, aldeidi.

<sup>10</sup> Omodeo Salè S., *Il nuovo Verdeareo dell'architettura. Manuale tecnico-pratico del costruire sano e dei prodotti ecologicamente migliorativi per l'architettura, l'arredamento e la manutenzione*, Rimini, 2001.

pannelli di legno compositi, truciolari, carte, tessuti sintetici, moquettes, rivestimenti plastici, isolanti e schiume poliuretatiche; la formaldeide rientra anche in molti impregnanti del legno con funzione di biocida. Gli effetti sul breve periodo di esposizione a questo gas sono irritazione per le mucose delle vie respiratorie, disturbi della vista, nausea, eczemi. Alcuni studi hanno dimostrato come la presenza di formaldeide nell'aria indoor possa costituire un significativo rischio cancerogeno per i soggetti che trascorrono molto tempo negli ambienti confinati<sup>11</sup>.

Il benzene è anch'esso un VOC molto diffuso che, caratterizzato da un'elevata capacità di volatilizzazione, può comportare un'esposizione inalatoria di rilievo. Le sorgenti di maggior rilievo sono gli adesivi, materiali di costruzione e le vernici. L'emissione è funzione della temperatura e, in particolare nel caso di vernici e di altri materiali da costruzione, decresce con il tempo. Secondo il *Toxicological profile for formaldehyde* dell'ATSDR<sup>12</sup>, l'esposizione prolungata provoca un incremento della frequenza di sintomi respiratori cronici ed alcune forme di leucemia. Non a caso, il benzene si ritrova al sesto posto nella CERCLA List<sup>13</sup>, una lista aggiornata annualmente, in cui le sostanze diventano oggetto di un *Toxicological profile* preparato da ATSDR.

È molto più recente l'allarme per un particolare idrocarburo aromatico ottenuto da catrame di carbon fossile, il toluene (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>C<sub>7</sub>H<sub>3</sub>), usato come solvente, in particolare per pitture a spruzzo, come diluente nelle vernici, nelle lacche e negli adesivi. L'esposizione a livelli bassi può avere come effetto stanchezza, confusione, debolezza, perdita di memoria, nausea, e perdita di appetito. Questi sintomi di solito scompaiono quando termina l'esposizione. Tra i problemi dovuti all'esposizione a livelli elevati di toluene sono stati individuati danni ai reni, al sistema nervoso, al fegato, al cervello e al cuore. In più, recenti studi, sembrerebbero confermare il toluene quale inibitore della crescita nell'uomo<sup>14</sup>.

Anche il fumo di tabacco (*environmental tobacco smoke* o ETS) è inserito tra le VOC nelle *Linee Guida IAQ 2001*<sup>15</sup>.

<sup>11</sup> ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) - U.S. Department of Health and Human Services, *Toxicological profile for formaldehyde*, July 1999.

<sup>12</sup> Agency for Toxic Substances and Disease Registry.

<sup>13</sup> The Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA).

<sup>14</sup> ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) - U.S. Department of Health and Human Services, *Toxicological profile for toluene*, September 2000.

<sup>15</sup> Vedi *Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati*, op. cit.: "Il fumo di tabacco ambientale (*environmental tobacco smoke* o ETS) è una miscela complessa di 3800 composti chimici la cui fonte primaria è appunto il fumo di sigaretta. Il fumo presente nell'ambiente risulta costituito da una componente detta "mainstream smoke-MS" e da una detta "sidestream smoke-SS". Il mainstream è il fumo inalato dai fumatori, filtrato dai polmoni e quindi espirato. Il sidestream è invece l'aerosol derivato direttamente dalla combustione della sigaretta, tra un puff e l'altro; il sidestream è il più importante dei due, perchè rappresenta il principale costituente dell'aerosol e di circa la metà della porzione corpuscolata dell'ETS. Le principali sostanze tossiche del fumo liberate nell'ambiente sono: il monossido di carbonio(CO), gli idrocarburi aromatici policiclici (come il benzo(a)pirene), numerosi VOC, l'ammoniaca e le ammine



Gli antiparassitari utilizzati per trattamenti antimuffa del legno sono anch'essi inquinanti indoor molto diffusi. Una rilevante esposizione cronica ad antiparassitari, in particolare pentaclofeno, è stata documentata in soggetti che abitano ambienti ove vi è presenza di superfici di legno trattate, che rilasciano lentamente e per anni tali composti nell'aria ambientale. Ma il problema dei biocidi, come sarà chiarito nei capitoli successivi, non riguarda solamente l'edilizia contemporanea, ma anche gli edifici realizzati tra Ottocento e Novecento; in questo periodo era, ad esempio, molto utilizzato il creosoto, termine che anche oggi fa riferimento sia alla sostanza estratta per distillazione secca dal legno di faggio, che a quella ricavata per distillazione frazionata del catrame. È proprio nei confronti di quest'ultimo prodotto che si sono indirizzati gli studi atti a verificarne la nocività. A partire dalla metà del XIX secolo, contro la diffusione del fungo della casa, il *merulius lacrymans*, si procedeva non solo all'impregnazione delle parti lignee dell'edificio, ma anche delle murature. Il creosoto, utilizzato attualmente soprattutto come biocida per il legno, ma anche come repulsivo per gli uccelli, nel 2002 è stato dichiarato cancerogeno dall'Agenzia Internazionale per Ricerca su Cancro (IARC)<sup>16</sup>.

Tra gli inquinanti chimici sono anche classificati l'ossido d'azoto (NO<sub>2</sub>), l'ossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) ed il monossido di carbonio (CO); queste sostanze sono associate principalmente ai processi di combustione negli impianti di riscaldamento, con radiatori a cherosene o con stufe e radiatori a gas privi di scarico, nelle cucine e nelle caldaie a gas. Per i primi due agenti chimici sembrerebbero provocare l'abbassamento della soglia di sensibilizzazione a vari allergeni e l'incremento della frequenza di sintomi respiratori cronici; gli effetti dell'intossicazione da monossido di carbonio sono, come ben noto, letali per le alte concentrazioni, mentre tutt'oggi si discute sugli effetti conseguenti ad intossicazione cronica da CO<sup>17</sup>.

La combustione in ambiente indoor è causa anche di un altro tipo di inquinante, quello che viene definito "particolato aerodisperso" la cui composizione varia in base al tipo di combustibile e alle condizioni in cui avviene la combustione.

---

volatili, l'acido cianidrico e gli alcaloidi del tabacco. Nel fumo di sigaretta si trova anche una frazione particolata, costituita da sostanze presenti in fase solida, tra le quali il catrame e diversi composti poliaromatici. Circa 300-400 dei 3800 composti presenti nel fumo, sono stati isolati nel sidestream; tra questi alcuni riconosciuti cancerogeni sono presenti in concentrazioni superiori rispetto al mainstream (N-nitrosoammine concentrate nel sidestream da 6 a 100 volte di più rispetto al mainstream)".

<sup>16</sup> ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) - U.S. Department of Health and Human Services, *Toxicological profile for wood creosote, coal tar creosote, coal tar, coal tar pitch, and coal tar pitch volatiles*, September 2002.

<sup>17</sup> "Particolarmente sensibili all'azione dell'ossido di carbonio sono gli anziani, le persone con affezioni dell'apparato cardiovascolare e respiratorio, la donna gravida, il feto, il neonato e i bambini in genere. [...] In alcuni soggetti esposti per lungo tempo all'assorbimento di piccole quantità del tossico, è stata descritta una sintomatologia caratterizzata da astenia, cefalea, vertigini, nevriti, sindromi parkinsoniane ed epilettiche, aritmie, crisi anginose". Vedi *Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati*, op. cit..



L'ozono (O<sub>3</sub>), generalmente associato all'inquinamento outdoor, può anche essere prodotto all'interno degli ambienti; tra le principali fonti sono presenti gli strumenti elettrici ad alto voltaggio, quali motori elettrici, stampanti laser e fax, gli apparecchi che producono raggi ultravioletti, i filtri elettronici per pulire l'aria non correttamente installati o senza adeguata manutenzione. Esposizioni prolungate possono causare un aumento di infezioni batteriche delle vie respiratorie, alterazioni del tessuto polmonare e disturbi al sistema nervoso centrale<sup>18</sup>.

### **3.4.2 - Il piombo**

Tra le diverse forme di avvelenamento da metalli, quella dovuta al piombo è sempre stata la più comune e la più grave, in particolare in relazione ad alcuni materiali utilizzati in edilizia. Il saturnismo, da sempre conosciuto ed indicato con il nome di *colica del pittore*, proprio perché legato all'uso di alcuni colori, in particolare del bianco di piombo, era considerato una malattia professionale tipica *dei fonditori di metalli, impiombatori, ottonai, saldatori, tipografi, litografi, stagnatori, smaltatori, fabbricanti di lime di biacca, di minio, di terre cotte, i pulitori di specchi, e gli smaltatori di ferro*<sup>19</sup>.

Alla fine dell'Ottocento, il problema dell'avvelenamento da piombo in Inghilterra era considerato a tal punto grave che, nel 1887, la *Corporazione dei piombatori* istituì un corso d'insegnamento speciale che prevedeva un esame sulle norme riguardanti l'educazione tecnica sanitaria dell'operaio piombatore; anche in Francia la *Camera Sindacale* organizzava corsi di questo tipo; l'Italia invece risultava ancora molto indietro sia dal punto di vista normativo che nella campagna di informazione.

Le drammatiche conseguenze del saturnismo, che riguardano soprattutto il sistema nervoso con paralisi e progressiva demenza, e le modalità di assorbimento del piombo, prevalentemente attraverso la respirazione, l'ingestione e l'assorbimento per via cutanea in particolar modo per contatto umido continuato con il metallo o con i suoi sali, erano noti già nei primi anni del '900<sup>20</sup>.

Anche se attualmente le restrittive norme di igiene del lavoro hanno notevolmente ridotto l'incidenza del saturnismo come malattia professionale, l'avvelenamento da piombo costituisce

---

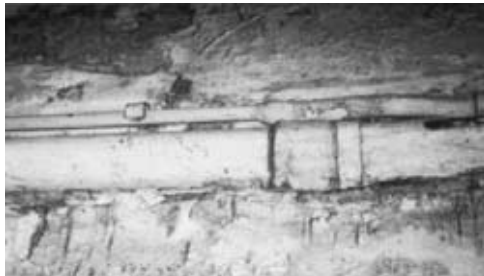
<sup>18</sup> *Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati*, op. cit..

<sup>19</sup> Giglioli R., *Le malattie del lavoro*, 1901.

<sup>20</sup> Riferendo i dati dell'Associazione Medica Inglese il dottor Enrico D'Anna sottolineava che il piombo era di gran lunga la principale causa di avvelenamento. Sui casi presi in esame 3588 erano dovuti a piombo, 32 a fosforo, 22 ad arsenico, 19 a mercurio. In D'Anna E., *Patologia dei lavoratori*, Milano, 1901.



Fig. 3.6, 7, 8, 9 – Tra le principali fonti di inquinamento da piombo nell'edilizia storica, la biacca rappresenta il prodotto più diffuso. Era utilizzata come base di molte pitture per pareti, come protettivo per elementi lignei come travi (sopra) ed infissi. I tubi in piombo costituiscono una fonte di contaminazione per l'acqua (sotto).



tutt'oggi un reale pericolo, non tanto per gli operatori quanto per i fruitori, proprio per l'uso che se ne è fatto per le pitture in edilizia<sup>21</sup>.

Bisogna inoltre aggiungere che in Italia, anche se la Legge n. 706 del 19/7/1961 poneva delle restrizioni quantitative sull'uso dei carbonati e dei solfati di piombo per la produzione del *bianco di piombo*, solo dal 1986 è stato del tutto bandito dalle pitture murali.

In Francia, l'intossicazione da piombo dovuta alle pitture nell'edilizia storica è divenuta, dopo il 1980, un preoccupante problema di sanità pubblica, ancora più grave se si pensa che riguarda soprattutto i bambini, nei quali l'ingestione può causare anche il saturnismo<sup>22</sup>.

Il piombo è un metallo molto diffuso in ambiente urbano, si constata infatti una "impregnazione di fondo" nella popolazione alla quale si aggiunge un'esposizione "domestica" dovuta principalmente a due fattori: l'acqua di distribuzione che, quando è aggressiva, contiene del piombo proveniente dalle condotte, dalle saldature e da altri accessori della rete idrica, ed i veleni provenienti dalle pitture al piombo degradate. In entrambi i casi, la via per l'intossicazione umana è l'ingestione. L'intossicazione può provocare anemie, danni al sistema nervoso, effetti sul sistema cardio-circolatorio; a concentrazioni più basse possono comunque provocare effetti irreversibili sullo sviluppo neuro-comportamentale del bambino<sup>23</sup>.

Come detto le intossicazioni provocate dalle pitture sono, in molti casi, dovuti al piombo contenuto nel *bianco di piombo*, detto anche *bianco di cerussa* o *biacca*<sup>24</sup>, utilizzato nel XIX secolo e, malgrado le leggi emanate in molti Paesi, durante buona parte del XX secolo per la preparazione della superficie prima dell'applicazione della pittura. In tal modo, i rischi di saturnismo ai quali erano esposti gli operai delle industrie di produzione della *cerussa* e gli imbianchini riemergono decine di anni più tardi poiché sono conseguenza del degrado nei vecchi immobili delle superfici dipinte. Per avere un'idea dell'incidenza del fenomeno, nel 1998 sono state eseguite in Francia delle campagne di misurazione su edifici antecedenti al 1949, i risultati dimostrano

<sup>21</sup> Già nel 1908 il Municipio di Torino, per prevenire il saturnismo nei verniciatori, vietò la presenza del piombo nelle vernici nei propri appalti. Vedi Rondani V., *La profilassi del saturnismo nelle industrie poligrafiche*, in "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna", n. 12, Torino 1914.

<sup>22</sup> Vedi *Cahier du CSTB*, Avril 1998.

<sup>23</sup> ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) - U.S. Department of Health and Human Services, *Toxicological profile for lead*, July 1999.

<sup>24</sup> La biacca è un pigmento di origine inorganica, minerale e sintetica, è un carbonato basico di piombo, uno dei bianchi più usati fin dall'antichità, conosciuto fino dal IV secolo a.C., fu utilizzato dai greci e dai romani e dal rinascimento ad oggi. Rispetto al bianco di zinco è più resistente ed ha un alto potere coprente, raggiunge una durezza superiore a tutti gli altri bianchi. È solubile in acido nitrico e sciogliendosi da luogo a efflorescenza, in più risulta insolubile in acqua. Si altera e annerisce se mescolato con solfuri come vermiglione e cadmi. Calcinandolo diventa prima *giallo massicot* e quindi *rosso litargirio*. Trova ancora ottimo impiego nella tecnica ad olio, anche per la sua qualità di rapida essiccazione, può essere utilizzato pure nella tempera e nell'encausto.

Sinonimi: *Biacca*, *Bianco di Kremser*, *Bianco di Genova*, *Bianco di Londra*, *Bianco Inglese*, *Bianco di Venezia*, *Bianco di Kremniz*, *Bianco Olandese*, *Bianco di Amburgo*, *Bianco di Nottingham*, *Bianco d'Argento*, *Cerussa*, *Cerussite*.

che il 59% degli spazi comuni ed il 35% degli appartamenti presentano pitture a base di piombo. L'intossicazione dei bambini di età inferiore ai tre anni, la popolazione più esposta, è risultata dovuta non solo alle parti di pellicola che i bambini grattano dalla parete, ma anche dal disfacimento e polverizzazione del piombo contenuto nelle scaglie di pittura e nella polvere provenienti dai muri e dai soffitti. Pertanto il lavoro di bonifica deve interessare non solo le zone accessibili ai bambini, ma tutte le superfici che possono essere state ricoperte da pitture al piombo, i muri, le porte, le finestre ecc..

La diagnosi della presenza di piombo nei rivestimenti può essere effettuata per mezzo di semplici bastoncini reagenti alla presenza del piombo, metodo che non fornisce informazioni sulla concentrazione, con l'ausilio di un apparecchio portatile a fluorescenza X che fornisce risultati immediati (espressi in  $\text{mg}/\text{cm}^2$ ) e permette di eseguire un numero illimitato di misurazioni, ed infine si può operare attraverso il prelievo di campioni da analizzare in laboratorio.

Tutt'oggi si stanno sperimentando tecniche per la bonifica degli edifici storici dalle pitture a base di biacca; la ricerca si è fondamentalmente indirizzata verso i cosiddetti "metodi palliativi" e verso i metodi definitivi. Attraverso i primi si elimina il rischio evitando l'accessibilità della superficie, risolvono però il problema localmente e non danno garanzie di durata. I metodi definitivi asportano la pellicola eliminando così la fonte di intossicazione, queste soluzioni sono giudicate più idonee nell'ottica di una riabilitazione edilizia di più ampio respiro.

### 3.4.3 - Le fibre minerali sintetiche (MMMF)

In Italia, con la legge 257 del 22/3/1992, l'amianto non può essere più estratto né utilizzato per produrre manufatti. La riconosciuta pericolosità dell'amianto per la salute ha stimolato negli ultimi anni la ricerca, e di conseguenza la produzione, di altri materiali fibrosi artificiali, le cosiddette fibre minerali sintetiche (MMMF), in grado di sostituire vantaggiosamente l'asbesto nelle sue eccellenti proprietà tecniche.

Le MMMF sono fibre minerali prodotte artificialmente, tra queste le fibre vetrose (lana di vetro e di roccia), fibre ceramiche e fibre di carbonio. I diversi tipi di materiali fibrosi naturali ed artificiali sono suddivisi in fibre artificiali minerali (man made mineral fibers, MMMF) e in fibre artificiali organiche (man made organic fibers, MMOF). Le MMMF comprendono a loro volta diversi tipi di materiali fibrosi, tra cui in particolare le fibre vetrose artificiali (man made vitreous fibers, MMVF) e le fibre ceramiche<sup>25</sup>.

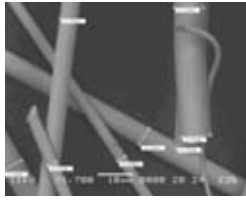
Le fibre minerali artificiali vetrose (MMVF), vengono prodotte partendo da materiali come vetro, rocce naturali o altri minerali. Esse vengono classificate facendo riferimento ai materiali di



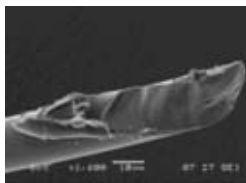
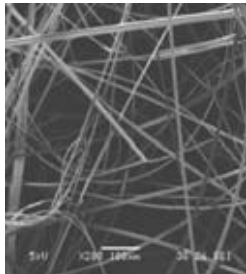
Fig. 3.10, 11 – I sistemi di diagnosi per individuare la presenza ed il contenuto di piombo nelle pitture. L'apparecchio a fluorescenza X (sopra), i bastoncini reagenti (a destra).



<sup>25</sup> Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati, op. cit..



**Fig. 3.12, 13, 14** – Visione al microscopio di fibre ceramiche refrattarie (sopra) e fibre di vetro (sotto). Nelle fibre di vetro è evidente la classica frattura vetrosa senza la formazione di fibrille, che caratterizzano invece le fibre naturali come l'amianto. (da CSTB magazine, n. 123, 1999).



partenza, pertanto, la lana di scoria, la lana di roccia e la lana di vetro o i filati di vetro sono prodotti rispettivamente da loppe, rocce naturali o vetro.

Mentre le fibre naturali hanno una struttura cristallina, le fibre minerali artificiali sono costituite da silicati amorfi.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha classificato nel 1988 la lana di vetro, la lana di roccia, la lana di scoria e le fibre ceramiche, secondo i criteri stabiliti dalla International Agency for Research on Cancer (IARC) di Lione<sup>26</sup>; come "possibili cancerogeni per l'uomo" (gruppo 2B).

#### 3.4.4 - Le fibre di vetro

Tra le fibre minerali artificiali, quelle di vetro sono senza dubbio tra le più diffuse essendo largamente impiegate soprattutto nel settore dell'edilizia per la coibentazione termica, l'isolamento acustico e per gli impianti di aerazione<sup>27</sup>.

Le fibre di vetro si differenziano dalle fibre minerali naturali, in particolare dall'asbesto, per il fatto di non potersi separare longitudinalmente, proprio perché non hanno struttura cristallina, in fibrille di diametro più piccolo; possono invece spezzarsi trasversalmente producendo frammenti più corti. Di conseguenza i diametri delle fibre a cui possono essere esposti lavoratori ed utilizzatori dipende solo dalla distribuzione dimensionale dei diametri nel manufatto originale, mentre le lunghezze sono influenzate dal tipo di interventi meccanici cui viene sottoposto il manufatto.

Per ridurre lo spolverio e per migliorarne la manipolazione, le fibre di vetro sono spesso apprettate con olio minerale; per lo stesso motivo le fibre vengono poste in opera con rivestimenti protettivi quali ad esempio: veli di vetro colorati o films in PVC per controsoffitti, veli di vetro per rivestimento interno di canali, lastre di cartongesso per contropareti, sacchetti in polietilene o similari per manufatti destinati ad essere usati su doghe forate o direttamente appesi in ambiente (baffles).

Riguardo le problematiche legate all'inquinamento degli ambienti interni, queste sono da mettere in relazione alla sempre più diffusa applicazione che le fibre di vetro hanno negli isolamenti e negli impianti di aerazione.

L'esposizione può avvenire per inalazione di piccoli spezzoni di fibre sotto forma di polvere dispersa in atmosfera o per contatto della pelle con il prodotto. Questi piccoli spezzoni, si tratta di frammenti di lana di vetro e di particelle che per il loro rapporto lunghezza/diametro  $> 3$  rientrano nel campo delle fibre, si liberano prevalentemente in occasione del taglio dei pannelli o

<sup>26</sup> Monografia IARC n. 43 del 1988.

<sup>27</sup> Per le applicazioni nei settori dell'edilizia e dell'industria viene prodotta e messa sul mercato la seguente gamma di manufatti: Manufatti resinati. Feltri. Pannelli leggeri. Pannelli pesanti. Coppelle. Stampati. Manufatti non resinati (per tubazioni ed apparecchi ad alta temperatura). Feltri trapuntati su supporti vari. Lana sciolta. Fibre nodulate. In particolare il materiale che l'industria propone per le applicazioni si trova sotto una delle seguenti forme

dei feltri e possono essere emessi sia durante il taglio, sia in occasione di movimenti del materiale.

L'inquinamento "indoor" da fibre di vetro può essere dovuto all'impiego di materiali coibentanti nelle canalizzanti di conduzione di aria condizionata, ma anche alla presenza di lana non imbustata nei controsoffitti.

Nel 1991, il Ministero Sanità ha emanato una Circolare, la n. 23 del 25 novembre 1991, che affronta il tema "Usi delle fibre di vetro isolanti - Problematiche igienico-sanitarie - Istruzioni per il corretto impiego"<sup>28</sup>. Tale documento rappresenta lo strumento di riferimento per il corretto utilizzo delle fibre di vetro sotto il profilo igienico-sanitario ed ambientale sia per gli operatori del settore che per le pubbliche autorità chiamate ad esercitare azioni di controllo e di vigilanza nella materia di che trattasi. Si affronta inoltre il problema se tali fibre possano comportare un rischio per la salute umana paragonabile a quello posto dalle fibre di amianto.

Il potere vulnerante delle fibre dipende dalle loro dimensioni, più queste ultime si riducono più profonda è la penetrazione all'interno degli alveoli polmonari.

Proprio allo scopo di fare chiarezza su tale delicato aspetto questo Ministero ha innanzitutto richiesto uno specifico parere da parte della *Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale* (CCTN) la quale, dopo attento esame della problematica, ha espresso il proprio avviso nel luglio 1990 (tale parere è stato riconfermato nel luglio 1991).

Riguardo la valutazione igienico-sanitaria ed ambientale delle fibre di vetro, la Commissione italiana ha ritenuto di non inserire le fibre di vetro e la lana di vetro, la lana di roccia, la lana di scoria e le fibre ceramiche nella lista dei cancerogeni, in quanto le evidenze epidemiologiche disponibili attualmente ed il tipo ed il risultato degli esperimenti sugli animali non permettono di concludere che "esiste una convincente evidenza di cancerogenicità" che è la condizione imprescindibile per l'inserimento nella succitata lista.

L'attuale assetto normativo in tema di tutela nella salute non fa alcuna menzione specifica al problema delle fibre di vetro.

In attesa di un processo di normalizzazione del settore, si potrà fare riferimento, secondo quanto suggerito dalla citata Circolare n. 23 del 25 novembre 1991, ai suggerimenti tecnici che individuano alcune errate installazioni e ne propongono alcune alternative: la lana di vetro, o il materiale fibroso in generale, non deve disporsi sopra controsoffittature forate per evitare che le fibre cadano attraverso i fori. La soluzione consiste nell'adottare speciali rivestimenti in polietilene o con velo costituito da speciali fibre di vetro legate con resine; nel caso di materiale fibroso "nudo" all'interno di canalizzazioni percorse dall'aria degli impianti di condizionamento, le fibre

---

<sup>28</sup> Ministero Sanità, Circolare n. 23 del 25 novembre 1991, "Usi delle fibre di vetro isolanti - Problematiche igienico-sanitarie - Istruzioni per il corretto impiego, G.U. n. 298 del 20 dicembre 1991.

vengono staccate e portate in ambiente. La soluzione corretta consiste ancora nell'adottare speciali manufatti rivestiti con velo di fibre di vetro legate o con altri sistemi di confinamento.

### 3.4.5 - Le fibre naturali: l'amianto



Fig. 3.15 – Miniera di amianto a Balangero (TO).

#### La "lana della salamandra"

In greco la parola *amianto* significa immacolato e incorruttibile e *asbesto*, che di fatto è equiparato all'amianto, significa perpetuo e inestinguibile. Dall'antichità fino all'epoca moderna, l'amianto è stato usato anche per scopi magici e rituali. Una credenza popolare sosteneva, a sottolineare le caratteristiche di incombustibilità, che l'amianto fosse la "lana della salamandra", l'animale che poteva sfidare il fuoco. Risale invece al '600 la ricetta del medico naturalista Boezio che dimostra l'uso dell'amianto nelle medicine dell'epoca, ma l'amianto è rimasto presente nei farmaci addirittura sino agli anni '60 del XX secolo per due tipi di preparati: una polvere contro la sudorazione, ed una pasta dentaria per le otturazioni<sup>29</sup>.

La prima utilizzazione dell'amianto da parte dell'industria risale agli ultimi decenni dell'800. I disastrosi incendi verificatisi nella seconda metà dell'Ottocento avevano dato notevole impulso alla ricerca e alla sperimentazione di materiali ignifughi. Paradossalmente il progresso tecnologico ed il diffondersi dei combustibili liquidi e dei gas avevano fatto aumentare in questo periodo il rischio di incendi, ma i mezzi per contrastarli erano rimasti abbastanza arretrati; così l'incremento delle misure preventive risultava spesso inferiore a quello delle cause d'incendio.

Basti pensare che proprio in Paesi tecnologicamente più sviluppati, come gli Stati Uniti, si ebbero gli incendi dalle conseguenze più devastanti (Chicago 1871, Boston 1872, Ottawa 1900, Baltimora 1904).

La ricerca di nuovi materiali e di nuove soluzioni costruttive era inoltre supportata dal fatto che anche la muratura massiccia in pietra naturale si era dimostrata in alcuni casi inefficace; gli incendi di Strasburgo del 1870 e di Parigi del 1871 avevano dimostrato come in realtà non si potesse fare completo affidamento sulle murature in pietre calcaree che, sottoposte ad elevate temperature si disgregavano riducendo la sezione muraria.

Tra i materiali ignifughi che suscitarono notevole interesse, l'amianto fu quello che ebbe maggiore diffusione grazie all'economicità ed alle caratteristiche di resistenza, durata, leggerezza, imputrescibilità. Queste caratteristiche contribuirono paradossalmente a rendere l'amianto un materiale particolarmente apprezzato per le qualità igienico-salubri<sup>30</sup>.

<sup>29</sup> Carnevale F., Chellini E., *Amianto. Miracoli, virtù, vizi*, Firenze, 1992.

<sup>30</sup> De Graffigny H., *La science à la maison*, Paris, 1927.

Proprio per queste caratteristiche igieniche, i prodotti a base di amianto venivano raccomandati per scuole, uffici pubblici e addirittura per ospedali; tali considerazioni giustificano l'allarme e danno un'idea delle dimensioni che oggi ha assunto il problema amianto. Una permanenza così lunga sul mercato di prodotti che ne contengono le fibre fa inoltre comprendere quanto sia attuale, diffusa e complessa la necessità di interventi di bonifica.

L'amianto, oltre che nella composizione del fibro-cemento, per la realizzazione di lastre più o meno sottili, venne utilizzato sotto molteplici forme: come aggregato negli intonaci interni per migliorare la coibenza termica e l'isolamento acustico, nelle mattonelle in conglomerato cementizio, come componente del linoleum, in pannelli, in cartoni, in tessuti, per "fare massa" nelle vernici, caso particolarmente insidioso perché le fibre venivano facilmente disperse in aria con l'invecchiamento. Tra le altre applicazioni, venivano utilizzati fogli amianto per rivestire le strutture metalliche a vista e gli infissi in legno. Per migliorare le proprietà di coibenza termica, gli infissi interni potevano essere realizzati anche con specchiature tamburate, al cui interno erano inserite lastre di cartone-amianto (Fig. 3.16).

Nel 1929, tra i prodotti a base di amianto troviamo: *Eternit, Stabilite, Asbestil, Fibrocemento, Isolite, Prismalite, Salonit, Martinite, Coronite, Zenit*<sup>31</sup>.

I teatri, tipologia da sempre soggetta a continui adeguamenti alle normative antincendio, si sono rivelati oggi particolarmente a rischio per la presenza di amianto non solo in forma di pannelli, ma anche nelle pitture, nei vecchi sipari, e nell'apparato decorativo. A tal proposito, nel 1877 venne istituita in Francia dal *Préfet de Police* una Commissione con la finalità di ricercare e perfezionare i mezzi di prevenzione degli incendi nei teatri, ed in particolare per rendere incombustibili le decorazioni. Particolare attenzione fu posta nella scelta dei materiali che dovevano costituire le finiture ed i decori. Su quest'ultimo argomento venne presentato alla Commissione uno studio dell'architetto M. Imbs<sup>32</sup>, membro della *Société d'Encouragement*, sui tessuti ininfiammabili. Tra gli altri egli ricordava quelli di amianto che erano già stati proposti addirittura già nel 1829, ma che non avevano trovato applicazione su vasta scala a causa del costo elevato della materia prima.

La prima applicazione in cui i pannelli in cemento-amianto vennero utilizzati su vasta scala furono gli ospedali militari temporanei che vennero prodotti durante il primo conflitto mondiale. Questo materiale rispondeva infatti in modo adeguato all'istanza di facilità di montaggio e smontaggio, leggerezza, economia ed igiene.

Il dibattito sugli ospedali in baracche era sempre stato vivace, tanto che già nel 1862 si consideravano le baracche i veri ospedali del futuro<sup>33</sup>. Le baracche realizzate con pannelli in ce-

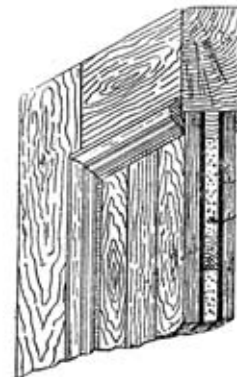


Fig. 3.16 – Fogli di cartone amianto inseriti nelle svecchiate tamburate di infissi. (da Spataro)



Fig. 3.17 – Chalet con elementi di tamponamento in fibrocemento. (da Graffigny).

<sup>31</sup> Villavecchia V., *Dizionario di Merceologia e di Chimica applicata*, Milano, 1929.

<sup>32</sup> In "Revue générale de l'architecture et des Travaux publics", col. 89, 1877.

<sup>33</sup> Levy H., *Sur la salubrité des hôpitaux en temps de paix et en temps de guerre*, Paris, 1862.



Fig. 3.18 a, b. – Padiglione smontabile per ospedale.

Fig. 3.18 – Padiglione smontabile per ospedale da guerra (da Donghi).

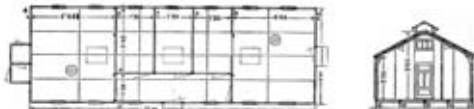


Fig. 3.19 – Baracche da campo tipo Schönthaler da guerra (da Donghi).

mento-amianto, infatti, essendo di impianto facile, rapido ed economico tornavano utili per le epidemie; in questo caso i costi ridotti rendevano conveniente anche la distruzione delle strutture quando alla fine dell'emergenza non si ritenevano sufficienti i comuni mezzi di disinfezione. Le baracche erano costituite da un'ossatura in legno o in ferro con pareti semplici o doppie in legno, cemento o lastre di *Eternit* (Fig 3.18). Queste lastre con spessori ridotti (4-20 mm) potevano essere segate e chiodate come le tavole in legno, risultavano più resistenti al fuoco ed agli urti rispetto a quelle di cemento o gesso, e molto più elastiche, leggere e meno fragili dell'ardesia che spesso sostituivano nelle coperture.

I pannelli in amianto erano inoltre molto più resistenti alle intemperie di altri materiali con componenti organici, come le tavole di magnesite, *xiolite*, *litosilo* (impasto di magnesite e segatura di legno sottoposto a forte pressione), che in genere erano utilizzate per le pavimentazioni.

Le lastre di amianto consentivano di realizzare pareti doppie estremamente leggere e coibenti, ciò consentiva di ventilare gli ambienti attraverso l'intercapedine in modo da garantire la salubrità dell'aria interna e temperature confortevoli in queste strutture particolarmente soggette agli sbalzi termici<sup>34</sup>. Tra i tipi di baracche che ebbero notevole diffusione ricordiamo i tipi *Döcker* e *Schönthaler* (Fig 3.19).

Nella prima metà del Novecento, le lastre in cemento-amianto si diffusero anche come finiture decorative, che, secondo il gusto dell'epoca, imitavano marmi, legni ed altri materiali pregiati: tra le lastre per il rivestimento di pareti e soffitti, intorno al 1913, venivano prodotte dalla Ditta *Saces*<sup>35</sup> di Alessandria delle lastre formate da *fogli di pietra artificiale Eternit* smaltate e decorate. Lo smalto utilizzato era a base di polvere di marmo e silicato di soda, l'aspetto finale era quindi molto simile al marmo lucido, l'effetto marmorizzato poteva esser ottenuto con la stampa a rullo con inchiostri a base di gomma e glicerina. Le lastre risultavano perfettamente impermeabili all'acqua, ignifughe, resistenti ai più comuni disinfettanti, elevata durezza superficiale, potevano inoltre essere segate e forate facilmente.

Grande clamore ebbe nel 1903, in seguito ad un incendio che aveva causato 83 morti, la sostituzione nella Metropolitana di Parigi di materiali incombustibili o che producevano scintille, con manufatti contenenti amianto, compresi i freni delle carrozze. Lo stesso avvenne nella metropolitana di Londra e poi, nel 1932, per la coibentazione del transatlantico *Queen Mary*. Questi eventi furono molto reclamizzati tanto da indurre una eccessiva fiducia nei confronti dell'amianto fino a favorirne una massiccia diffusione in scuole, ospedali, palestre, cinema oltre che in tutti i

<sup>34</sup> La ventilazione era garantita mediante lanterne apribili, inoltre il pavimento sopraelevato dal suolo di almeno 25 cm lasciava libero il vano sottostante consentendo all'aria di fluire liberamente.

<sup>35</sup> Carena A., *La smaltatura e la decorazione della pietra artificiale Eternit. Lo stabilimento della società Saces in Alessandria*, in "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna", n. 11, Torino 1913.



settori industriali. In Italia, nella seconda metà degli anni '50, si coibentarono con l'amianto le carrozze ferroviarie, fino ad allora isolate con sughero.

**“ ETERNIT ”**

**PIETRA ARTIFICIALE – SOC. AN.**  
CAPITALE SOCIALE L. 25.000.000 INTER. VERS.  
PIAZZA CORRIDONI N. 9-17 - TEL. 22-668 - 25-968 - 28-968  
**GENOVA**

**L'“ ETERNIT ” NELLA CASA**

1 - FUMAIOLI	6 - TUBI DI SCARICO GRANDE
2 - COPERTURA	7 - CAPPE PER CAMINI
3 - RECIPIENTI PER ACQUA	8 - MARMI ARTIFICIALI
4 - ESALATORI	9 - CANNE FUMARIE
5 - CANALI PER GRONDAIA	10 - TUBI FOGNATURA

LASTRE PER RIVESTIMENTI E SOFFIATURE - CELLE FRIGORIFERE

**Tubi per condotte forzate, per Gas, ecc.**



**PRODOTTO BREVETTATO NAZIONALE  
NOME DEPOSITATO - PIU' ECONOMICO  
DEI SIMILARI PRODOTTI STRANIERI**

GRANDI LASTRE cm. 200 x 100 leggissime  
(1 metro cubo = 4 Kg. 200)

SPessori NORMALI w/m 12. 6. 4  
(oltre in richiesta)

**CEL·BES**

**LASTRE ISOLANTI  
PER EDILIZIA**

CORRENTI TERMICHE Q. = 0040  
CORRETRICI ACUSTICHE  
(vedi 2° fascio del n. 100 - 102)

TIPi:  
NORMALE, IMPERMEABILIZZATO, IGNIFUGATO  
TRI ACCORPATI  
CON ETERNIT - ALLUMINIO - BACKELITE ecc.

DEPOSITI RAPPRESENTANTI IN OGNI CITTÀ - ESPORTAZIONE  
TELEFONO N. 24.101 - **MILANO** - VIA BARRACCHINI, 10




Fig. 3.20, 21, 22, 23 – Alcuni dei prodotti a base di amianto disponibili in commercio nei primi decenni del '900. Oltre alla "pietra artificiale" Eternit, si producevano lastre di rivestimento per interni ed esterni ed elementi decorativi come i pannelli Acoustone (a sinistra). (da Griffini)

Bureaux à **BRUXELLES**  
Telephone 12.87.20

Usines à  
**SCHONRAEDE-SI-ESCAUT**  
**GHEBERGEN-SI-ESCAUT**  
**TRISSELT-LEZ-ANVERS**

**ASBESTILE**

TOUS Matériaux de Construction en ASBESTE CIMENT de marque "ASBESTILE"

**ARDOISES et FAITIÈRES  
PLAQUES PLANES ET ONDULÉES**  
FABRIQUES RÉUNIES DE FIBRO CIMENT S.A.

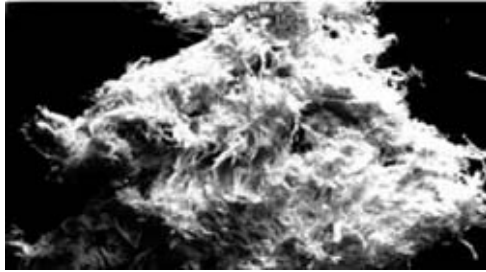


Fig. 3.24, 25 – Fibre di amianto allo stato naturale (sopra). Rivestimenti per pavimenti in vinil-amianto (sotto).



### I prodotti per l'edilizia contenenti amianto

L'amianto è un minerale naturale a struttura microcristallina e di aspetto fibroso appartenente alla classe chimica dei silicati<sup>36</sup> e alle serie mineralogiche del serpentino e degli anfiboli (silicati di calcio e magnesio).

La struttura fibrosa conferisce a questo materiale una notevole resistenza meccanica ed un'alta flessibilità; presenta un'ottima resistenza al fuoco ed al calore, all'azione di agenti chimici e biologici, all'abrasione ed all'usura (termica e meccanica); è facilmente filabile e può essere tessuto. È inoltre dotato di proprietà fonoassorbenti e termoisolanti.

La diffusione massiccia in campo edilizio è dovuta anche al fatto che l'amianto si lega facilmente con i materiali da costruzione (calce, gesso, cemento) e con alcuni polimeri (gomma, PVC).

In particolare, l'amianto è stato largamente utilizzato unitamente al cemento per la produzione di manufatti in "Cemento-Amianto" noti con il nome commerciale di *Eternit*, dalla omonima società produttrice con sedi a Casale Monferrato e Siracusa.

Fig. 3.26, 27, 28 – Rivestimento a spruzzo con malte a base di amianto per elementi in cemento armato, ferro e legno.



<sup>36</sup> Tra questi silicati, i più diffusi sono: la Crocidolite (amianto blu), l'Amosite (amianto bruno), l'Antofillite, l'Actinolite, la Tremolite, il Crisotilo (amianto bianco).

Nella tabella seguente sono riportati gli impieghi principali di questo materiale.

IMPIEGHI DELL'AMIANTO			
Industria	Edilizia	Prodotti di uso domestico	Mezzi di trasporto
materia prima per produrre innumerevoli manufatti ed oggetti	come materiale spruzzato per il rivestimento (ad es. di strutture metalliche, travature) per aumentare la resistenza al fuoco	in alcuni elettrodomestici (ad es. asciugacapelli, forni e stufe, ferri da stiro)	nei freni
isolante termico nei cicli industriali con alte temperature (es. centrali termiche e termoelettriche, industria chimica, siderurgica, vetraria, ceramica e laterizi, alimentare, distillerie, zuccherifici, fonderie)	nelle coperture sotto forma di lastre piane o ondulate, tubazioni e serbatoi, canne fumarie, ecc.. in cui l'amianto è stato inglobato nel cemento per formare il cemento-amianto (eternit)	nelle prese e guanti da forno e nei teli da stiro	nelle frizioni
isolante termico nei cicli industriali con basse temperature (es. impianti frigoriferi, impianti di condizionamento)	come elementi prefabbricati sia sottoforma di cemento-amianto (tubazioni per acquedotti, fognature, lastre e fogli) sia di amianto friabile	nei cartoni posti in genere a protezione degli impianti di riscaldamento come stufe, caldaie, termosifoni, tubi di evacuazione fumi	negli schermi para-fiamma
isolante termico e barriera antifiamma nelle condotte per impianti elettrici	nella preparazione e posa in opera diintonaci con impasti spruzzati e/o applicati a cazzuola		nelle guarnizioni
materiale fonoassorbente	nei pannelli per controsoffittature		nelle vernici e mastici "antirombo"
	nei pavimenti costituiti da vinyl-amianto in cui tale materiale è mescolato a polimeri		nella coibentazione di treni, navi e autobus
	come sottofondo di pavimenti in linoleum		

Nei manufatti, le fibre possono essere libere o debolmente legate: si parla in questi casi di *amianto in matrice friabile*; oppure, possono essere fortemente legate in una matrice stabile e solida (come il cemento-amianto o il vinyl-amianto): si parla in questo caso di *amianto in matrice compatta*.

Se la consistenza fibrosa dell'amianto è alla base delle sue ottime proprietà tecnologiche, essa rende il materiale potenzialmente rischioso per la salute umana essendo essa stessa cau-

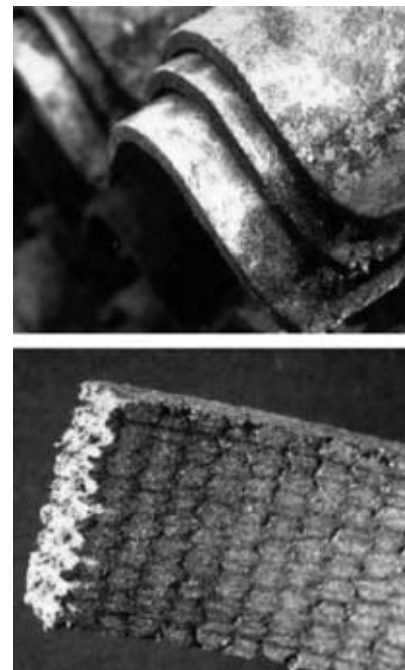


Fig. 3.29, 30 – Lastre ondulate in cemento amianto e ferodo.

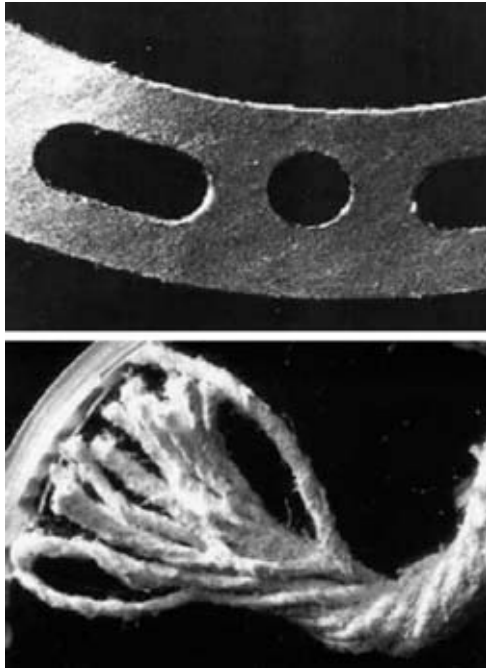


Fig. 3.31, 32 – Guarnizioni e corde in fibre di amianto.

sa di gravi patologie a carico prevalentemente dell'apparato respiratorio, in particolare, l'IARC<sup>37</sup> classifica l'amianto nel gruppo 1, cioè nel gruppo di sostanze per le quali vi è evidenza sufficiente di cancerogenicità nell'uomo<sup>38</sup>.

La pericolosità consiste, infatti, nelle fibre potenzialmente inalabili che vengono rilasciate e nell'estrema suddivisione cui tali fibre possono giungere.

Non sempre l'amianto, però, è pericoloso. Lo è certamente quando si trova nelle condizioni di disperdere le sue fibre nell'ambiente circostante per effetto di qualsiasi tipo di sollecitazione meccanica, eolica, da stress termico, dilavamento di acqua piovana.

Per tale ragione l'amianto in matrice friabile, il quale può essere ridotto in polvere con la semplice azione manuale, è considerato più pericoloso dell'amianto in matrice compatta che per sua natura ha una scarsa o scarsissima tendenza a liberare fibre.

Viene di seguito riportata la Tabella riguardante i *Principali tipi di materiali contenenti amianto e loro approssimativa potenziale di rilascio delle fibre*, inclusa nel Decreto del Ministero della Sanità, 6 settembre 1994: "Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto"<sup>39</sup>.

<sup>37</sup> International Agency for Research on Cancer, dell'Organizzazione Mondiale della Sanità.

<sup>38</sup> Vedi anche ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) - U.S. Department of Health and Human Services, *Toxicological profile for asbestos*, September 2001.

<sup>39</sup> A partire dalla seconda metà degli anni '80 la normativa italiana in tema di protezione dal rischio amianto si è notevolmente arricchita. Vengono qui citate le principali leggi, con riferimento al particolare tema trattato.

- Ordinanza Min. San. 26.06.86. Vieta, con alcune eccezioni, l'immissione sul mercato e l'uso della crocidolite.
- Circolare Min. San. 10.07.86 n. 45. "Piano di interventi e misure tecniche per l'individuazione del rischio connesso all'impiego di materiali contenenti amianto in edifici scolastici e ospedali pubblici e privati". La Circolare è stata per molti anni il testo fondamentale di riferimento per la definizione delle procedure di valutazione del rischio da amianto indoor e per le conseguenti azioni di bonifica, in quanto vengono specificate le misure di sicurezza necessarie per minimizzare l'esposizione dei lavoratori nei lavori di rimozione dell'amianto.
- Peraltro la Circolare non indica i pavimenti in VA come possibile fonte di inquinamento; infatti nell'esempio di scheda per l'accertamento dei materiali si indicano solo soffitti e pareti.
- DPR 24.05.88 n. 215. Vieta definitivamente l'immissione sul mercato e la commercializzazione della crocidolite.
- D.Lgs. 15.08.91 n. 277. È una legge fondamentale in tema di protezione dei lavoratori. Il Capo III è specificamente dedicato alle problematiche dell'amianto. Vengono stabiliti obblighi particolari in caso di superamento dei valori limite di esposizione; l'articolo 34 stabilisce l'obbligo di redazione del piano di lavoro per le attività di demolizione e rimozione dei materiali contenenti amianto. L'organo di vigilanza ha novanta giorni di tempo per rilasciare particolari prescrizioni sulle modalità di lavoro.
- Legge 27.03.92 n. 257. Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto. La legge, oltre a stabilire la messa al bando dell'amianto (l'ultima deroga è scaduta nell'aprile '94), prende in esame vari altri aspetti, quali la definizione dei rifiuti contenenti amianto, l'abbassamento del valore limite di esposizione, l'obbligo della relazione annuale delle ditte alle USL e alla Regione, ecc.
- D.M. 06.09.94 Min. San. Stabilisce le norme tecniche per la valutazione del rischio e i metodi di bonifica dall'amianto negli edifici. Negli allegati al Decreto sono descritti i metodi per le analisi dei campioni in massa e delle fibre aerodisperse. La legge è di importanza fondamentale sia per le imprese che effettuano le bonifiche che per gli organi di vigilanza,

Tipo di materiale	Note	Friabilità
Ricoprimenti a spruzzo e rivestimenti isolanti	Fino all'85% circa di amianto. Spesso Anfiboli (amosite, crocidolite), prevalentemente Amosite spruzzata su strutture portanti di acciaio o su altre superfici come isolanti termo-acustici	Elevata
Rivestimenti isolanti di tubazioni o caldaie	Per rivestimenti di tubazioni tutti i tipi di amianto, talvolta in miscela al 6-10% con silicati di calcio. In tele, feltri, imbottiture in genere al 100%	Elevato potenziale di rilascio di fibre se i rivestimenti non sono ricoperti con strato sigillante uniforme e intatto
Funi, corde e tessuti	In passato sono stati usati tutti i tipi di amianto. In seguito solo Crisotilo al 100%	Possibilità di rilascio di fibre quando grandi quantità di materiali vengono immagazzinati
Cartoni, carte e prodotti affini	Generalmente solo Crisotilo al 100%	Sciolti e maneggiati, carte e cartoni, non avendo una struttura molto compatta, sono soggetti a facili abrasioni ed a usure
Prodotti in amianto-cemento	Attualmente il 10-15% di amianto in genere Crisotilo. Crocidolite e Amosite si ritrovano in alcuni tipi di tubi e di lastre	Possono rilasciare fibre se abrasi, segati, perforati o spazzolati, oppure se deteriorati
Prodotti bituminosi, mattonelle di vinile con interpedini di carta di amianto, mattonelle e pavimenti vinilici, PVC e plastiche rinforzate ricoprimenti e vernici, mastici, sigillanti, stucchi adesivi contenenti amianto.	Dallo 0,5 al 2% per mastici, sigillanti, adesivi, al 10-25% per pavimenti e mattonelle vinilici.	Improbabile rilascio di fibre durante l'uso normale. Possibilità di rilascio di fibre se tagliati, abrasati o perforati.

Le tecniche di bonifica

Il D.M. 06.09.94 del Ministero della Sanità, che stabilisce le norme tecniche per la valutazione del rischio e i metodi di bonifica dall'amianto negli edifici, indica i seguenti sistemi di intervento:

**Rimozione:** elimina ogni potenziale fonte di esposizione ed ogni necessità di attuare specifiche cautele per le attività che si svolgono nell'edificio. Comporta un rischio estremamente elevato per i lavoratori addetti e produce notevoli quantitativi di rifiuti speciali che devono essere correttamente smaltiti. In genere richiede l'applicazione di un nuovo materiale, in sostituzione dell'amianto rimosso.

**Incapsulamento:** trattamento dell'amianto con prodotti penetranti o ricoprenti che (a seconda del tipo di prodotto usato) tendono ad inglobare le fibre di amianto, a ripristinare l'aderenza al supporto, a costituire una pellicola di protezione sulla superficie esposta. Non richiede la suc-



Fig. 3.33, 34 – L'amianto era utilizzato negli impianti tecnologici anche come isolante termico.

in quanto descrive in modo analitico le procedure di sicurezza che devono essere messe in atto per prevenire il rischio di esposizione degli addetti ai lavori di bonifica.



Fig. 3.35, 36 – Tecniche di bonifica: confinamento (sopra) incapsulamento (sotto).

cessiva applicazione di un prodotto sostitutivo e non produce rifiuti. Il rischio per i lavoratori addetti è generalmente minore rispetto alla rimozione. E' il trattamento di elezione per i materiali poco friabili di tipo cementizio. Il principale inconveniente e' rappresentato dalla permanenza nell'edificio del materiale di amianto e della conseguente necessita' di mantenere un programma di controllo e manutenzione.

**Confinamento:** installazione di una barriera a tenuta che separi l'amianto dalle aree occupate dell'edificio. Se non viene associato ad un trattamento incapsulante, il rilascio di fibre continua all'interno del confinamento. Rispetto all'incapsulamento, presenta il vantaggio di realizzare una barriera resistente agli urti. Occorre sempre un programma di controllo e manutenzione, in quanto l'amianto rimane nell'edificio; inoltre la barriera installata per il confinamento deve essere mantenuta in buone condizioni. Rispetto agli altri due interventi presenta un costo più contenuto.

Il decreto prevede inoltre, al termine dei lavori di bonifica, una "certificazione di restituibilità degli ambienti bonificati". Tale certificazione, da eseguirsi a spese del committente, dovrà essere redatta da funzionari della ASL competente al fine di assicurare che le aree interessate possano essere rioccupate con sicurezza.

### 3.5 - Agenti inquinanti fisici: il radon

Il radon, gas radioattivo, classificato dalla IARC come agente cancerogeno, è considerato la seconda causa per cancro polmonare dopo il fumo di sigaretta<sup>40</sup>; si stima infatti che l'esposizione domestica al radon sia responsabile del 5-20% dei tumori polmonari.

Le principali sorgenti di provenienza del radon indoor sono il suolo sottostante l'edificio ed i materiali da costruzione. Il radon prodotto nel suolo viene spinto verso l'esterno dalla differenza di pressione o per diffusione e penetra negli edifici, tramite le molte fessure, anche di modesta entità che vi sono nelle fondamenta e pervade l'aria interna.

L'acqua ed il gas per uso domestico sono sorgenti di importanza generalmente molto minore.

In Italia, l'esposizione della popolazione è stata valutata tramite un'indagine nazionale promossa e coordinata dall'Istituto Superiore di Sanità e dall'ANPA e realizzata negli anni 1989-1996 in collaborazione con le Regioni su un campione di oltre 5000 abitazioni. L'indagine ha permesso di stimare la distribuzione della concentrazione di radon nelle abitazioni: il valore me-

<sup>40</sup> ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) - U.S. Department of Health and Human Services, *Toxicological profile for radon*, December 1990.

dio è risultato di 70-75 Bq/m<sup>3</sup> <sup>41</sup>, a cui corrisponde, secondo una stima preliminare, un rischio individuale sull'intera vita dell'ordine di 0.5%. In circa l'1% di abitazioni è stata misurata una concentrazione di radon superiore a 400 Bq/m<sup>3</sup> e in circa il 4% di esse (800 mila) la concentrazione è risultata superiore a 200 Bq/m<sup>3</sup>. Dall'insieme delle indagini effettuate finora emerge che le regioni coi valori medi più alti sono Lazio, Lombardia, Trentino-Alto Adige, Friuli-Venezia Giulia, Campania e Sardegna. Tuttavia anche in altre regioni (Umbria, Veneto, Toscana e Piemonte) sono state trovate zone più o meno estese con valori di concentrazione di radon particolarmente elevati<sup>42</sup>.

In edifici destinati ad abitazioni civili già esistenti, una raccomandazione della Comunità Europea indica, come valore consigliato per la salute, il limite di 400 Bq/m<sup>3</sup>. Per le nuove costruzioni, il valore suggerito è pari a 200 Bq/m<sup>3</sup>. Il superamento di tali valori raccomandati comporta la necessità di intraprendere interventi di mitigazione. L'esposizione ai gas radioattivi, che vengono inalati con l'aria, varia a seconda delle caratteristiche geologiche del sottosuolo e delle caratteristiche costruttive degli edifici.

Il D.L.vo 241/2000 detta norme in materia di radioattività naturale e fissa, per il Radon, un livello massimo di 500 Bq/m<sup>3</sup> nei locali interrati, estendendo poi l'obbligo della misura ai luoghi di lavoro non interrati, se compresi nelle aree definite a "rischio Radon". La disciplina normativa esistente ha fissato una concentrazione limite per il Radon, definita "livello d'azione", al di sopra della quale occorre adottare azioni di rimedio.

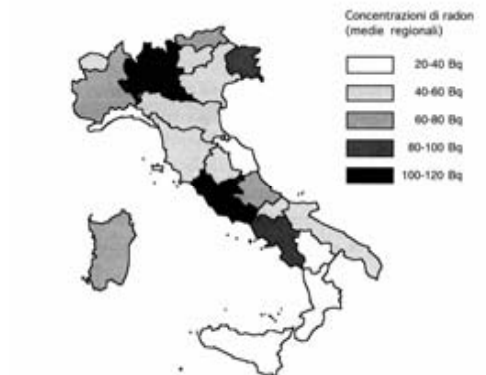
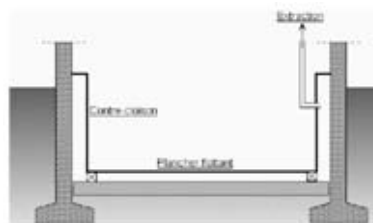
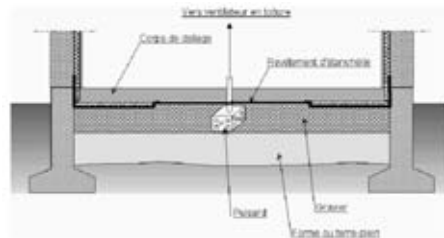


Fig. 3.37 – Mappa elaborata sulla base dei risultati dell'indagine nazionale sulle concentrazioni di radon nelle case italiane (da *Results of the representative Italian survey on radon indoors*, in "Health Physics", 1996).

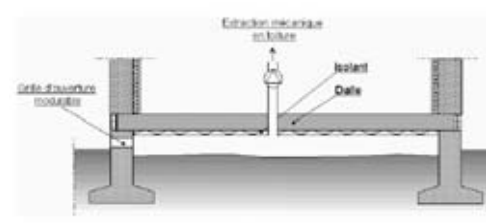
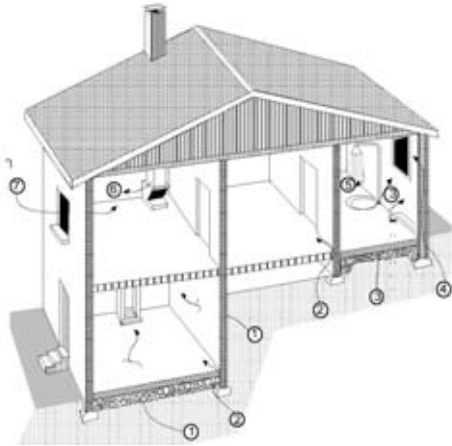


Fig. 3.38, 39, 40 – Sistemi per evitare la penetrazione del radon dal suolo nei locali al pianterreno o seminterrati (da sinistra): depressurizzazione del vespaio, depressurizzazione dell'intercapedine realizzata mediante controparete depressurizzata della camera d'aria, (da CSTB magazine, n. 127, 2000). Anche alcuni materiali lapidei naturali possono essere una fonte di emissione di radon :

<sup>41</sup> L'attività di una sostanza radioattiva, ovvero il numero di nuclei della sostanza che si disintegrano nell'unità di tempo, si misura in Becquerel (Bq) ed è di solito misurato in rapporto all'unità di volume o di massa della sostanza in questione (Bq/m<sup>3</sup> o Bq/Kg).

<sup>42</sup> *Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati*, op. cit..



**Fig. 3.41** – Le possibili vie di penetrazione del radon all'interno degli ambienti.

- 1-fessure
- 2-giunti in pareti e solai
- 3-punti di penetrazione della rete idrica
- 4-cavità dei muri
- 5-acqua per uso sanitario
- 6-materiali da costruzione
- 7-aria esterna

Pietra Ornamentale	Tipo	Prov	Ra-226 Bq/Kg	Th-232 Bq/Kg	K-40 Bq/Kg
Monte Bianco	Gneiss	Ao	166	86	832
Pietra Di Luserna	Gneiss	Cn	125	114	1276
Rosa Baveno	Granito	No	65	63	1100
Sienite Della Balma	Sienite	Vc	375	339	1390
Sienite Grigia A Grana Fine	Sienite	Vc	364	256	1264
Granito Rosato	Sienite	Vc	239	189	1206
Granito Bianco	Sienite	Vc	269	173	1181
Ardesia	Ardesia	Ge	46	47	924
Tonalite	Gneiss	So	30	26	498
Porfido Di Albiano	Porfido	Tn	51	71	1476
Porfido	Porfido	Bs	39	54	1164
Nuvolera	Marmo	Bs	2	<0.3	< 3
Bianco Carrara	Marmo	Ms	3.9	<0.3	4.2
Peperino Grigio	Peperino	Vt	121	160	1340
Basaltina	Basalto	Vt	498	712	2354
Travertino	Travertino	Rm	0.5	<0.2	<2

tratto da "Il Radon nella Casa - di U. Facchini, Gianluigi Valli, R. Vecchi - Ist. di Fisica Gen. Applicata - Università di Milano - Maggio 1991

### 3.6 - Contaminanti microbiologici

Le principali fonti di inquinamento microbiologico degli ambienti indoor sono gli occupanti, la polvere, le strutture ed i servizi degli edifici, gli umidificatori ed i condizionatori dell'aria, nei quali l'elevata umidità presente ed una non corretta manutenzione facilitano l'insediamento e la moltiplicazione dei microrganismi diffusi successivamente negli ambienti dall'impianto di distribuzione dell'aria.

Altre sorgenti di contaminanti biologici sono le torri di raffreddamento degli impianti di condizionamento ed anche i serbatoi e la rete distributiva dell'acqua ad uso domestico.

Le principali patologie causate da agenti biologici comprendono malattie infettive, effetti da azione tossica diretta e reazioni allergiche per esposizione ad allergeni; i principali allergeni indoor sono dovuti solitamente agli acari, agli animali domestici e a microrganismi come funghi e batteri.

Elevati livelli di umidità negli elementi costruttivi (U.R. >55%) e nell'aria interna (U.R.>65%); favoriscono la proliferazione di funghi e di altri microrganismi.



Il ruolo che l'esposizione ai funghi svolge nello sviluppo di sintomi respiratori è meno chiaro che per gli acari, ma vi è una discreta evidenza epidemiologica riguardo la frequenza di disturbi respiratori in bambini e adulti in associazione con la presenza di umidità in edifici contemporanei.

Gli apparati per la pulizia dell'aria, proprio perché operano sugli inquinanti aerodispersi, possono diventare fonte di inquinamento a causa dei funghi trattenuti sui filtri o dei batteri alimentati dalle riserve di acqua. Le griglie delle prese dell'aria esterna possono essere contaminate da escrementi o penne di volatili che contengono funghi patogenici quali *Cryptococcus neoformans*.

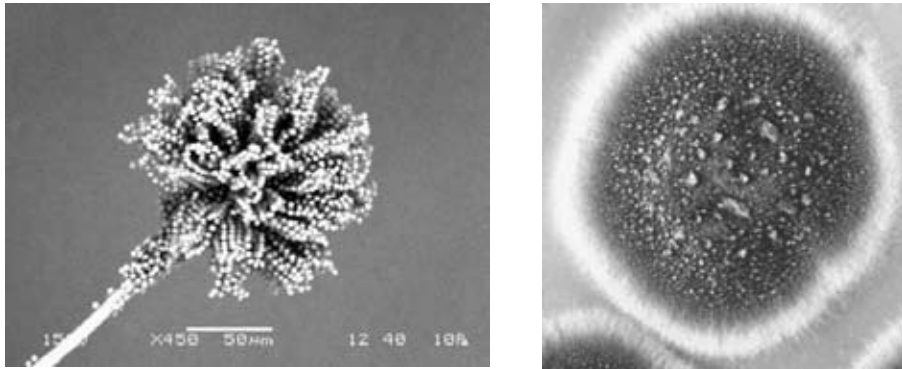


Fig. 3.42, 43 – L'evidenza epidemiologica riguardo la frequenza di disturbi respiratori ha riportato all'attenzione di tecnici ed operatori il problema della ricettività dei materiali da costruzione nei confronti dei microrganismi.

## Capitolo 4

Igiene e salubrità  
alla base dei moderni criteri di sostenibilità

### 4.1 - I precetti igienico-salubri ottocenteschi quale origine della sostenibilità in edilizia.

#### I Regolamenti edilizi, i Regolamenti di igiene e polizia urbana ed i Servizi di Igiene

L'istanza di igiene e salubrità - che caratterizzò e condizionò già a partire dalla seconda metà dell'Ottocento, ed in modo diffuso nei primi decenni del Novecento, l'edilizia improntata al sociale - è attualmente da molti considerata all'origine di quell'approccio progettuale ecosostenibile, in cui viene riconosciuta una delle fondamentali linee strategiche per l'architettura del prossimo futuro<sup>1</sup>.

La “casa sana” ed economica, in questo caso anche dal punto di vista ambientale, torna oggi ad essere uno dei temi e degli obiettivi del costruire sostenibile che, in molti casi, propone materiali locali e tecniche costruttive storiche come soluzioni antiche a problemi moderni: ventilazione e illuminazione naturale, salubrità dell'aria e dei materiali da costruzione e loro costo economico, energetico, ed ambientale sono infatti temi che attraversano trasversalmente la seconda metà del XIX e la prima del XX secolo.

Nel corso dell'Ottocento l'aumento delle epidemie e le conseguenti tensioni sociali portarono alla redazione di leggi e regolamenti che miravano a fissare limiti dimensionali e quantitativi all'edificazione, ed in alcuni casi a definire le proprietà dei materiali da costruzione, entrambi finalizzati al miglioramento delle condizioni igieniche.

I progettisti furono da questo momento chiamati a confrontarsi con un parametro che assunse sempre maggior rilievo: l'igienicità dei locali e dei componenti edilizi, con particolare riferimento a ciò che influenzava la salubrità dell'aria degli ambienti confinati.

L'istanza igienica, dalla seconda metà dell'Ottocento fino al secondo conflitto mondiale, si poneva sotto un triplice aspetto: l'aspetto urbanistico, che prendeva in considerazione anche problematiche inerenti la natura dei terreni e le modalità di illuminazione e ventilazione dipendenti da ampiezza ed orientamento delle strade, oltre che l'altezza delle fronti edilizie; l'aspetto relativo ad ogni singolo edificio, che riguardava fattori di natura geometrica, ad esempio l'altezza del fronte prospiciente un'area libera, la forma, la dimensione ed il posizionamento delle aperture per l'illuminazione e la ventilazione; infine quello materico-

---

<sup>1</sup> Poretti S., presentazione a Bertagnin M., Pietrogrande E., *La salubrità dell'abitare all'origine dell'approccio ecosostenibile nell'architettura del moderno in Germania e in Italia*, Montalcone (Gorizia), 2002.

costruttivo che analizzava materiali da costruzione e componenti edilizi da un punto di vista fino ad allora inedito, quello delle proprietà *fisico-igieniche*.

Nel secondo dopoguerra quest'ultimo aspetto cominciò ad essere trascurato: con i progressi della medicina che consentirono di debellare alcune malattie, grazie anche alle capillari campagne di vaccinazione, ed a seguito della maggiore disponibilità energetica, sembra che l'attenzione dei tecnici si sia spostata esclusivamente sugli aspetti impiantistici quale mezzo per garantire le condizioni di igiene e salubrità degli ambienti. Nei manuali di questo periodo, infatti, si riducono progressivamente i capitoli relativi all'illuminazione e alla ventilazione naturale, per dar spazio alla trattazione di impianti di illuminazione e ventilazione artificiale che, da supporto, divennero sempre più spesso sistemi di correzione per carenze progettuali che riguardavano questi due aspetti.

La relazione posta in evidenza nella seconda metà dell'Ottocento tra igiene e caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche dei materiali può essere considerato l'aspetto più originale di un nuovo modo di concepire l'edificio come organismo in grado di interagire e condizionare la *salute pubblica*; tutto ciò contribuì alla nascita di due nuove discipline: l'*ingegneria sanitaria* e l'*architettura sanitaria*.

La distinzione tra "ingegneria sanitaria" e "architettura sanitaria" permarrà ancora nei primi decenni del XX secolo nei trattati tecnici: la prima era fondata principalmente sull'idraulica e trattava delle problematiche relative alla condotta delle acque e alle fognature, l'altra sulla fisica applicata all'edilizia.

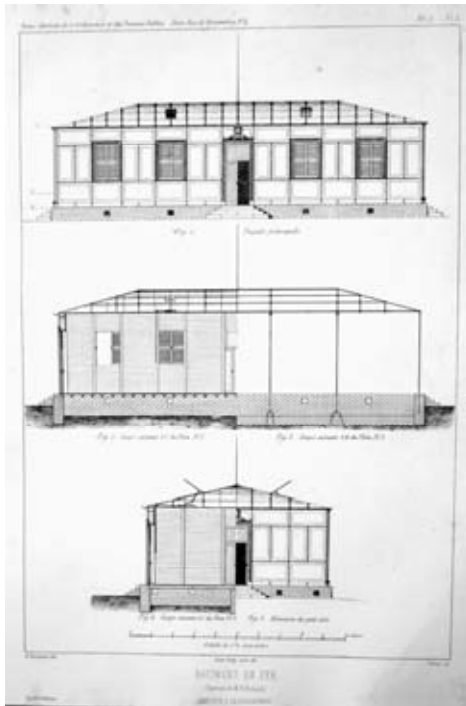
Nasce così una nuova figura di progettista-studio, l'*Architecte salubriste*<sup>2</sup>, ovvero l'ingegnere igienista, che agli aspetti strettamente pratici del costruire coniugava una conoscenza approfondita dei materiali e delle tecniche costruttive dal punto di vista fisico, chimico ed igienico: cominciava a delinearsi in modo scientifico la consapevolezza dell'influenza dei materiali sulle caratteristiche di salubrità dell'ambiente costruito.

Un altro aspetto rilevante e che può essere considerato all'avanguardia negli studi degli ingegneri igienisti consiste nel fatto che essi riaffermarono - in un periodo, la seconda metà dell'Ottocento, in cui le riviste tecniche ed il potenziamento delle vie di comunicazione diffondevano ed esportavano a livello europeo e nelle colonie (Fig. 4.2, 3) tipologie edilizie, tecniche costruttive ed anche semilavorati - l'importanza dello stretto rapporto esistente tra materiali, soluzioni costruttive e condizioni ambientali locali, concetti che oggi vengono sintetizzati nell'espressione *tipologia ambientale*.

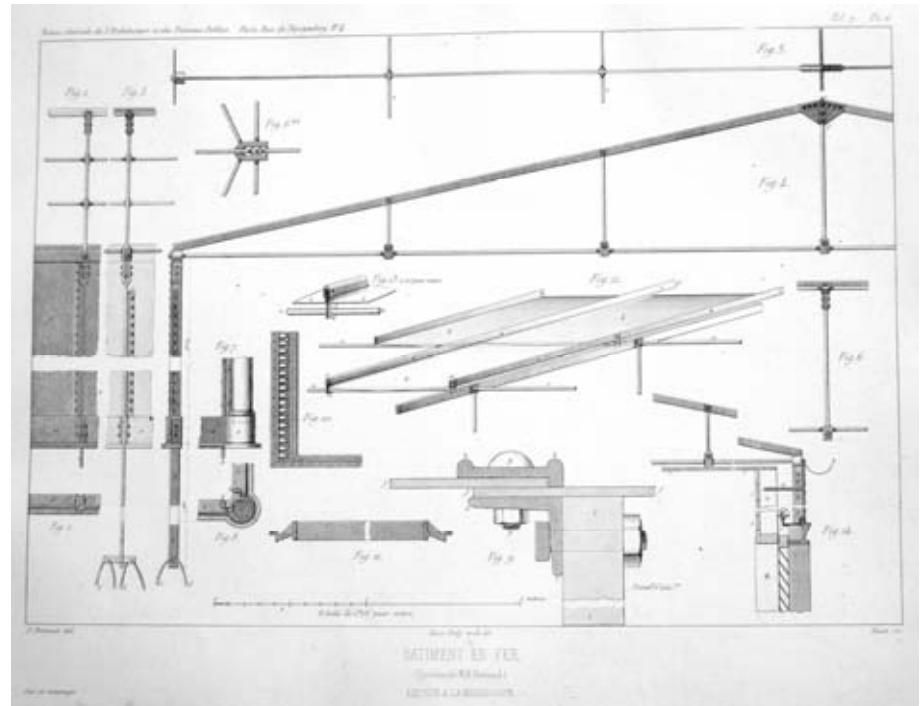


**Fig. 4.1** – “La casa sana”, l'aspirazione igienico-salubre caratterizza tutta l'edilizia sociale a partire dalla metà del XIX secolo. (da Meunier H., *Le docteur au village*, Parigi, 1881).

<sup>2</sup> Quello di *Architecte salubriste* era il titolo che conseguivano gli studenti dell'*École centrale d'Architecture* fondata nel 1864 a Parigi dall'architetto Émile Trélat.



**Fig. 4.2, 3** – L'edilizia delle Colonie. Un esempio di esportazione di semilavorati e tecniche costruttive in Guadalupa nelle Antille. Edificio realizzato con il Sistema Romand. (da "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publics", 1847).



Questo principio affermato dagli igienisti suggeriva come alcune tipologie edilizie a forte valenza sociale – scuole, asili, collegi, caserme, ricoveri, dormitori, alberghi popolari, carceri, ospedali - dovessero principalmente rispondere a fattori specifici e a bisogni locali, *esigevano quindi una grande varietà di costruzioni e di tipi secondo i paesi, non sempre applicabili da uno all'altro*<sup>3</sup>, i progettisti si opponevano quindi a quella indifferenziazione che avrebbe caratterizzato dal punto di vista espressivo e tecnologico il modo di costruire moderno.

<sup>3</sup> Spataro D., *Architettura sanitaria*, Milano, 1908.

Questo stretto legame tra ambiente artificiale e ambiente naturale si dissolse quando, con la rivoluzione industriale e la conseguente abnorme espansione urbana di fine Ottocento e del Novecento, mutò la concezione dell'attività edilizia fino a diventare una vera e propria attività di speculazione.

Inizialmente, l'industrializzazione che coinvolse i processi produttivi dei materiali e dei semilavorati non interessò però l'organizzazione dell'impresa edile che può essere definita ancora artigianale. L'edilizia era da sempre considerata un'attività a forte inerzia ma, come è stato in seguito evidente, sono bastate appena due generazioni perché andasse perduto quel sapere, patrimonio culturale di progettisti ed operatori, che faceva riferimento alla regola dell'arte locale ed alle consuetudini costruttive non consolidate. Si arrivò così ad una sorta di "analfabetismo materico" dovuto all'impoverimento delle conoscenze sulle potenzialità dei materiali locali. Con essi scomparve quella conoscenza approfondita della proprietà dei materiali e la conseguente possibilità di differenziazione degli stessi, accorgimento che da sempre aveva permesso di coniugare economia, prestazioni dei materiali e durata.

L'interpretazione e le risposte che gli studiosi ed i progettisti, ed in particolare gli ingegneri e gli igienisti, diedero al raggiungimento di più consoni standard igienici del vivere e dell'abitare tra fine Ottocento ed i primi anni del Novecento costituiscono la testimonianza di un momento di grande ricchezza, in cui qualità, economia e salubrità erano ancora obiettivi conciliabili.

#### 4.2 - L'insegnamento dell'Igiene nelle Scuole di applicazione per gli Ingegneri

Con la nascita della nuova figura dell'ingegnere igienista si pose il problema di quale tipo di formazione dovesse avere e quali fossero le sue competenze.

La prima testimonianza di cui si è trovato riscontro riguardo all'istituzione di corsi destinati ad ingegneri e ad architetti, che avessero come oggetto anche temi inerenti all'igiene e alla salubrità dell'ambiente costruito, è relativa all'operato dell'architetto Émile Trélat, che nel 1864 fondò a Parigi l'*École 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>4</sup>. Questa *Scuola* prevedeva tra i suoi insegnamenti un Corso d'igiene e di salubrità che consentiva agli allievi di conseguire, dopo un esame, un diploma di *Architecte salubriste*<sup>5</sup>.

Ufficialmente in Italia l'insegnamento dell'igiene per gli ingegneri risale al 1899 con l'apertura di *Corsi speciali*, per quanto facoltativi, istituiti presso *Scuole di applicazione per gli ingegneri*.

<sup>4</sup> Benevolo L., *Storia dell'architettura moderna*, Roma, 1993.

<sup>5</sup> *L'insegnamento dell'igiene nelle Scuole di applicazione per gli Ingegneri*, in "L'Ingegnere Igienista. Rivista quindicinale di Ingegneria sanitaria, a. I, Torino 1900.



Fig. 4.4, 5 – “L’Ingegnere igienista” e la “Rivista di ingegneria sanitaria e di edilizia moderna” furono due importanti riviste sulle pagine delle quali, tra ‘880 e ‘900, illustri igienisti del tempo si confrontarono sui temi della salubrità e dell’igiene in edilizia.



Fig. 4.6 – Il primo volume del trattato del professore L. Pagliani trattava “dei terreni e delle acque in rapporto colla igiene e colla Sanità pubblica”. Il secondo riguardava l'edilizia.

In realtà già dal 1889, a Roma, si era istituita con Decreto del 27 Novembre 1887 dei Ministri Crispi per l'Interno e Coppino per l'Istruzione Pubblica, una *Scuola di perfezionamento nell'igiene pubblica*, che prevedeva un insegnamento di Ingegneria Sanitaria e laboratori di indagini tecniche e sanitarie. Tale scuola era destinata a perfezionare nella materia medici, ingegneri, veterinari e farmacisti e tutte quelle altre categorie di professionisti che nella loro attività avevano l'occasione, o il dovere, di applicare i precetti di igiene.

In questa *Scuola di perfezionamento nell'Igiene Pubblica*, della durata di cinque mesi, gli ingegneri seguivano il Corso giornaliero di Ingegneria Sanitaria tenuto dai professori L. Pagliani - che pubblicò nei primi anni del '900 il *Trattato di Igiene e Sanità pubblica*, tra i più aggiornati e completi del tempo<sup>6</sup> - e dall'ingegnere Bentivegna, seguivano un corso di Fisica tecnica applicata all'igiene del professor Palazzo, e facevano esercizi pratici di ingegneria applicata all'igiene sia nei laboratori della Direzione di Sanità che al Ministero dell'Interno, dove si formavano attraverso l'esame di progetti e problematiche relative alle opere sanitarie inviate al Ministero per la dovuta approvazione. Assistevano inoltre alle lezioni di epidemiologia e di legislazione sanitaria.

Una testimonianza dell'importanza in cui era tenuto questo corso di specializzazione è costituita dal fatto che, nonostante il corso durasse cinque mesi, impegnasse gli iscritti per l'intera giornata e non offriva ad essi, oltre l'istruzione ricevuta, che una dichiarazione di frequenza, gli iscritti furono tuttavia 39 ingegneri, 507 medici, 39 veterinari e 70 chimici<sup>7</sup>.

Il Corso, impostato su insegnamenti pratici, avvicinando le figure professionali di Ingegneri, medici e chimici, fece in modo che per la prima volta la visione meccanica dei primi, sanitaria dei secondi e chimico-fisica dei terzi fossero messe in relazione per una visione più completa dei materiali e delle tecniche costruttive.

Per circa otto anni dalla sua istituzione il Corso rispose alla crescente domanda di personale specializzato da parte dei Municipi che dovevano ampliare i propri *Uffici sanitari comunali* o istituire apposite *Commissioni sanitarie* con professionalità in grado di fornire competenze specifiche.

La Scuola venne soppressa nel 1896 e, nonostante l'impegno del professor Pagliani affinché si stabilisse nelle Scuole di Applicazione per Ingegneri un ciclo di lezioni che diffondesse i precetti dell'igiene applicata alle costruzioni, si dovettero aspettare tre anni e due decreti, abrogati per mancanza di applicazione<sup>8</sup>, perché, con decreto del Ministro Baccelli del 30 Aprile

<sup>6</sup> Il *Trattato di Igiene e Sanità pubblica* di L. Pagliani era formato da due volumi, il primo trattava dell'igiene e salubrità dei terreni e delle acque, il secondo gli ambienti liberi e confinati.  
Pagliani L., *Trattato di Igiene e Sanità pubblica*, Torino, 1913.

<sup>7</sup> *L'insegnamento dell'igiene nelle Scuole di applicazione per gli Ingegneri*, op. cit..

<sup>8</sup> Si fa riferimento ai *Decreti di corsi per gli allievi ingegneri dimostrativi dei principi di igiene aventi applicazioni nei vari rami dell'ingegneria* del 14 maggio 1896 e 29 maggio 1898.

1899, fossero istituiti *corsi per gli allievi ingegneri dimostrativi dei principi di igiene aventi applicazioni nei vari rami dell'ingegneria*.

In seguito al decreto del 1899 si diede inizio ai corsi in sette diverse scuole di applicazione: Bologna, Milano, Napoli, Padova, Palermo, Roma e Torino, per un numero complessivo di allievi nel 1899 di 545 tra allievi ingegneri ed ingegneri ed architetti laureati<sup>9</sup>. (Fig. 4.7)

Il programma del corso<sup>10</sup> (Fig. 4.8) prevedeva in particolare insegnamenti riguardanti: impianto e funzionamento di un Ufficio sanitario comunale, servizio di vigilanza sull'igiene del

<sup>9</sup> Il primo anno a Torino superarono l'esame in 136, a Napoli in 47 e a Bologna in 18. Nelle altre scuole non era previsto un esame di fine corso. Vedi: *L'insegnamento dell'igiene nelle Scuole di applicazione per gli Ingegneri*, op. cit..

<sup>10</sup> Si riportano di seguito i programmi per l'insegnamento e le esercitazioni del Corso d'Igiene pratica da istituirsi nelle RR. Università a norma dell'art. 3 del R. Decreto 29 maggio 1898 n. 219:

#### **Programmi.**

##### **Impianto e funzionamento di un Ufficio sanitario comunale.**

1. Personale, laboratori, registri e moduli per i servizi di vigilanza igienica. (Prelevamento dei campioni di sostanze sospette insalubri e provvedimento per le contravvenzioni e denunce).
2. Assistenza medica, chirurgica e ostetrica.
3. Statistica sanitaria municipale.

##### **Servizio di vigilanza sull'igiene del suolo e dell'abitato.**

4. Suolo fuori degli aggregati urbani (Impaludamento, terreni malarici, mezzi di bonifica. Culture e industrie agricole insalubri). Esercitazioni. Esame della disposizione e costruzione fisica del suolo. Livellazione della falda acqua sotterranea.
5. Suolo negli aggregati urbani (Risanamento edilizio e piani regolatori, sistemazione e pulizia delle strade).
6. Abitazioni. (Condizioni costruzione e di abitabilità. Abitazioni collettive). Esercitazioni. Misura della cubatura degli ambienti. Determinazione dell'umidità dei muri. Ricerca dell'anidride carbonica e dell'ossido di carbonio nell'aria degli ambienti.
7. Approvvigionamento dell'acqua per usi domestici e pubblici. (Condotta d'acqua, pozzi e cisterne, distribuzione nelle case: fontane, lavatoi, abbeveratoi e bagni pubblici). Esercitazioni. Presa dei campioni per l'esame dell'acqua. Esame delle proprietà fisiche e organolettiche. Indagine termometrica. Determinazione del grado di durezza. Esame chimico e batteriologico sommario per l'indizio di inquinamenti. Interpretazione dei dati di analisi chimica quantitativa.
8. Allontanamento dei materiali di rifiuto. (Criteri di giudizio circa l'impianto e l'esercizio dei diversi sistemi).
9. Industrie insalubri (concessione di esercizi e vigilanza sui relativi stabilimenti).

##### **Servizio di vigilanza igienica nelle scuole**

10. Edifici ed arredi scolastici. (Dimensioni delle aule scolastiche in rapporto al numero degli allievi, ventilazione. Disposizione, forma e dimensioni dei banchi).
11. Visite ed ispezioni sanitarie (Esame degli alunni. Vigilanza sulle malattie trasmissibili).

##### **Servizio di vigilanza annonaria**

12. Impianto ed esercizio di mattatoi. Ispezioni delle carni. Esercitazioni. Esame microscopico delle carni e ricerca dei parassiti. Esame delle carni conservate.
13. Produzione e vendita del latte e dei suoi derivati (Vaccherie e spacci). Esercitazioni. Ricerca dell'anacquamento e della scrematura del latte. Esame microscopico.
14. Smercio di cereali, farine e paste alimentari. Esercitazioni. Riconoscimento dei grani avariati. Esame microscopico delle farine, del pane e delle paste alimentari. Sostanze minerali aggiunte.
15. Smercio di bevande alcoliche e gassose. Esercitazioni. Determinazione del contenuto di alcool nei vini e nelle altre bevande alcoliche. Determinazione della gessatura e riconoscimento della colorazione dei vini derivati dal catrame.

	Allievi Ingegneri	Architetti ed Ingegneri laureati	Totale
Bologna . . . . .	42	32	74
Milano . . . . .	56	11	67
Napoli . . . . .	51	47	98
Padova . . . . .	31	20	51
Palermo. . . . .	22	23	45
Roma . . . . .	29	6	35
Torino . . . . .	100	75	175
	331	214	545

**Fig. 4.7** – Statistica degli allievi iscritti ai corsi di igiene svoltisi nel 1899. (da "L'Ingegnere Igienista", 1900).



Fig. 4.8 – Il Decreto di approvazione dei programmi di Igiene pratica del 1898. (da "Bollettino ufficiale del Ministero della Istruzione Pubblica", 1898).

suolo e dell'abitato, servizio di vigilanza igienica nelle scuole, servizio di vigilanza annonaria, servizio di vigilanza contro la diffusione delle malattie infettive, servizio di Polizia mortuaria.

In particolare, il modulo riguardante il *Servizio di vigilanza sull'igiene del suolo e dell'abitato* prevedeva lezioni teoriche ed esercitazioni pratiche per l'analisi del suolo in relazione a problematiche come terreni paludosi e malarici, mezzi di bonifica, culture e industrie agricole insalubri. Riguardo l'aggregato urbano, uno dei temi fondamentali del corso era quello del risanamento edilizio e dei piani regolatori, con particolare riferimento alla sistemazione e pulizia delle strade.

I temi più legati all'ambito dell'*Architettura Sanitaria*, secondo la definizione che ne diede il professore Donato Spataro, autore di un celebre trattato sull'argomento del 1908, prendevano in esame, con riferimento alla salubrità delle abitazioni, i criteri per la valutazione delle condizioni igieniche, i sistemi costruttivi e le condizioni per il rilascio dell'abitabilità, con particolare attenzione per le *abitazioni collettive*. Di particolare interesse risulta il programma di esercitazioni pratiche relative a questi argomenti: misura della cubatura degli ambienti, determinazione dell'umidità dei muri, ricerca dell'anidride carbonica e dell'ossido di carbonio nell'aria degli ambienti.

Gli argomenti peculiari di *Ingegneria sanitaria* trattati nel Corso vertevano sull'approvvigionamento dell'acqua per usi domestici e pubblici per mezzo di condotte, pozzi e cisterne e la distribuzione nelle case, e quindi fontane, lavatoi, abbeveratoi e bagni pubblici. Le esercitazioni in questo caso prevedevano soprattutto analisi di tipo fisico-chimico: presa dei campioni per l'esame dell'acqua ed esame delle proprietà fisiche e organolettiche, indagine termometrica, determinazione del grado di durezza, esame chimico e batteriologico ed interpretazione dei dati di analisi chimica quantitativa.

16.  *Mercati pubblici. Drogherie. Esercitazioni. Identificazione delle più comuni specie locali di funghi mangerecci e non mangerecci. Riconoscimento del piombo negli utensili di uso domestico. Prova dell'arsenico. Esame microscopico, del caffè, del cioccolato e delle principali droghe.*

**Servizio di vigilanza contro la diffusione delle malattie infettive.**

17. *Riconoscimento delle malattie infettive e diffusive dell'uomo e degli animali. Esercitazioni. Applicazione dell'indagine microscopica, batteriologica e sperimentale alla diagnosi: a) del carbonchio ematico b) della tubercolosi e actinomicosi c) della difterite d) del tifo addominale (sierodiagnosi) e) del colera f) della peste g) della rabbia h) della gonorrea. Uso della tuberculina e malleina a scopo diagnostico.*

18. *Vaccinazioni. Sieroprofilassi. Esercitazioni. Pratica delle vaccinazioni e delle iniezioni preventive.*

19. *Isolamento e disinfezione. (Condizioni di un locale di isolamento pei contagiosi e sospetti. Impianto di un servizio pubblico di disinfezioni). Esercitazioni. Pratica delle disinfezioni.*

20. *Misure contro la diffusione dell'infezione puerperale.*

21. *Misure contro la diffusione delle malattie celtiche.*

22. *Vigilanza e profilassi della pellagra.*

**Servizio di Polizia mortuaria**

23. *Denunce e constatazioni delle morti e trasporto dei cadaveri.*

24. *Cimiteri e crematoi.*



È interessante notare come nel programma del corso si facesse inoltre specifico riferimento a due nuove tipologie edilizie: ai mercati, nella nuova accezione ottocentesca di attrezzatura a tutela della pubblica sanità, ed alle scuole.

Per quest'ultima tipologia era prevista addirittura una sezione specifica dell'*Ufficio sanitario comunale* specifica, il *Servizio di vigilanza igienica nelle scuole*, che si occupava di edifici ed arredi scolastici, delle dimensioni delle aule scolastiche in rapporto al numero degli allievi, della ventilazione e della disposizione, forma e dimensioni dei banchi.

### 4.3 - Gli strumenti per la “difesa igienica” dei grandi centri urbani

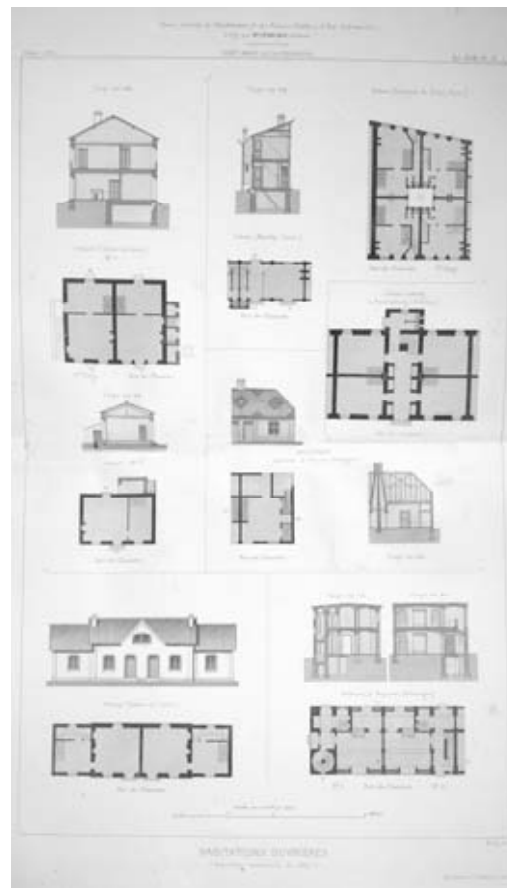
#### 4.3.1 - Norme e precetti a tutela della salute pubblica: Regolamenti edilizi, Regolamenti di igiene e polizia urbana e Servizi di Igiene

Le mutate condizioni demografiche delle città nella seconda metà del l'Ottocento, i ricorrenti casi di epidemie ed il conseguente malessere sociale che sfociava spesso in tumulti, evidenziarono l'urgenza di un miglioramento delle condizioni igieniche dei centri urbani.

Pertanto, anche la realizzazione di alcune particolari tipologie edilizie, i cosiddetti *servizi pubblici*, che dovevano essere informati ai principi di igiene ed economia, cominciarono ad essere concepiti come veri e propri presidi igienico-sanitari.

Tra gli interventi di questo tipo erano annoverati le scuole, gli ospedali e le case operaie – tra tutte ricordiamo quelle costruite a Parigi per iniziativa di Napoleone III, quelle di Vienna, Londra e Berlino, i villaggi operai in prossimità delle fabbriche: Krupp ad Altenhof ed Essen, quelli della fabbrica Solvay e quelle di Mulhouse (Fig. 4.9, 10, 11, 12). Queste tipologie edilizie divennero espressione e luogo di sperimentazione di materiali e tecniche costruttive che contribuiranno alla creazione dell'archetipo di *casa sana* che, ancora ai nostri giorni, costituisce un'aspirazione ed un bisogno del costruire contemporaneo, esse furono inoltre oggetto delle prime norme specifiche di carattere tecnico-igienico.

L'igiene e la salubrità come principi informatori della città moderna trovarono quindi applicazione da una parte nei Regolamenti edilizi, Regolamenti di igiene e polizia urbana e nell'operato dei Servizi di Igiene, dall'altra in una serie di disposizioni e regolamenti tecnici particolari per le nuove tipologie edilizie che avevano come tema la salubrità e l'igiene delle fabbriche.



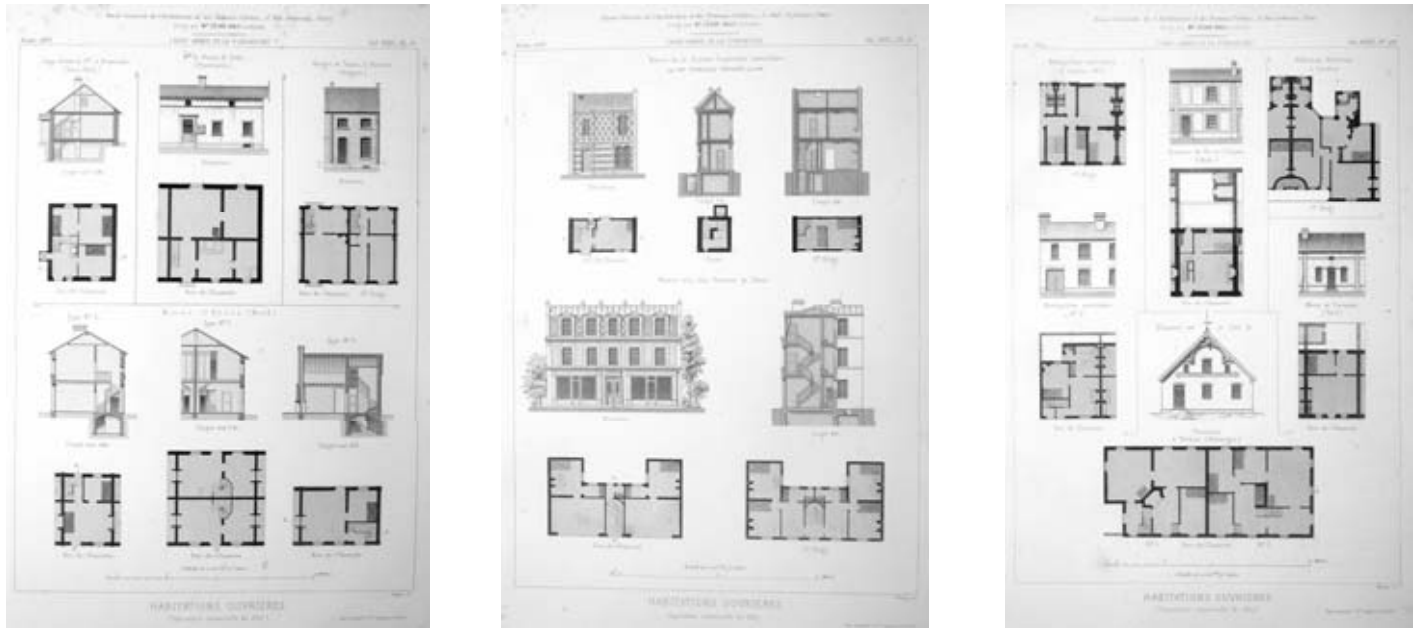


Fig. 4.9, 10, 11, 12 – Nella seconda metà del XIX secolo le case operaie, in quasi tutti i Paesi europei, furono oggetto di specifiche normative tecnico-igieniche. (da "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publics", 1869).

I regolamenti edilizi, attraverso le prescrizioni contenute, ribadiscono una visione delle problematiche dell'igiene correlate fondamentalmente ai fattori aria, luce, umidità e gestione delle acque. Per i primi due aspetti le indicazioni regolamentari, come sarà in seguito specificato, si traducono sostanzialmente nell'indicazione del rapporto tra la larghezza delle strade e quella degli edifici prospicienti.

L'umidità, considerata dagli igienisti come *causa primaria di insalubrità delle abitazioni*, era contemplata nei regolamenti attraverso l'indicazione dei tempi che dovevano trascorrere prima che i locali di nuova costruzione o ristrutturati potessero essere abitati.

Ricordiamo come, circa questi tempi, gli antichi edili romani prescrivessero un lasso di tempo di tre anni dopo che la fabbrica era stata compiuta.

I tempi fissati dal detto popolare: *il primo anno a nessuno, il secondo al nemico, il terzo all'amico, il quarto per sé*<sup>11</sup>, non erano assolutamente compatibili, già sul finire dell'Ottocento, con l'esigenza di alloggi e soprattutto con gli interessi degli speculatori, pertanto intorno al 1890 le più grandi città d'Italia, prime tra tutte Roma<sup>12</sup>, Milano e Torino commissionarono studi per la verifica dei tempi di asciugamento dei diversi tipi di murature. Alla fine del XIX secolo si assistette alla proliferazione dei sistemi per la valutazione dell'umidità nei muri finalizzati alla concessione dell'abitabilità da parte dei Comuni: a Roma si procedeva con misure dirette, mediante igrometri, alla valutazione dell'umidità relativa e se questa non superava il 65% l'abitabilità poteva essere concessa; a Milano, il tempo previsto di sei mesi dopo la chiusura dei lavori poteva essere ridotto se si adottavano sistemi di asciugamento artificiali (riscaldamento con bracieri, con tubi ad acqua calda, ecc.); a Torino, come riferisce l'ingegnere Francesco Corradini<sup>13</sup>, si ricorreva ad un metodo molto semplice: venivano introdotti nelle stanze dei pezzi di colla (*colle à bouche*) e se dopo un periodo di due settimane in estate e tre in inverno la colla si ammorbidiva era evidente che gli ambienti erano ancora molto umidi.

Tra gli studi che miravano a stabilire criteri precisi per l'abitabilità in funzione dell'umidità dei muri ricordiamo quelli del professor Pagliani<sup>14</sup> che prendeva in considerazione il rapporto tra peso del campione di muratura umido e peso secco, quello dottor O. Casagrande<sup>15</sup> che propose dei metodi, per giudicare dell'abitabilità sia delle case vecchie che delle nuove, che si basavano sulla relazione tra umidità dell'aria degli ambienti e umidità delle murature, quello dell'ingegnere Riccardo Bianchini<sup>16</sup> di Torino del 1905 i cui risultati confermavano come tra i muri in mattoni, pietrame e fasce in mattoni, mattoni forati e cemento armato, la tipologia costruttiva che dava maggiori garanzie di salubrità era quella in mattoni forati.

---

<sup>11</sup> Spataro D., op. cit.

<sup>12</sup> Ceselli M., *Valutazione della quantità d'acqua contenuta nei muri*, in "Annali della Società degli Ingegneri ed Architetti Italiani", Roma, 1890.

<sup>13</sup> Corradini F., *La casa nuova e le abitazioni salubri, conferenza tenuta il 24 ottobre 1890 nel Salone della Prima Esposizione Italiana di Architettura in Torino*, Torino, 1891.

<sup>14</sup> Somigliano E., *Studio pratico del nuovo metodo del prof. Pagliani per la valutazione dell'umidità nei muri delle case*, Torino, 1901.

<sup>15</sup> Casagrande O., *Sui metodi per giudicare dell'abitabilità delle case vecchie e nuove dal grado di umidità degli ambienti*, Torino, 1903.

<sup>16</sup> Bianchini R., *Intorno all'umidità di tipi differenti di muri*, Torino, 1905.



Fig. 4.13 – Il Progetto di Regolamento di Polizia urbana e rurale della città di Palermo del 1856.

#### 4.3.2 - L'istanza di salubrità nei Regolamenti edilizi e di igiene a Palermo tra XIX e XX secolo

Nel *Progetto di riforme topografiche e decorative della città di Palermo* del 1860 il decoro e la qualità della città venne misurato anche sulle esigenze igieniche. Erano previste, oltre a tutte quelle strutture che caratterizzavano una città moderna e che contribuivano al miglioramento delle condizioni igieniche, l'apertura di due grandi arterie di larghezza pari ad ottanta palmi<sup>17</sup>, pari a circa venti metri, che, disposte parallelamente alle due principali strade storiche, *Toledo* (l'attuale Corso Vittorio Emanuele) e *Maqueda*, avrebbero diviso la città in sedici grandi rioni rettangolari e avrebbero consentito la creazione di piazze e slarghi in corrispondenza delle aree più malsane.

Nel 1863 venne pubblicato il Nuovo Regolamento Edilizio della Città di Palermo che avrebbe dovuto attuare le indicazioni del *Progetto di riforme topografiche e decorative della città di Palermo* del 1860. Riguardo alla questione igienica ed al problema del soleggiamento delle fronti in funzione della larghezza delle strade e dell'altezza degli edifici, il Regolamento imponeva un'altezza massima degli edifici pari a 60 palmi (circa 15,50 metri) per le strade esistenti di larghezza superiore a 30 palmi (circa 8 metri), proponendo quindi un rapporto massimo uno a due. Se la strada esistente era di larghezza minore, le fronti degli edifici non potevano in ogni caso essere maggiori di 45 palmi (circa 11,50 metri). Inoltre, erano previste due tipologie di nuove strade, quelle larghe 80 palmi (circa 21 metri) nelle quali gli edifici non avrebbero superato gli 84 palmi (circa 22 metri), e quelle larghe 60 palmi con edifici alti al massimo 74 palmi (circa 19 metri); da ciò si deduce come il rapporto tra larghezza stradale ed altezza delle fronti edilizie venne ridotto per i nuovi tracciati stradali, anche fino ad un rapporto uno ad un, considerato dagli igienisti il rapporto ideale, a vantaggio delle condizioni di salubrità.

*Articolo 73 – l'altezza delle case da costruirsi, o ricostruirsi, e da rialzarsi sarà in rapporto alla larghezza delle vie con le quali confrontano, e quindi per esse e per quelle che verranno elevate nelle antiche strade come sarebbero Corso Vittorio Emanuele e via Maqueda, e per altre secondarie, di cui la larghezza sia maggiore di palmi trenta, l'altezza non potrà eccedere palmi sessanta; e per quelli esistenti o da elevarsi in antichi vicoli, o strade di larghezza minore di palmi trenta la massima altezza sarà di palmi quarantacinque. Per le strade poi che si apriranno nuove, quando saran larghe palmi ottanta, l'elevazione dei fabbricati resta fissata a palmi ottantaquattro; e quando larghe palmi sessanta, a palmi settantaquattro. Negli angoli formati dall'intersezione di due vie di differente larghezza l'altezza dei fabbricati sarà calcolata secondo la larghezza della strada maggiore in tutti i quattro angoli, e nelle rispettive risvolte salvo ciò che è detto nell'articolo seguente*

<sup>17</sup> Un palmo è pari a 25,8 cm.

*Articolo 74 – nelle nuove strade l'altezza dei fabbricati dovrà essere sempre uguale per tutta la linea nelle antiche l'altezza dovrà, per quanto possibile, essere regolata ed armonizzata con quella delle fabbriche esistenti, procurando sempre di non sorpassare i limiti assegnati nell'articolo precedente.*

Riguardo questo articolo, un commentatore, sul giornale *La Forbice*<sup>18</sup>, sottolineava come questa disposizione avrebbe avvicinato Palermo alle grandi città europee.

In merito alla larghezza delle fronti, l'articolo 76 dello stesso regolamento così si esprimeva:

*Articolo 76 – i nuovi edifici che si erigono nelle strade novelle avranno una larghezza non minore di palmi sessanta, quando la loro altezza è di palmi ottantaquattro; e non minore di palmi quaranta, quando saranno alti palmi settantaquattro: ove l'altezza non sia quella provveduta in quest'articolo, si conserverà il rapporto sopra indicato.*

La necessità di realizzare fronti non troppo estese era dettata anche da problemi di carattere igienico. Nel caso di apertura di nuove arterie nel tessuto consolidato e compatto, la realizzazione dei cosiddetti *prospetti decorativi*, che davano unità alle porzioni degli edifici risultanti dai tagli, precludeva infatti l'efficacia della tanto auspicata aerazione per *effetto canyon*. La realizzazione di fronti molto estese avrebbe infatti interrotto il sistema capillare di vicoli che caratterizzava la città storica, impedendo in questi un'adeguata ventilazione. Sul già citato giornale "La Forbice" lo stesso commentatore, faceva inoltre notare come un rapporto altezza larghezza degli edifici quasi pari a due avrebbe reso i prospetti troppo smilzi, facendoli somigliare a dei *cascavaddi*<sup>19</sup>, un tipico formaggio locale dalla forma stretta e lunga.

Anche i balconi furono oggetto di specifiche prescrizioni dettate dalla necessità di garantire aria e luce anche ai piani più bassi, per tale ragione se ne proibì la realizzazione ad altezza inferiore di 19 palmi (4,90 metri) e si limitò lo sporto a circa 65 cm.

*Articolo 78 – È vietata la costruzione di balconi all'altezza infra palmi diciannove dal suolo, il loro sporto non eccederà palmi due e mezzo; le mensole, ed i parapetti saranno di ferro, di fabbrica, o di marmo, ma sempre lavorati a disegno.*

Il Regolamento consentiva, per agevolare l'asciugatura delle murature esterne, di lasciare i prospetti privi di rivestimento per non più quattro mesi; solamente le costruzioni realizzate con conci squadrate o con mattoni potevano mantenersi privi di paramento:

---

<sup>18</sup> *Regolamento Edilizio*, in "La Forbice. Gazzetta popolare di Sicilia", n. 259, Palermo 1863.

<sup>19</sup> *Regolamento Edilizio*, op. cit..

*Articolo 94 – tutte le fabbriche nuove, e quelle che si restaureranno dovranno essere fra quattro mesi dopo compiuta la fabbricazione o riparazione colorate o intonacate dai rispettivi cornicioni.*

*Articolo 95 – si possono lasciare senza intonaco le sole fabbriche esistenti, o future, di pietra d'intaglio, o laterizie diligentemente condotte.*

Le nuove disposizioni del Regolamento edilizio del 1863, che prevedevano tra le altre cose l'apertura di grandi arterie - anche se non attuate nella loro totalità - condussero comunque ad una trasformazione delle fronti di tutti gli edifici; tra le disposizioni transitorie troviamo<sup>20</sup>:

*Articolo 3 – tutti i balconi dè quali la piattabanda sia meno alta di palmi quindici dal suolo della strada o dal marciapiede saranno improrogabilmente demoliti in un termine di due mesi, per le strade Corso Vittorio Emanuele e Maqueda, e per le altre infra quel tempo che sarà assegnato caso per caso dalla Commissione.*

Come già accennato, altre norme che indicavano le modalità ed i criteri per il risanamento della città erano dettate dai *Regolamenti di Polizia Urbana e Rurale* e dai *Regolamenti di Igiene*.

Nel 1856 venne pubblicato un *Progetto di Regolamento di Polizia Urbana e Rurale per la Città e i Sobborghi di Palermo* con relativi Regolamenti allegati, progetto compilato da due componenti del Decurionato della Città di Palermo G. Palizzolo e A. Pampelone. Il regolamento si ispirava a quelli vigenti nelle più grandi città del regno e di altri Paesi: *Nella confezione di siffatto lavoro si ebbe giusto riguardo agli elementi riuniti con assidua cura dal Magistrato Municipale e a quant'altro la vasta materia offre di più importante, secondo i sistemi attualmente in osservanza presso le più cospicue città del Regno e dello Straniero*<sup>21</sup>.

Come si deduce dalla lettura degli articoli, anche in questo caso l'umidità è sempre annoverata tra le principali cause di insalubrità sia per gli edifici esistenti che per quelli di nuova realizzazione; per questi ultimi era previsto un periodo di un anno prima che potessero essere occupati, nel caso di rifacimento parziale di pavimenti, intonaci e murature il tempo si riduceva a sei mesi:

*Art 130 – le case a pian terreno, dichiarate per la umidità dannose agli abitanti, se non potranno ricostruirsi, saranno chiuse per disposizione dell'Autorità municipale, e il proprietario che le avrà date in fitto incorrerà nella contravvenzione.*

---

<sup>20</sup> Per una trattazione completa dell'argomento vedi, Fatta G., *Il balcone nella tradizione costruttiva palermitana*, Palermo, 2003.

<sup>21</sup> *Progetto di Regolamento di Polizia Urbana e Rurale per la Città e i Sobborghi di Palermo*, Palermo, 1856.

*Art 131 – Gli edifici in tutto o in parte ricostruiti di pianta, non sono abitabili se non dopo un anno da che i lavori saranno compiuti. Ne' casi di restauri di tetti, di pavimenti o d'intonachi alle mura, lo saranno dopo sei mesi.*

I regolamenti allegati specificavano cause di insalubrità dei luoghi all'aperto ed al chiuso, individuando nella respirazione di arie malsane, assunzione di bevande o farmaci nocivi o adulterati e nel contatto con generi, persone ed animali infetti, le cause che minacciavano la salute pubblica. L'aria poteva risultare malsana per coltivazioni o attività produttive che la rendevano insalubre, ma anche per le esalazioni nocive prodotte dai materiali adoperati nelle case nuove o ristrutturate: *perché l'umido e le esalazioni della calce fresca, riescono incommode e nocive alla economia animale.*

Infine, con particolare riferimento agli stabilimenti pubblici e alle prigioni, venivano suggeriti una serie di accorgimenti atti al mantenimento della salubrità dell'aria; per queste ultime si doveva evitare il sovraffollamento dei locali, in generale, per garantire una ventilazione adeguata si proponeva la realizzazione di finestre situate a riscontro, o l'uso di *ventilatori di Hales*).

***Regolamenti allegati al Regolamento di Polizia Urbana e Rurale:  
Regolamento di servizio sanitario interno, sanzionato da S. M. secondo lo art. 20  
della legge del 20 ottobre 1819.***

*Titolo preliminare*

*Art 1 – la salute pubblica può venir compromessa nell'interno del regno:*

- 1. dalla respirazione delle arie malsane;*
- 2. dall'uso de' cibi, delle bevande e dei farmaci nocivi;*
- 3. dal contatto con generi, con persone, o con animali di già attaccati da un contagio qualunque.*

*[...]*

*Titolo 1*

*Delle arie malsane*

*Art 3 – Le arie o sono malsane di lor natura, o lo diventano per fatto dell'uomo.*

*Art 4 – Le arie malsane di lor natura che possono essere oggetto di pubblica amministrazione sono quelle dipendenti dai ristagni di acque in forma di laghi chiusi, o in forma di paludi, ai quali non sia strettamente impossibile di darsi uno scolo qualunque.*

*Art 5 – Le arie diventano malsane per fatto dell'uomo, allorché si lasciano alterare dalle esalazioni nocive, dipendenti:*

1. *dalla coltivazione del riso;*
2. *dalla macerazione de' lini e de' canapi;*
3. *dalle stalle;*
4. *dalle pubbliche sepolture;*
5. *dalle prigioni e dagli stabilimenti pubblici;*
6. *dalle case nuove o di fresco rinnovate;*
7. *dagli stabilimenti e fabbriche di industria;*
8. *dai depositi di generi guasti;*
9. *dalle fogne;*
10. *degli accumulamenti delle immondezze e delle acque guaste in mezzo agli abitati.*

[...]

*Art 10 – Perché nelle prigioni e negli stabilimenti pubblici le arie non diventino malsane, si deve attendere colla più scrupolosa esattezza:*

1. *a far che si evitino gli affollamenti, e che in ciascuna stanza non sia rinchiuso fuorché un discreto numero d'individui, onde la respirazione non si renda difficile e pernicioso per gli aliti di coloro che vi dimorano;*
2. *a far mantenere la massima nettezza e proprietà ne' pavimenti delle stanze, e ne' luoghi immondi, non meno che ne' letti, nelle biancherie, e negli abiti di tutti coloro che vi soggiornano a qualunque titolo;*
3. *a far serbare nelle stanze la più libera ventilazione possibile, sia per mezzo di finestre situate a riscontro, sia per mezzo de' ventilatori di Hales, onde l'aria vi resti continuamente recintata per la maggior facilità e salubrità della respirazione.*

*Art 11 – Le case costrutte di pianta non possono essere abitate da chicchessia, se non dopo il decorso di un anno intero a contare dal giorno in cui sono state terminate d'intonaco, perché l'umido e le esalazioni della calce fresca, riescono incommode e nocive alla economia animale.*

*Se sia costrutta di pianta, non l'intera casa, ma solo un piano, o una sola stanza alla medesima appartenente, deve valer la stessa regola per il piano, e per la stanza di fresco costruita.*

*le case, piani o stanze non costrutte di pianta, ma semplicemente restaurate di tetti, di pavimenti, d'intonaco ecc. non possono essere abitate se non dopo il decorso di sei mesi a contare dal giorno in cui son terminate le restaurazioni.*

Nel 1888 venne emanato un nuovo *Regolamento di Igiene e Polizia della Città di Palermo*<sup>22</sup>,

---

<sup>22</sup> **Regolamento di Igiene e Polizia della Città di Palermo 1888**  
**Capo 1**



---

**Delle case e dei luoghi abitati**

Art. 2 – È vietata l'abitazione di case che sieno umide, sudicie, buie, male aerate od incapaci di difendere dalle intemperie [...]

Art 3 – Le case di nuova costruzione e quelle nelle quali principalmente siensi già eseguite ampliamenti o rilevanti restauri interni, non possono essere abitate se non rispondano alle condizioni seguenti:

- a) che non vi sia difetto di aria o di luce
- b) che siano provvedute di latrine ben costruite e dalle quali non possano emanare esalazioni od infiltramenti dannosi;
- c) che gli acquai ed i condotti di scarico delle acque immonde e di rifiuto sieno costruiti in modo da non pregiudicare i serbatoi o condotti d'acqua potabile e da essere facile la loro ispezione e ripulitura;
- d) che siano fornite di acqua potabile.

Le case di nuova costruzione e quelle ricostruite in parte non possono essere abitate se non dopo trascorso un anno dal giorno in cui è stato ultimato l'intonaco, il quale giorno sarà precisato dall'autorità comunale.

[...]

Quando trattasi di case semplicemente riadattate, queste non potranno essere abitate se non dopo tre mesi dal giorno in cui furono ultimati i restauri [...]

[...]

Art 6 – I locali sotto il livello del suolo non possono essere abitati, salvo il caso di una speciale autorizzazione della Giunta, sul parere della Commissione sanitaria.

I locali però a livello del suolo o poco elevati possono abitarsi quando rispondano alle seguenti condizioni:

- a) che siano provvisti di finestre di riscontro, capaci di farvi penetrare la quantità d'aria e di luce necessaria;
- b) che il pavimento sia tale da escludere la produzione di umidità;
- c) che abbiano una capacità minima di 40 metri cubi e l'altezza minima di tre metri.

[...]

**Capo 2**

**Degli edifici e degli stabilimenti pubblici**

Art 18 – I locali destinati a raccogliere, a qualunque scopo, molte persone devono essere forniti di acconcio sistema di ventilazione e provveduti di anditi larghi e di aperture sufficienti, perché la circolazione sia libera, anche nei casi di straordinaria affluenza.

Essi devono essere provvisti di latrine e d'orinatori con acqua corrente ed in numero sufficiente ai bisogni.

Trattandosi di scuole, collegi e simili stabilimenti, è obbligatorio un locale per la ricreazione.

[...]

Art 25 – Non sarà permessa l'apertura di scuole pubbliche o private, collegi, ospizi, asili, teatri, bagni pubblici e simili istituzioni senza la denuncia preventiva, almeno di 15 giorni, all'autorità municipale, perché questa, accertata la salubrità, solidità e sicurezza dei locali e la conveniente loro ampiezza, in proporzione al numero ed alla qualità degli individui che devono accogliere, possa accordare il necessario permesso.

[...]

Art 26 – I direttori di asili infantili, giardini d'infanzia e di scuole infantili di ricreazione, nonché tutti gli insegnanti di scuole pubbliche e private ed i rappresentanti di pubblici stabilimenti hanno l'obbligo di denunziare all'autorità comunale i casi di malattia e di morte per morbillo, scarlattina, vajuolo, difterite ed altre malattie contagiose ed infettive verificatisi nelle persone che frequentano la scuola o vivono negli stabilimenti

[...]

Art 31 – la stagnatura dei vasi da cucina e di qualsiasi vasellame deve farsi con stagno puro o con leghe riconosciute affatto innocue dalla Commissione Sanitaria.

[...]

Art 152 – L'aceto è reso impuro dalla presenza dell'arsenico, dei sali di piombo e di rame provenienti dai vasi.

[...]

Art 154 – Sarà proibita la vendita delle paste dolci, bomboli, zuccherini e confetti se colorati colle sostanze vegetali di azione nociva (giallo di gomma gotta, rosso di filolacca, azzurro di aconito napello) e molto più se la loro colorazione procede da composti minerali quali il Verde di Vienne, il Verde Vita; ed altri consimili minerali di azione venefica, quali



Fig. 4.14 – Il *Regolamento di Igiene e Polizia della Città di Palermo* del 1888, poneva alla base delle condizioni di salubrità la luce, l'aerazione e la assenza di umidità.

che segue di un anno la *Relazione della Commissione consiliare pel Risanamento della Città*<sup>23</sup> redatta da A. Paternostro a supporto del piano dell'ingegnere Felice Giarrusso approvato nel 1885. Si riteneva infatti che la condizione edilizia palermitana fosse tale da richiedere interventi di risanamento finalizzati fondamentalmente al diradamento la vecchia città<sup>24</sup>. Il diradamento non prevedeva però la rapida demolizione di interi rioni, bensì la graduale trasformazione di essi, come è documentato dall'approfondito e dettagliato elenco di edifici da diradare che corredata la *Relazione della Commissione consiliare pel Risanamento della Città*. Nell'elenco, diviso per mandamenti, sono compresi anche i baluardi della vecchia città murata.

Il *Regolamento di Igiene e Polizia della Città di Palermo* del 1888, ponendo alla base delle condizioni di salubrità la luce, l'aerazione e la assenza di umidità, vietava la permanenza di persone in case umide, scarsamente aerate, buie e non protette dalle intemperie, quelle di nuova costruzione o ristrutturate in cui non fossero presenti latrine ed acqua corrente. I locali al di sotto del suolo non potevano essere abitati e quelli al piano terra potevano esserlo solo se provvisti di finestre a riscontro, pavimentazioni in grado di garantire contro l'umidità. Gli ambienti dovevano inoltre avere un'altezza minima di tre metri e una cubatura minima di 40 metri cubi.

Negli edifici pubblici si doveva prevedere un apposito sistema di ventilazione, in particolar modo l'apertura di scuole, collegi, ospizi, asili, teatri e bagni pubblici era condizionata al rilascio di autorizzazione da parte dell'autorità municipale, previa verifica delle condizioni di salubrità e igiene dei locali. Inoltre, per le scuole doveva essere previsto anche un locale per la ricreazione. Nel *Regolamento* i pericoli derivanti da avvelenamento causato da sostanze coloranti era ancora correlato all'ingestione di queste attraverso gli alimenti e non si faceva ancora riferimento ai pericoli derivanti dalle pitture a base di biacca di piombo o di arsenico per uso edilizio. Tra i pigmenti banditi come coloranti per alimenti erano inclusi: tra quelli vegetali il *giallo di gomma gotta*, il *rosso di filolacca*, l'*azzurro di aconito napello*; tra quelli minerali il *Verde di Vienne*, il *Verde Vita*, gli *arsenicati di rame*, il *Bleu di Prussia* (cianuro di ferro), gli *ossidi di*

gli arsenicati di rame, il *Bleu di Prussia* (cianuro di ferro), gli ossidi di piombo, il giallo cromo (cromato di piombo), il cinabro (solfuro rosso di mercurio, il rosso di anelina arseniccate).

<sup>23</sup> Cfr. A. Paternostro et alii, *Relazione della Commissione consiliare pel Risanamento della Città*, "Aeramento", pag. 16, Palermo 1888.

<sup>24</sup> A Palermo, a quella data, la superficie media per abitante, nei quattro mandamenti interni, era pari a 10.73 mq; il più densamente popolato risultava il mandamento di Castellammare in cui si registrò la densità di mq. 8.93 per ab. Se analoghe considerazioni si volessero estendere al n. degli ab. per chilometro quadrato, si avrebbe in Palermo la media di n. 94920 per quattro mandamenti interni, e nel solo mandamento di Castellammare di n. 113.030. Nel ventennio 1861-1881 si osservò anche la tendenza ad un forte incremento della popolazione nei quattro quartieri interni racchiusi nei limiti determinati dagli antichi baluardi; tale incremento fu pari alle percentuali del 11.89, nel mandamento Tribunali, del 13.91 nel mandamento Monte di Pietà, del 5.60 nel mandamento Palazzo Reale, del 5.12 nel mandamento Castellammare, per un totale medio del 9.13%; cfr. Ministero Agricoltura, Industria, Commercio, Direzione Generale della Statistica, *Censimento della popolazione del Regno d'Italia del 1881*, vol. I parte II. cit. in: A. Paternostro et alii, *Relazione della Commissione consiliare pel Risanamento della Città*, pag. 16, Palermo 1888.

*piombo, il giallo cromo (cromato di piombo), il cinabro (solfuro rosso di mercurio), il rosso di anelina arsenicale.*

Il controllo del rispetto delle disposizioni contenute nei Regolamenti di Igiene e Polizia Urbana era demandato alla *Sezione di igiene e di polizia sanitaria* dei *Servizi di Igiene e di Assistenza sanitaria del Comune di Palermo*<sup>25</sup>. La sezione si occupava anche della vigilanza igienica del suolo, dell'abitato e dell'annona. Tra i componenti erano presenti un medico

---

<sup>25</sup> **Statuto organico per i servizi di igiene e di assistenza sanitaria del Comune di Palermo, 1897**

[...]

2 - Sezione di igiene e di polizia sanitaria

Art. 6. – Lo, sezione Igiene e Polizia sanitaria comprende:

la profilassi delle malattie infettive;

la vigilanza igienica del suolo, dell'abitato e dell'annona;

la polizia veterinaria;

la polizia mortuaria.

Art. 7. – I servizi indicati nell'articolo precedente sono affidati al seguente personale:

un medico igienista capo-sezione;

due medici ispettori d'igiene;

un ingegnere sanitario;

un ispettore veterinario;

un vice-ispettore veterinario;

due medici necroscopi;

sei vigili sanitari;

un delegato per le disinfezioni.

Art. 8. – Il medico igienista, capo di questa sezione cura il buon andamento di tutti i servizi da essa dipendenti, ed attende più specialmente alla profilassi delle malattie infettive dell'uomo. Nell'assenza dell'ufficiale sanitario ne fa le veci, previa autorizzazione del Prefetto.

Art. 9. – Gli Ispettori d'igiene coadiuvano il capo sezione e vigilano:

1. sulle condizioni igieniche delle fabbriche e degli opifici, e sull'abitabilità delle case di nuova costruzione o in parte rifatte e in genere su quanto concerne l'igiene del suolo e dell'abitato;
2. sull'igiene degli alimenti e delle bevande ed oggetti di uso domestico, nonché sugli spacci soggetti a vigilanza, sanitaria a norma dell'art.22 della legge 22 dicembre 1888 N. 5849;
3. sulle scuole pubbliche e private, scuole di custodia per l'infanzia e sugli asili infantili;
4. sul servizio di disinfezione, nel domicilio degli ammalati, e nell'apposita stazione municipale
5. sul servizio di polizia mortuaria.

Art. 10. – Nelle attribuzioni segnate alla lettera a) dell'articolo precedente gli Ispettori d'igiene saranno coadiuvati, dall'ingegnere sanitario; in quelle indicate alla, lettera c) dai medici condotti ed in quelle cennate alla lettera e) dai medici necroscopi. Avranno inoltre alla loro dipendenza i vigili sanitari.

Art. 11. – L'Ingegnere sanitario coadiuva gli Ispettori nella vigilanza igienica del suolo e dell'abitato, ed esegue le ispezioni tecniche e gli altri incarichi di sua competenza, che gli saranno commessi dall'Ufficiale sanitario.

[...]

**Ispezione sanitaria delle scuole**

Art 67 – È obbligo di tutti i medici condotti sia di città che di borgata di visitare le scuole primarie pubbliche e private, gli asili infantili e le scuole per custodia d'infanzia.

Le visite alle scuole si faranno senza preavviso, almeno due volte al mese in tempo ordinario, e più spesso quando se ne presenta il bisogno. Hanno per iscopo di verificare se fra gli alunni o le persone addette alle scuole sianvi malattie attaccatice e di riconoscere se i locali abbiano sufficiente aerazione, luce e pulizia.

igienista capo-sezione, due medici ispettori d'igiene, un ingegnere sanitario, un ispettore veterinario, un vice-ispettore veterinario, due medici necroscopi, sei vigili sanitari ed un delegato per le disinfezioni.

Gli Ispettori d'igiene vigilavano sulle condizioni igieniche delle fabbriche e degli opifici, e sull'abitabilità delle case di nuova costruzione o in parte rifatte e in genere su quanto concerneva l'igiene del suolo e dell'abitato. L'ingegnere sanitario ed i medici condotti si occupavano in modo specifico della salubrità delle scuole pubbliche e private, delle scuole di custodia per l'infanzia e degli asili infantili.

#### **4.3.3 - Il Casellario Ecografico Sanitario:**

##### Il tentativo di una "storia sanitaria" di ogni singola casa di una città

La correlazione tra sanità pubblica e condizioni igieniche degli edifici aveva assunto già a fine Ottocento un'evidenza scientifica. Nei primi anni del Novecento, infatti, l'esame delle tavole di mortalità annua per malattie infettive nelle principali città italiane dimostrava una diminuzione progressiva delle morti per vaiolo, morbillo, scarlattina, tifo, difterite, pertosse, per le quali si erano sperimentate cure efficaci, ma evidenziavano un valore stazionario, o addirittura in aumento, riguardo all'incidenza della tubercolosi.

Le ragioni del fallimento dei metodi di profilassi diretta e indiretta di questa malattia erano da ricercare, nel primo caso, nella mancanza di una cura efficace e nel suo lungo decorso e nel rilevante numero di malati che non consentiva di ipotizzarne l'isolamento, nel secondo caso nelle precarie condizioni igieniche dell'edilizia del tempo.

Il problema assunse tali dimensioni da poter dire che la lotta alla tubercolosi diventò nei primi decenni del XX secolo un elemento in grado di indirizzare in molti casi anche scelte di carattere urbanistico, costruttivo ed architettonico:

*Il traslare le conoscenze di carattere sperimentale ai fenomeni demografici è sempre molto difficile, e quando si conosce assai bene che la luce solare diretta uccide il germe a o b in pochi minuti, è sempre difficile tradurre in valore sociale gli accertamenti. Però per la casa possediamo molti elementi di giudizio e dimostrazioni assolute della importanza della luce e dell'aria e quindi della buona casa di fronte alle malattie infettive e specialmente alla tubercolosi. È in seguito a questa constatazione e non per veduta teorica aprioristica generale che si asserisce da qualche studioso che la vera base della lotta antitubercolare deve consistere nella trasformazione della casa<sup>26</sup>.*

Poiché l'azione associata dell'essiccamento e della luce solare diretta, a differenza della luce diffusa, era in grado di ridurre la virulenza del bacillo tubercolare e di ucciderlo in poche ore,

---

<sup>26</sup> Lavatelli C., *La difesa igienica dei grandi centri urbani. L'Utilità del Casellario Ecografico Sanitario*, in "Rivista di Ingegneria sanitaria e di Edilizia Moderna", X, Torino 1913.

insolazione, ventilazione ed assenza di umidità venivano considerati fattori caratterizzanti l'igiene in edilizia. La tubercolosi era considerata *la malattia dell'addensamento e dell'oscurità*, risanamento edilizio e miglioramento igienico delle abitazioni diventarono pertanto il sistema di profilassi indiretta più efficace; questo concetto era condiviso da tutti gli igienisti che propugnavano la *casa igienica* come strumento per fortificare l'organismo e combattere la predisposizione alle malattie.

In questo clima era evidente come nella difesa della popolazione contro la tubercolosi, se i dispensari, i sanatori e gli ospedali svolgevano una funzione di primaria importanza, il risultato più apprezzabile si otteneva con il risanamento edilizio e con la trasformazione igienica della casa.

Al fine di indirizzare l'opera di risanamento l'azione degli ingegneri igienisti - supportata dagli studi dei medici igienisti - per colpire queste "abitazioni assassine" necessitava anzitutto di una profonda conoscenza della stessa, il che significava sapere dove si trovassero, quale fosse il loro grado di nocività, monitorarle giorno per giorno, classificarle per capire se fossero risanabili o meno: il solo sistema per arrivare a questa conoscenza approfondita delle abitazioni era, come si era già fatto nei primi anni del '900 a Parigi<sup>27</sup>, l'istituzione di un *Casellario sanitario delle case*.

Il Casellario Ecografico Sanitario – secondo la definizione datane da Rondani - doveva essere *l'istituzione che deve dare la vera storia sanitaria di ogni singola casa di una città, l'aspetto sanitario delle vie, degli isolati, dei quartieri, rappresentare cioè lo specchio della salute pubblica, e deve servire a stabilire una specie di storia clinica di ogni casa, potendosi, anzi dovendosi considerare tutte le case di una città come delle malate che hanno bisogno di cure e di rimedi, dell'opera del medico e dell'opera del chirurgo*<sup>28</sup>.

I primi Casellari Ecografici Sanitari furono istituiti in Italia a Torino, Milano<sup>29</sup> e Roma, ma per carenza di personale specializzato, erano previste ispezioni capillari da parte di tecnici, non raggiunsero quell'efficienza e quella completezza che avrebbero consentito una reale influenza su scelte urbanistiche e costruttive.

---

<sup>27</sup> Juillerat P., *L'habitation urbaine. I Congrès d'Assainissement et de salubrité de l'habitation*, Paris, 1906.

<sup>28</sup> La definizione è riportata in Lavatelli C., *La difesa igienica*, op. cit..

<sup>29</sup> Ferrari C., *Il Casellario Sanitario delle Case e l'Ufficio dell'abitazione della città di Milano*, in "La Tubercolosi", Milano 1910.

## Capitolo 5

### Soleggiamento e illuminazione naturale. La città e l'edificio

*Luce, aria, calore, asepsi sono oggi i fattori della salubrità della casa; l'umidità, l'inquinamento, la mancanza di luce, il viziamento dell'aria, il mal regolato calore, la imperfetta difesa dall'ambiente esterno e dalle intemperie, il sudiciume, e nelle grandi città l'agglomeramento, per cui si aumentano i contagi, sono per contro i fattori della insalubrità<sup>1</sup>.*

Donato Spataro, 1908.

A partire dalla seconda metà del XIX secolo, i progettisti dovettero confrontarsi con i nuovi precetti dell'igiene non solo riguardo agli aspetti urbanistici, ma anche in relazione ai singoli edifici ed alla loro costituzione materico-costruttiva.

I primi due aspetti, urbanistico ed edilizio, erano posti in relazione dai due temi ai quali erano improntati i piani di risanamento urbano tra XIX e XX secolo: aria e luce. In particolare, facendo riferimento alle due diverse scale di intervento, il soleggiamento delle fronti degli edifici e l'illuminazione naturale degli ambienti, la ventilazione di strade e cortili e l'aerazione dei locali interni.

Era già convinzione diffusa che la luce solare contribuisse alla salubrità delle città e degli ambienti confinati attraverso l'azione battericida che esplicava sui microrganismi, contribuendo all'eliminazione dell'umidità dalle murature ed al riscaldamento degli ambienti; si riteneva inoltre potesse contribuire ad innescare flussi d'aria grazie alla differenza di temperatura tra le varie parti dell'edificio ed a migliorare le condizioni di igiene visiva, esigenza imprescindibile soprattutto nelle scuole.

A scala urbana, lo studio dei rapporti tra altezza degli edifici e larghezza delle strade, dell'orientamento, della lunghezza e della pendenza di queste, dell'orientazione degli isolati e dei singoli edifici consentiva di realizzare le migliori condizioni di soleggiamento finalizzate anch'esse all'azione battericida e all'eliminazione dell'umidità.

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. Il riferimento

---

<sup>1</sup> Spataro D., *Architettura sanitaria*, op. cit..

andava a tipologie edilizie specialistiche come gli studi di pittori, scultori e laboratori fotografici, nei quali anche l'espressione architettonica manifestava in modo esplicito il rapporto tra edificio e luce naturale finalizzato alla qualità della radiazione luminosa all'interno degli ambienti.

Proprio in questo senso l'uso del vetro contribuì alla creazione di un archetipo di architettura salubre, tutt'oggi attuale, con le più importanti realizzazioni legate alle Esposizioni ottocentesche, agli interventi a scala urbana come le gallerie, ma anche con semplici complementi di architettura come le serre ed i giardini d'inverno.

### 5.1 - Precetti igienico-salubri della fine del XIX secolo

Come è noto, l'edilizia e l'urbanistica ottocentesca furono fortemente improntate ai principi dell'igiene ed al risanamento concepito come miglioramento delle condizioni di *illuminamento, aerazione, salubrità dell'aria, dell'acqua e trattamento delle acque reflue*.

Nel corso della seconda metà del XIX secolo, infatti, il riconoscimento scientifico della funzione battericida della luce solare, della nefasta influenza dell'umidità in rapporto alla salubrità degli edifici, e dell'aerazione come mezzo imprescindibile per la profilassi indiretta di molte malattie infettive, portò ad un approfondimento della trattazione non solo fisica e geometrica, ma anche degli aspetti igienici, delle condizioni di insolazione, illuminazione e ventilazione sia nella progettazione del tessuto cittadino, sia nella ripartizione volumetrica degli spazi e nella scansione dei vuoti e dei pieni.

Così, i trattati di ingegneria e architettura sanitaria del tempo, supportati dai nuovi sviluppi della biologia chimica, della fisica e della medicina, sintetizzarono in semplici precetti soluzioni architettoniche che ispireranno la redazione dei Regolamenti edilizi dell'epoca.

Come veniva spesso sottolineato, *il desiderio degli igienisti è quello che sia assicurato il beneficio della insolazione a tutti gli inquilini d'una casa anche nei giorni più corti dell'anno, quando l'azione del sole è di breve durata, onde ottenere allora l'asciugamento dei muri e il ricambio dell'aria delle strade*<sup>2</sup>.

Per comprendere l'importanza attribuita all'azione del sole sulla salubrità degli edifici, e così pure riguardo all'aerazione, basti ricordare che si sosteneva, ad esempio, che il semplice riscaldamento della parte superiore degli edifici potesse innescare moti ascensionali dell'aria, tali da garantire la ventilazione delle strade ed addirittura una differenza di pressione in grado di provocare l'estrazione dell'aria infetta o umida contenuta all'interno dei pori dei materiali da costruzione e conseguente bonifica di questi ultimi.

Inoltre sembra opportuno sottolineare quanto le norme riguardanti l'igiene e la salubrità abbiano influenzato anche la progettazione architettonica della fine del XIX secolo. Un esempio

CAPITOLO SEPTIMO  
 ENRICO ENTELE A LE MYRA DELLA CITTA CON LE DIVISIONI  
 di della Area e che da ogni suo spazio tessile di del Tante delle cose. Es de gli An  
 gion a quali regno di non, sono state per solido e pure tale unione con  
 nella del fregata del gido, sono di della salubrità con, nel gion  
 di della Area e l'ordine che la possibile fare che la Strada,  
 Edizione alla parte di l'Alte par la si  
 quelle per tale ordine.



<sup>2</sup> Spataro D., op. cit.

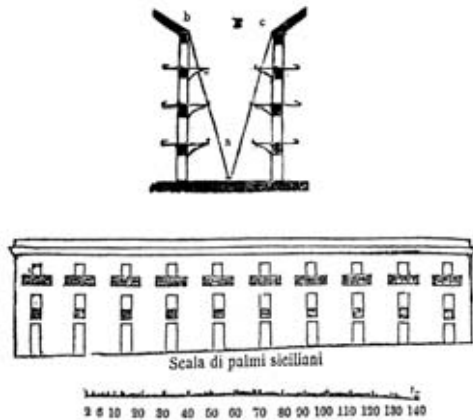


Fig. 5.2 – Influenza delle dimensioni dello sporto dei balconi sulle condizioni di illuminazione delle strade secondo l'architetto Enrico Salemi (da Fatta).

Fig. 5.1 – (a sinistra) L'orientamento del reticolo urbano in funzione dell'orientamento e dei venti dominanti (da Vitruvio).

per tutti può essere ritrovato nelle prescrizioni che contribuirono alla trasformazione delle fronti degli edifici nella Palermo ottocentesca: le altezze dei fabbricati, la scelta dei materiali da costruzione, l'eliminazione dei corpi aggettanti rispetto al prospetto o la riduzione di questi ultimi per garantire migliori condizioni di illuminazione. Come si è affermato, la necessità di garantire un'efficace illuminazione era tale che il *Progetto di Regolamento edilizio della città di Palermo* del 1863 proibiva la realizzazione di sporti ad un'altezza da terra inferiore a circa 5 metri.

Ricordiamo che l'architetto palermitano Enrico Salemi affermava la necessità di ridurre lo sporto dei balconi più alti piuttosto che quelli posti in basso, erano infatti i primi quelli che intercettavano la luce, mentre le limitazioni imposte dal regolamento privavano le abitazioni dei piani bassi, meno illuminate e meno aerate, della possibilità di avere uno spazio all'esterno.

L'aspetto igienico non veniva comunque considerato prevalente rispetto a quello estetico; a difesa di quest'ultima questione, non certo secondaria, lo stesso architetto sottolineava quanto fosse poco opportuno, per ottenere dei rapporti gradevoli tra i diversi piani dell'edificio, imporre un'altezza minima dei balconi più bassi indipendente dall'altezza totale dell'edificio (Fig 5.2)<sup>3</sup>.

## 5.2 - La città ottocentesca disegnata dagli igienisti: larghezza, profondità, orientamento, lunghezza e pendenza delle vie

In occasione della *Prima Esposizione Italiana di Architettura* svoltasi a Torino nel 1890 l'ingegnere Francesco Corradini rilevava l'esigenza di redigere nuovi regolamenti edilizi atti ad impedire *la fitta agglomerazione di case insalubri nei centri popolosi, sostituendovi ampie strade, aria, luce, sole, piazze e giardini [...] bisogna seguirlo questo progresso dei tempi in nome della salute pubblica; quindi è necessario rifare i vecchi i vecchi regolamenti edilizi, acciò corrispondano ai nuovi bisogni reclamati dall'igiene*<sup>4</sup>.

Ma l'espansione della città ottocentesca e la disponibilità sempre più limitata di aree libere, rese più difficile l'applicazione di alcuni precetti dettati dagli igienisti riguardo, ad esempio, all'ubicazione dei nuovi edifici. Quasi mai era possibile infatti effettuare la scelta del luogo in cui costruire un nuovo edificio tenendo conto della qualità del suolo, dell'acqua di falda e del livello di quest'ultima, dell'esposizione ai venti predominanti. Nel caso fortunato in cui fosse stato possibile scegliere liberamente un'area, erano da preferire le zone pianeggianti in cui non ci fosse ristagno d'acqua come accadeva in *bassure, fondo valli, terreni freddi e acquitrinosi, sottratti all'effetto dei venti determinanti un'aerazione favorevole alla evaporazione e al*

<sup>3</sup> Fatta G., *Il balcone nella tradizione costruttiva palermitana*, Palermo, 2002.

<sup>4</sup> Corradini F., *La casa nuova e le abitazioni salubri, conferenza tenuta il 24 ottobre 1890 nel Salone della Prima Esposizione Italiana di Architettura in Torino*, Torino, 1891.



*prosciugamento del terreno*. Esposizione ideale era considerata quella a mezza costa ed orientata a sud-est.

In ambito urbano, per la realizzazione di nuovi servizi pubblici si evitava la scelta di quartieri bassi, densamente popolati o con presenza di industrie insalubri<sup>5</sup>.

Per i nuovi quartieri delle città della seconda metà del XIX secolo<sup>6</sup>, e per il risanamento di quelli storici, l'obiettivo degli igienisti era quello di assicurare il soleggiamento ed il ricambio d'aria a tutti i piani di un edificio, anche nei giorni più corti dell'anno, quando l'azione del sole era di breve durata. Per conseguire l'asciugamento dei muri ed il ricambio dell'aria nelle strade era tenuta in particolare riguardo l'orientazione delle vie.

Generalmente l'insolazione delle fronti edilizie era tenuta maggiormente in considerazione rispetto l'aerazione, ritenendosi infatti che per l'aerazione delle parti basse fosse sufficiente l'effetto delle correnti d'aria che si formano naturalmente dal basso verso l'alto e che lambiscono le pareti quando il sole riscalda la parte superiore del fabbricato; addirittura si pensava che tramite questo fenomeno si potesse ottenere anche *il richiamo verso l'alto dell'aria racchiusa nei pori del materiale da costruzione*. L'idea che in tal maniera si potesse ottenere un'azione purificatrice pone ancora una volta in evidenza come i materiali e gli stessi componenti edilizi fossero considerati non soltanto come elementi separatori, ma anche come filtri tra ambiente interno ed esterno.

Lo studio dell'orientazione degli edifici e dei sistemi atti a garantire le condizioni di soleggiamento e ventilazione ideali per gli stessi costituirono uno degli argomenti cardine della letteratura tecnica del tempo, che persero progressivamente importanza nei trattati a partire dalla metà del XX secolo, quando la disponibilità di energia e gli sviluppi della tecnica spostarono il problema dalla ricerca del rapporto ottimale dell'edificio con l'ambiente circostante, finalizzato al risparmio di risorse, allo studio dei sistemi tecnologici in grado di rispondere alle urgenti richieste dell'edilizia della ricostruzione post bellica.

I quattro parametri che, secondo la trattazione del 1891 dell'ingegnere A. Raddi<sup>7</sup>, influenzavano la salubrità degli edifici in rapporto alle caratteristiche delle strade - la profondità delle vie, la loro orientazione, lunghezza e pendenza - furono così tradotte in semplici

<sup>5</sup> [...] quando la scelta dell'area non sia libera, come avviene per le città, converrà evitare i quartieri bassi, meno ben tenuti per rispetto alla pulizia, ecc.; insufficientemente alimentati di acqua potabile; abitati da una popolazione troppo densa e trascurante delle norme igieniche; infestati da industrie insalubri; attraversati da fossi o corsi d'acqua corrotta, proveniente da scarichi di industrie, e nei quali esistano acque stagnanti, e siano assolutamente privi di vegetazione, per l'inesistenza di giardini privati o pubblici, o anche di semplici piantagioni stradali. (da D. Donghi Appendice)

<sup>6</sup> Già Leonardo da Vinci aveva intuito quale dovesse essere la condizione affinché si verificasse un buon soleggiamento: in una lettera a Lodovico il Moro, nella quale traccia il piano per la nuova Milano, scriveva al Principe che si sarebbero dovute fare le strade così ampie *come era l'universale altezza delle case*.

<sup>7</sup> Raddi A., *Profondità delle vie, loro orientazione, lunghezza e pendenza*, Torino, 1891.

**Fig. 5.3** – (a destra) Rapporto tra l'altezza degli edifici e larghezza delle strade in grandi città europee (da Raddi).

LOCALITÀ	LARGHEZZA DELLA VIA	ALTEZZA EDIFICI
1° Roma (Nuovo regolamento del 1867).		Una volta $\frac{1}{2}$ la larghezza stradale: minima m. 14, massima m. 24, comprese le arcate.
2° Torino (Decreti 11 giugno e 2 novembre 1862, 30 luglio 1863, 90 settembre e 24 novembre 1870).	Non min. di m. 8 a 12 Da m. 12 a 18..... Per le vie maggiori di m. 18 .....	m. 16,00 + 16,00 + 21,00
3° Milano (Regolamento 5 dicembre 1874).	Fino a m. 6 .....	m. 10,00
	Da m. 6 a 9 .....	+ 12,00
	" 9 a 12 .....	+ 20,00
	" 12 a 15 .....	+ 22,00
	Oltre i m. 15 .....	+ 24,00
4° Genova (Regolamento 12 ottobre 1874).	Fino a m. 7 .....	m. 12,00
	Da m. 7 a 10 .....	+ 15,00
	" 10 a 15 .....	+ 18,50
	Oltre i m. 15 .....	+ 22,50
5° Napoli (R. Decreto 11 febbraio 1880).	Fino a m. 10 .....	M. 10
	Da m. 10 in più .....	+ 10
6° Venezia (Regolamento mese di marzo 1882).	Fino a m. 3 .....	m. 8,00
	Da m. 3 a 4 .....	+ 9,00
	" 4 a 6 .....	+ 14,00
	" 6 a 7 .....	+ 16,00
	" 7 a 8 .....	+ 18,00
	" 8 a 10 .....	+ 21,00
	Oltre i m. 10 .....	+ 24,00
7° Bologna (Regolamento del 24 maggio 1874).	Fino a m. 3,50 .....	m. 12,00
	Da m. 3,50 a 7 .....	+ 14,00
	" 7 a 10 .....	+ 17,00
	Da m. 10 in avanti .....	+ 21,00
8° Spella (Regolamento del 19 maggio 1888).	Fino a m. 6 .....	m. 12,00
	Da m. 6 a 8 .....	+ 15,00
	" 8 a 10 .....	+ 18,50
	" 10 a 12 .....	+ 22,50
	Massima per piazze e larghi .....	+ 25,00
	Minima .....	+ 9,50
9° Parigi (1) (Regolamento 23 giugno 1884).	Fino a m. 7,50 .....	m. 12,00
	Da m. 7,50 a 9,75 .....	+ 15,00
	" 9,75 a 20,00 .....	+ 18,00
	Al di sopra di m. 20 .....	+ 20,00
10° Lione (1) (Pilat et Tancrey).	Fino a m. 8 .....	M. 18,00
	Da m. 8 a 10 .....	+ 19,00
	Al di sopra di m. 10 .....	+ 20,50
	Queste piazze di 50 m.	+ 22,00
11° Lilla (1) (Regolamento 1872. Le vie nuove destinate alla circolazione non debbono avere meno di 10 metri di larghezza; i passaggi non meno di 6 metri).	Al di sopra di m. 1,50 .....	m. 3,00
	" " 4,00 .....	+ 5,00
	" " 6,00 .....	+ 6,00
	" " 6,00 .....	+ 7,00
	" " 8,00 .....	+ 11,00
	" " 10,00 .....	+ 15,00
	" " 12,00 .....	+ 18,00
	" " 14,00 .....	+ 22,00
12° Igeantzi Tedeschi a Monaco (1)	Al di sopra di m. 12 .....	Non deve superare la larghezza della via.
	" " 20 .....	
	" " 30 .....	
13° Bakareot (1)	Fino a m. 8 .....	m. 6,00
	Da m. 8 a 11 .....	+ 10,00
	" 11 a 20 .....	+ 14,00
	Al di sopra di m. 20 .....	+ 17,00

(1) Dictionnaire de Miletius, Paris.

prescrizioni normative che, come vedremo, risultavano in alcuni casi completamente avulse dal contesto ambientale.

### 5.3 - Il rapporto tra altezza degli edifici e larghezza della sede viaria

Mettendo a confronto l'altezza degli edifici e larghezza delle strade in grandi città europee, Raddi sottolineava come in molti casi la relazione tra le due dimensioni avesse una *fisionomia sì strana che è impossibile di rintracciare il pensiero che ha servito per stabilirne il rapporto* (Fig. 5.3). La città che a quell'epoca dal punto di vista normativo imponeva la maggiore larghezza stradale era Torino, mentre in città come Milano, Bologna e Napoli si arrivava a rapporti tra altezza degli edifici e larghezza delle strade anche pari a due: in questi casi, qualunque fosse la latitudine della città, gli edifici privi di sole e luce risultavano umidi anche nei Paesi più caldi.

All'umidità si aggiungeva anche il problema della mancanza d'aria: da una parte le riconfigurazioni ottocentesche ed i piani di risanamento e decoro urbano con la realizzazione di *facciate decorative*<sup>8</sup> avevano portato alla chiusura di molti vicoli che affluivano alle arterie principali, riducendone la ventilazione trasversale e peggiorando le condizioni di salubrità dei più modesti edifici che continuavano ad essere abitati dietro queste sontuose fronti; dall'altra, il processo di saturazione degli spazi liberi nel tessuto urbano consolidato – particolarmente dei cortili interni agli edifici di pregio<sup>9</sup> – negava anche la funzione igienica di questi spazi che rappresentavano una *buona provvigione d'aria e di luce*.

L'importanza igienica attribuita ai cortili tra Ottocento e Novecento, soprattutto per le nuove *abitazioni a pigione* che qualificano le aree di espansione urbana, è sottolineata dagli studi del periodo che ne individuano forme e dimensioni in relazione all'illuminazione e all'aerazione. Al cortile chiuso, si sostituiscono già a fine Ottocento i caseggiati con pianta ad U o a T.

La forma e l'articolazione dell'edificio, la presenza di cortili avevano influenza sulle condizioni di salubrità in rapporto alle possibilità di soleggiamento. La forma lineare era preferita soprattutto per piccoli edifici, la forma ad H era invece adottata solo raramente, poiché

<sup>8</sup> Riguardo al tema Ottocentesco del risanamento urbano, Émile Trélat nella sua relazione del 1889 al *Congrès international d'Hygiène et de Démographie* svoltosi a Parigi, propone due differenti tipi di intervento per il risanamento delle città: in corrispondenza delle nuove grandi arterie nate dalla demolizione di vecchi edifici le nuove costruzioni saranno proporzionate in altezza alla larghezza delle strade, nelle strade a circolazione locale, piuttosto che procedere all'espropriazione *in verticale* per l'allargamento delle strade si procedere con l'espropriazione in orizzontale e la successiva demolizione di alcuni piani degli edifici che si affacciano sulla strada. Nel primo caso si rapporta la strada all'altezza degli edifici, nel secondo l'altezza degli edifici alla larghezza stradale. Quest'ultimo sistema aveva anche il vantaggio di creare abitazioni più salubri perché gli ambienti erano meglio distribuiti: gli edifici non subivano infatti quei tagli verticali assolutamente casuali prodotti dal primo modo di operare.

<sup>9</sup> "Fossangrives ha notato che, in un gran numero di città, certe ricche abitazioni posseggono, dopo la porta d'entrata, dei vasti cortili scoperti, in guisa che, penetrando per delle strette vie, si rimane sorpresi, nel varcare la soglia di dette case, di trovarle sì abbondantemente aerate". In Raddi A., *Profondità delle vie, op. cit.*

considerata la meno efficace per quanto riguardava la circolazione dell'aria che ristagnava nei due cortili che si venivano a formare. In ogni caso, i due corpi paralleli proiettavano ombra sul corpo centrale; per tale ragione anche negli edifici ad U o a rettangolo aperto il soleggiamento e l'aerazione, seppur migliori rispetto al caso precedente, non risultavano soddisfacenti. Ovviamente le condizioni erano ancora peggiori negli edifici a contorno chiuso quadrangolare o rettangolare, gli spazi chiusi erano la soluzione peggiore per la circolazione d'aria, l'ombreggiamento e la differenza di esposizione degli ambienti. Anche la pianta a stella poneva il problema della cattiva orientazione di almeno una coppia di bracci. Nel caso di grandi complessi, nonostante necessitasse di superfici molto superiori rispetto ai casi precedenti, il sistema a piccoli edifici isolati o a padiglioni era quello che consentiva una distribuzione efficace sia ai grandi che ai piccoli edifici.

Riguardo la trattazione analitica del problema del soleggiamento in funzione dell'altezza degli edifici e della larghezza delle strade, gli studi condotti in Germania da Vogt e da Knauff nel 1879 sull'insolazione delle fabbriche divennero la base delle trattazioni degli igienisti del tempo. Il più delle volte la larghezza delle strade era determinata in modo che anche il piano più basso dei prospetti esposti ad est, ad ovest o a mezzogiorno, nel giorno più sfavorevole dell'anno, il 21 dicembre, fosse illuminato. La larghezza della strada veniva quindi determinata in funzione della linea che delimitava l'ombra proiettata dagli edifici prospicienti. Passaro<sup>10</sup> nel 1893, ad esempio, applicava la teoria per l'Italia introducendo anche l'influenza della latitudine<sup>11</sup>: Per vie equatoriali, quelle cioè disposte secondo l'asse Est-Ovest, egli calcolava che le strade in Sicilia dovessero avere una larghezza paria ai 4/5 di quelle di Roma e quelle di Roma ai 4/5 di quelle del Nord Italia: in generale tra Nord e Sud il rapporto tra larghezza e profondità della strada variava tra 2,7 e 1,8. Tali rapporti risultavano però il più delle volte troppo elevati, per tale ragione, a fronte della mole di studi eseguiti, nei Regolamenti edilizi ci si limitò ad indicare una larghezza delle strade pari all'altezza degli edifici prospicienti.

Oltre ad esigenze derivanti dal soleggiamento delle fronti, notevole importanza era attribuita alla distanza degli edifici, in particolare delle scuole, dalle strade di grande transito, non solo per un problema di rumori, ma anche perché era già noto quanto fosse dannosa l'inspirazione di polveri provenienti dalla strada.

<sup>10</sup> Passaro L., *La luce solare nella casa*, in "L'Ingegneria Sanitaria", 1893

<sup>11</sup> La formula proposta da Passaro, rifacendosi alla trattazione di Vogt e Knauff, è espressa dalla:  $d_1 = H \cdot \cot(66^\circ,32' - \lambda) \cdot \sin \gamma$ , in cui  $\lambda$  è la latitudine, H l'altezza dell'edificio,  $\gamma$  l'angolo che l'asse della strada forma con la direzione N-S e  $d_1$  la distanza della linea d'ombra dalla base dell'edificio.

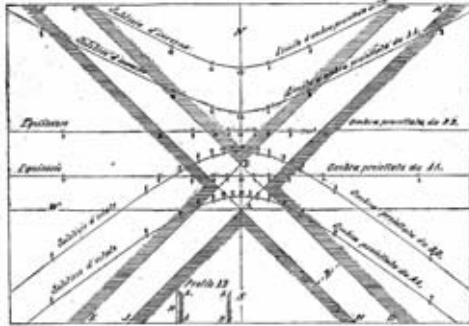


Fig. 5.4 – Profili delle linee d'ombra nel caso di orientamento intermedio delle strade (da Spataro).

#### 5.4 - L'orientamento delle strade

L'esame dei vantaggi e degli svantaggi delle varie orientazioni, basato sul principio generale che *d'inverno ci vuole pieno sole e piena luce; d'estate difesa dal calore e dai raggi diretti*, contribuì alla definizione del moderno aspetto delle nostre città ed al cambiamento delle consuetudini distributive e costruttive che caratterizzarono vecchie e nuove tipologie edilizie.

Poiché nelle *vie meridiane* i fabbricati hanno i prospetti rivolti ad est o ad ovest, la quantità di calore che essi ricevono d'inverno è più scarsa, mentre d'estate maggiore di quella che ricevono i prospetti rivolti a sud. Inoltre d'inverno, essendo piccoli i valori estremi dell'azimut e dell'altezza del sole, le fronti esposte ad est od ovest hanno bisogno di essere libere o di prospettare su strade molto larghe e con fabbricati prospicienti bassi. Tali prospetti ricevono il sole fin dall'alba (parete ad est) o fino al tramonto (parete ad ovest) proprio nelle ore del mattino e della sera, quando cioè gli strati bassi dell'aria sono molto umidi o più saturi di polveri, così, durante l'inverno, l'azione del sole su quelle pareti è piuttosto debole. D'estate invece, per la direzione quasi normale dei raggi solari, il riscaldamento è eccessivo. In passato si riteneva che la direzione quasi normale dei raggi, consentendo a questi ultimi di penetrare profondamente nei locali abitati, svolgesse una più efficace azione *microbicide*; ma ciò non era considerato sempre un vantaggio, perché, nella maggior parte dei casi, dall'azione così diretta dei raggi luminosi era considerata molesta agli occhi e deleteria alla mobilia e alle tappezzerie.

Per le *vie equatoriali*, l'esperienza dimostrava come il beneficio della insolazione d'inverno fosse assicurato in particolar modo dall'esposizione a mezzogiorno.

In estate la quantità di calore che riceve la parete esposta a sud è minore di quella che riceve la parete est od ovest, perché i raggi, per l'alta posizione del sole, colpiscono la parete nelle ore più calde con un angolo acuto. In inverno invece è più lunga l'azione del sole rispetto a quella sulle pareti rivolte ad est od ovest. Ed essendo appunto alto il sole è facile riparare le finestre e garantirsi dall'azione diretta dei raggi luminosi senza ridurre la luce che arriva in modo indiretto sui vetri.

Di notevole interesse risulta la trattazione dell'orientazione dei corpi di fabbrica anche in funzione della tipologia edilizia e della latitudine.

Se il vantaggio dell'orientazione da est ad ovest era considerato rilevante per corpi di fabbrica semplici, padiglioni, infermerie, baracche e scuole, nelle abitazioni era considerata svantaggiosa per il fatto che ai prospetti rivolti a sud corrispondevano altre parti della fabbrica rivolte a nord e particolarmente sfavorevole d'inverno, perché priva di insolazione e poco illuminata anche dalla volta celeste, la cui luminosità a nord è ridotta.

Questi difetti risultavano in alcuni casi sopravvalutati, perché si riteneva che l'asciugamento del terreno e delle pareti potesse essere ottenuto per richiamo dell'aria dall'alto e che la luce anche se ridotta aveva il vantaggio di non richiedere sistemi di intercettazione. D'altra parte il beneficio di avere delle stanze fresche d'estate in area mediterranea era così evidente che

l'esposizione a nord diventava in quella stagione auspicabile, mentre d'inverno era facile provvedere col riscaldamento, così come provvedere al ricambio d'aria e all'asciugamento favorendo adeguate correnti. In area palermitana, un altro vantaggio era costituito dal fatto che le pareti a nord non erano esposte all'azione diretta della pioggia, come altre pareti esposte ai temporali che provenivano prevalentemente da ponente.

L'orientazione migliore era comunque considerata quella intermedia alle prime due, *da greco a libeccio*. Questo ad esempio è il caso delle direzioni delle due principali arterie storiche della città di Palermo che si intersecano ortogonalmente (Fig. 5.4, 5), il corso Vittorio Emanuele e la via Maqueda, citate in alcuni trattati di igiene ottocenteschi come esempio di buona orientazione. A titolo di esempio si riporta il grafico che riassume la trattazione di questo caso fatta dallo Spataro nel suo Trattato del 1908<sup>12</sup>.

Con tali direzioni stradali nessuna fronte è priva dell'azione solare, come nessuna parte la riceve d'estate in modo molesto. Questa soluzione era considerata dunque la migliore anche se non priva d'inconvenienti, infatti per i prospetti esposti a Sud-Est o Sud-Ovest i vantaggi non sono pari alla esposizione sud, e nei mesi estivi la direzione dei raggi è disagiata.

Le esposizioni dei prospetti a Nord-Est e a Nord-Ovest, anche se non risolvono del tutto i problemi dell'esposizione a Nord, sono ad ogni modo a questa preferibili.

### 5.5 - Lunghezza e pendenza delle strade

Il notevole sviluppo rettilineo delle principali arterie cittadine (Fig. 5.6) era considerato favorevole sia alla salubrità degli edifici prospicienti le strade che di quelli che si affacciavano sulle vie secondarie. Le forti correnti d'aria incanalate in queste vie molto lunghe *si rinnovano a vicenda spingendosi ed aspirandosi*; nel medesimo tempo queste vie assicurano ancora la

<sup>12</sup> Si abbiano due strade dirette da NE a SO e da NO a SE, e sia la larghezza delle strade eguale all'altezza dei fabbricati che si tagliano tra di loro. Ponendo l'origine degli assi, meridiano ed equatore, nello spigolo A e disegnando le curve luogo delle estremità delle ombre da esso date nei giorni dei solstizi e degli equinozi, e spostando di poi tale origine da A in B, disegnando anche per B le curve come sopra, otteniamo le condizioni d'insolazione in quei giorni dei fabbricati e delle strade. Per le fronti CD ed EF la insolazione è dipendente dalle proiezioni d'ombra dello spigolo AA', per le fronti GH e JK le condizioni di insolazione sono date dalle proiezioni dello spigolo BB'.

Al solstizio d'estate lo spigolo AA' alle ore 8 proietta l'ombra fino al piede dei fabbricati della linea EF che perciò restano illuminati dalle 8 in poi; anche la linea CD rimane illuminata fino alle 16 per tutta l'altezza dei fabbricati; nel giorno dell'equinozio la completa insolazione della fronte CD comincia circa alle 10 e dura fino alle 13, mentre la completa insolazione della fronte EF comincia dopo le 11 e dura fin dopo le 14 ed anche nel giorno del solstizio d'inverno la fronte CD è pienamente insolata tra le 0 e le 10 e la fronte EF tra le 14 e le 15.

Meno favorevoli sono le condizioni per le parti GH e JK. Nel giorno del solstizio d'estate la fronte GR è pienamente rischiarata dalle 8 alle 10½, mentre questo succede per la fronte JK tra le 13½ e le 16½; nel giorno degli equinozi la fronte GH è del tutto illuminata tra le 8 e le 10; quella JK tra le 14 e le 16; mentre al tempo del solstizio d'inverno queste fronti in nessun'ora ricevono il sole, meno che nelle parti superiori dei fabbricati.

Da Spataro D., *Architettura sanitaria*, Milano, 1908.



Fig. 5.5 – Pianta del Bova della città di Palermo del 1726. Le arterie storiche della città, il corso Vittorio Emanuele e la via Maqueda, si intersecano ortogonalmente.

Fig. 5.6 – (a destra) Rapporto tra lunghezza e larghezza delle strade in grandi città europee (da Raddi).

C I T T À	Lunghezza		OSSERVAZIONI
	m.	ft.	
<b>1° Roma</b>			
Via Nazionale.....	980	30	
Corso.....	1590	50	Larghezza media.
<b>2° Torino</b>			
Corso Re Margherita	4400	45	
« V. Emanuele.....	2550	45	
Via di Po.....	1900	50	Larghezza media. La lunghezza è compresa da piazza Castello alla Gran Madre di Dio. Comp. piazza Solferino.
Corso Re Umberto.....	2100	45	
<b>3° Milano</b>			
Corso Porta Romana.....	1850	18	Larghezza media.
Bastione di S. Vittoria	1950	48	
Corso Venezia e corso			
Lorato uniti.....	2350	25	
<b>4° Napoli</b>			
Strada S. Carlo all'Arma	1900	—	Dalla piazza Cavour allo
e strada Saria.....			incontro della via di
			circonvallazione.
Strada dei Tribunali ..	1900	—	Dalla Piazza S. Pietro a
			Maiella alla Marina.
Strada Trinità Maggiore	1600	—	Da via Roma a strada
e Viaaria Vecchia... ..			Forcella.
Via Roma (già Toledo)	1740	—	Compreso piazza Dante.
<b>5° Genova</b>			
Via Roma e Via Assarotti	1100	20	
<b>6° Palermo</b>			
Via Mangano.....	2000	—	Dalla Stazione centrale
Via V. Emanuele.....	1650	—	a piazza Castelnuovo.
<b>7° Firenze</b>			
Via Cavour.....	1150	50	Larghezza media.
Lung' arco nuovo da			
Ponte Santa Trinità a			
Piazza Zucchi.....	1900	20	M.
<b>8° Speda</b>			
Corso Cavour.....	1800	20	Larghezza media.
<b>9° Parigi (1)</b>			
Rue de l'Université.....	2704	—	
• Rivoli.....	2975	—	
• Genesio Salati-			
Germania.....	2251	—	
• St-Maur Pajonnet	2221	—	
• Faub. St-Honoré	2075	—	
Boulevard Malesherbes.	2700	—	
• Magenta.....	3000	—	
• Saint-Michel			
et Sébastopol.....	5000	—	
Avenue de Vincennes.....	2200	—	
Rue de la République (1891)	4500	—	
<b>10° Londra</b>			
Orford street e via con-			
tinuativa.....	17000	—	
<b>11° Berlino</b>			
Unter den Linden.....	5000	—	Berlino possiede ancora
			altri viali rettilinei
			notevoli, citati nella 1°
			parte di questo scritto.
<b>12° Marsiglia</b>			
La Cassière.....	3000	—	
<b>13° Lilla</b>			
Boulevard de la Liberté	1750	—	
Rue Solferino.....	2700	—	

ventilazione di quelle secondarie, allorché queste siano perpendicolari alla direzione del vento<sup>13</sup>.

L'aspetto igienico relativo alla pendenza delle strade faceva riferimento alla velocità di smaltimento delle acque di pioggia: se il deflusso avveniva infatti molto lentamente le acque assorbite attraverso la pavimentazione stradale venivano a contatto con le parti interrato dell'edificio, con conseguenti inumidimento delle stesse.

### 5.6 - Orientazione degli edifici

Gli studi di Spataro, Tollet e Knauff influenzarono alla fine dell'Ottocento la letteratura tecnica sull'argomento ed il modo di progettare gli edifici, in modo particolare tutte quelle strutture pubbliche che dovevano sottostare a precise norme igienico-sanitarie. Deduciamo che l'*orientazione meridionale* era da preferire nei climi più freddi per ottenere il riscaldamento delle pareti; al contrario nelle città del Sud era da preferire l'*orientazione equatoriale* per ottenere invece una riduzione dell'assorbimento del calore ed una migliore ventilazione naturale interna, garantita dalla differenza di temperatura tra la parete a sud e quella a nord.

Sempre nello stesso periodo altri autori (Arnoult, Martin, Logorio) proponevano come soluzioni ideali quelle intermedie S-O/N-E ovvero N-O/S-E, in tal modo si sarebbe avuto il vantaggio di non esporre in periodo estivo nessuna faccia in pieno sole, mentre in inverno sarebbe stato comunque garantito un buon soleggiamento delle facciate S-E e N-O. Queste soluzioni intermedie vennero però applicate solo raramente e trovarono giustificazione nei casi di presenza di forti venti dominanti di N-O, N o di N-E.

Per quanto attiene gli altri casi, in un edificio disposto con asse longitudinale da S-O a N-E risultava scarsamente soleggiata in inverno la parete esposta a N-O: tale soluzione si sarebbe potuta quindi vantaggiosamente adottare nei climi molto caldi in cui l'orientazione equatoriale favoriva la ventilazione naturale interna. Se invece l'asse era orientato da N-O a S-E in estate la parete esposta a S-O risultava eccessivamente soleggiata, per tale ragione questa soluzione risultava vantaggiosa nei climi molto freddi nei quali ad ogni modo risultava più vantaggiosa l'orientazione meridionale, che esponeva a N una delle due pareti brevi. Queste considerazioni influenzarono notevolmente anche gli aspetti distributivi di alcune tipologie edilizie come le scuole, le fabbriche e gli ospedali in cui era privilegiata la soluzione con finestre contrapposte sui lati lunghi; nel caso in cui tale soluzione non fosse stata applicabile, era tassativo disporre l'unica parete che possedeva aperture esterne a sud, circostanza che garantiva un'illuminazione più uniforme e maggiore salubrità. La parte esposta a Nord, invece, poteva essere destinata a percorsi e locali di servizio.

<sup>13</sup> Raddi A., *Profondità delle vie*, op. cit..

Anche lo studio preliminare dei venti predominanti veniva considerato indispensabile per ottenere un'efficace ventilazione naturale. Generalmente, si suggeriva di disporre la fabbrica in modo che le pareti più lunghe non fossero colpite normalmente dal vento ma in modo tangenziale; così l'aspirazione dell'aria interna e il miglioramento dell'aerazione era garantita dallo scorrimento del vento sulla parete.

Ad esemplificazione delle teorie degli igienisti riguardanti orientazione e distribuzione interna degli ambienti, si riportano di seguito delle prescrizioni tratte dal trattato dello Spataro che fanno meglio comprendere anche alcune soluzioni proposte dai progettisti del tempo.

*Conclusioni.*

*1. ° Pei corpi di fabbrica semplici la migliore orientazione è quella per cui il loro asse maggiore sia diretto da est ad ovest.*

*2. ° Pei corpi di fabbrica doppi o comunque disposti nello interno delle città tutte le orientazioni hanno vantaggi e svantaggi che praticamente si debbono mettere in rilievo o diminuire con adatte disposizioni costruttive tra cui le seguenti:*

*a) disporre le stanze da letto dei bambini e un locale di dimora dal lato del sole; disporre altri locali di dimora dal lato in ombra. Stanze da letto ad est; di dimora ad ovest, sono ancora sopportabili di estate;*

*b) proteggere con tettoie o altre sporgenze le pareti e le finestre rivolte a sud; costruire le pareti rivolte a nord in modo che non assorbano troppa umidità, e che facilmente possano prosciugarsi;*

*c) Dare alle finestre una superficie maggiore a nord che a sud; e queste proteggere dall'azione accecante della luce diretta;*

*d) disporre la larghezza delle vie o dei cortili o la distanza tra i fabbricati in modo che i lati esposti al sole (sud, sud-est, sud-ovest) ne possano ricevere il beneficio almeno a mezzogiorno, nel solstizio d'inverno, e per la maggior superficie possibile; disporre quella larghezza e quella distanza nei lati in ombra (nord, nord-est, nord-ovest) in modo che almeno sia assicurato fino ai pianterreni il beneficio della luce diretta dalla volta celeste.*

*3. ° È bene ancora tener presenti i vantaggi e svantaggi delle varie orientazioni secondo una più dettagliata descrizione degli ambienti, come ora enumereremo.*

*a) stanze a nord, prive affatto di insolazione d'inverno; scarsa illuminazione, ma costante; il terreno e la fabbrica possono restare umide, a meno che le parti superiori della fabbrica riscaldandosi non richiamino l'umidità inferiore. Eccellenti d'estate; riparate dalla pioggia e dai temporali;*

b) stanze a sud. Ricevono il sole nelle ore intermedie della giornata, quindi tollerabili il mattino e la sera; troppo calde dalle 8 alle 16 d'estate; meno calde però delle stanze esposte ad est od ovest perché ricevono l'azione dei raggi obliquamente nelle ore più calde; sono invece tiepide d'inverno, e possono intera ricevere l'azione della luce, che non riesce molesta;

c) stanze ad est. D'inverno sono deliziose il mattino; a meno che la nebbia non renda debole l'azione del sole; la luce essendo fastidiosa, diventa debole perché bisogna difendersene con tende. D'estate la direzione normale dei raggi solari riesce molesta e riscalda troppo.

d) stanze ad ovest; pessime d'estate perché il pomeriggio si riscaldano troppo, e fino al tramonto del sole; d'inverno pel calore e per la luce, come per le stanze ad est;

e) stanze a nord-est o nord-ovest, hanno condizioni migliorate rispetto alle stanze a nord;

f) stanze a sud-est o sud-ovest, hanno condizioni peggiorate rispetto alla esposizione a sud.

4. ° Potendo avere molte stanze con varia orientazione, si ha:

g) le stanze a nord buone per dimora estiva, per studi di pittura e di disegni, riscaldandoli e facendo ampie le finestre; per latrine, per sala da pranzo, per stanze di traffico, per la dispensa, per le scale e i corridori;

b) stanze a nord-est, migliori, ancora per stanze da pranzo, di servizio; le stanze da letto gioiscono dei primi raggi solari l'inverno e sono fresche d'estate, specie nelle città marittime ove spira il greco dal mare. Cattive come stanze di disegno perché d'inverno non hanno sole la sera e sono colpite da venti insalubri; buone invece come stanze di lavoro, come librerie; buona esposizione per portici;

c) stanze a sud-est: ottime per sale da disegno o da lavoro, per dormitoi, per infermerie;

d) stanze a sud-ovest: cattive per il caldo ed i venti, mai si scelgono per sale da pranzo o da letto; esposizione cattiva pei portici, e per gli accessi, perché sferzati dalle piogge;

e) stanze a sud: non buone per stanze da pranzo; devono provvedersi di verandah; non mai devono servire per dispense, latrine, ecc.;

j) stanze ad ovest : non buone per stanze da pranzo, né per sale di disegno, né per camere da letto; buone per salotti a fumare;

g) stanze a nord-ovest; buone per bigliardi, per sale da pranzo, purché provviste di ripari dal sole<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Spataro D., op. cit.



### 5.7 - Illuminazione naturale degli ambienti

Lo studio dell'illuminazione naturale degli ambienti oggi assume sicuramente una notevole importanza sia per ragioni di carattere economico, legate al risparmio energetico, sia perché si riconosce una influenza di carattere psicologico ed un migliore confort visivo in relazione alla qualità stessa della luce.

I sistemi e le soluzioni costruttive per l'illuminazione naturale proposte dai progettisti alla fine dell'Ottocento e nei primi decenni del Novecento, allora finalizzati al miglioramento delle condizioni di igiene e salubrità degli ambienti confinati, forniscono oggi interessanti spunti di riflessione su un argomento che, a lungo trascurato dopo la diffusione dell'illuminazione artificiale, era divenuto quasi desueto.

Gli effetti della luce naturale sulla salubrità sono noti da sempre e fondamentalmente riguardano due aspetti: l'azione battericida dei raggi solari, dimostrata da numerosi esperimenti, e la salute visiva.

Per tutta la seconda metà dell'Ottocento si ebbe una proliferazione di studi che esaltavano le proprietà igieniche della luce solare o che ne mettevano in evidenza gli effetti deleteri; in ogni caso, la salubrità degli edifici era strettamente correlata alle modalità di penetrazione della luce naturale: se da una parte si aveva interesse a sottoporre gli ambienti all'azione diretta battericida del sole, dall'altra, dal punto di vista del confort visivo, e soprattutto per tipologie come le scuole ed altre che saranno in seguito prese in esame, era necessario che questa fosse controllabile.

Ma i semplici schemi e le regole forniti dagli studi degli ingegneri igienisti sulle condizioni di soleggiamento, come vedremo, influenzarono anche dal punto di vista estetico e compositivo tutte quelle nuove costruzioni che caratterizzavano la città "moderna" e che dovevano coniugare salubrità e qualità architettonica.

Considerazioni di carattere strettamente scientifico determinarono pertanto non solo la distribuzione dei volumi edilizi, ma anche i parametri compositivi del singolo edificio: le aperture sulle fronti esterne, la loro forma ed il loro posizionamento rispetto al piano di calpestio ed al soffitto.

La necessità di uniformità di illuminazione, ad esempio, condizione indispensabile nelle aule scolastiche, ebbe come conseguenza anche sul piano compositivo il frazionamento della superficie illuminante; i coni d'ombra prodotti dalle porzioni murarie tra le finestre risultavano più piccoli rispetto a quelli che si producevano nel caso di un minor numero di finestre (Fig. 5.7) e la luce risultava pertanto meglio distribuita.

La diffusione del vetro, abbinato alle potenzialità del ferro, ed in seguito del cemento armato, introdusse quella nuova concezione del rapporto spazio interno-luce naturale che caratterizzò le innovative architetture della seconda metà del XIX secolo – le serre, i laboratori per artisti, gli studi dei fotografi e le scuole - e che sarebbe successivamente diventata una costante

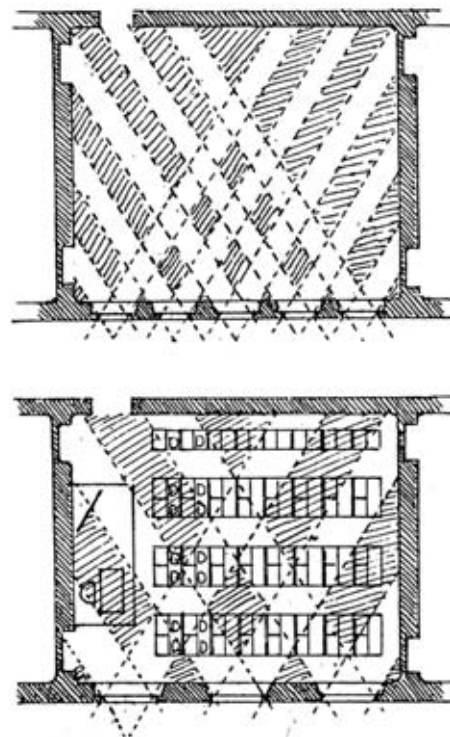


Fig. 5.7 – Il frazionamento della superficie finestrata rendeva più uniforme l'illuminazione (da Donghi).

espressiva delle architetture moderne fino ad arrivare al movimento razionalista.

L'uso del vetro - la rivoluzionaria possibilità di controllo di luce, calore ed aria, che già dal XV secolo aveva reso vivibili anche di giorno gli spazi interni - diede un notevole impulso alle ricerche del XIX secolo sulla luce e sulle modalità di propagazione della stessa. I risultati prodotti nel campo dell'illuminotecnica vennero tradotti, nella seconda metà dell'Ottocento, in diagrammi e regole di facile applicazione, che influenzarono forma, distribuzione e rapporti tra superfici opache e superfici trasparenti nei singoli edifici, determinando il disegno delle nuove città improntate ai principi di *igiene e decoro*.

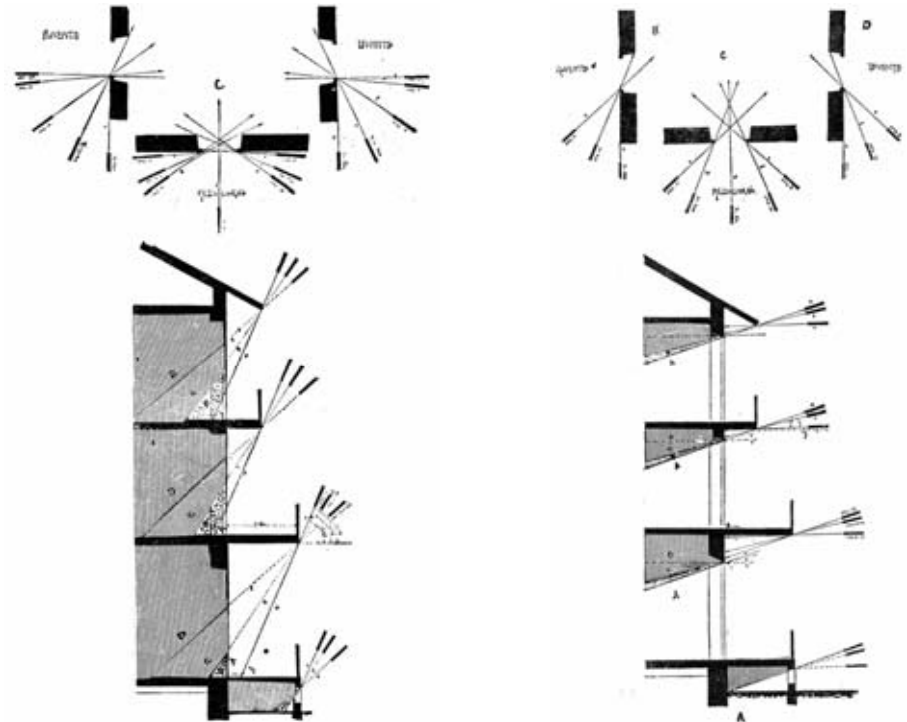


Fig. 5.8 – Studio per la determinazione delle condizioni di soleggiamento interno al 21 giugno (a sinistra) e al 21 dicembre (a destra) (da Donghi).

### 5.8 - La luce e la città

Gli studi ottocenteschi sull'illuminazione in ambito urbano ebbero un ulteriore approfondimento quando, nel caso di illuminazione indiretta, si cominciò a prendere in considerazione non solo l'illuminazione dovuta alla volta celeste, ma anche quella dovuta alla vicinanza di corpi che diffondevano la luce. Da ciò l'attenzione degli studiosi del tempo nei confronti del potere di riflessione, l'*albedo*, dei colori e dei materiali che caratterizzavano le città.

Gli studi degli igienisti sull'illuminazione ebbero un immediato riscontro anche sui colori della città ottocentesca: era evidente come la luce del giorno che penetra all'interno degli edifici fosse fondamentalmente costituita dalla parte riflessa dalle superfici prospicienti l'edificio stesso che la ricevevano direttamente. Ovviamente questa parte era tanto maggiore quanto più il colore della superficie riflettente si avvicinava al bianco, quanto più essa era illuminata e quanto più, normalmente al locale da illuminare, essa rifletteva la luce ricevuta. La possibilità teorica di ricevere addirittura luce grazie a riflessioni multiple (Fig. 5.9) suggeriva l'uso di intonaco di colore bianco, soprattutto per le strade meno ampie, intonaco che non doveva comunque essere trattato a superficie perfettamente levigata per evitare l'effetto di abbagliamento.

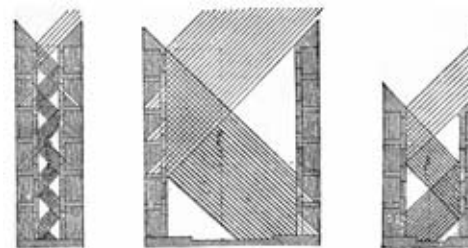


Fig. 5.9 – L'uso di intonaco chiaro favoriva la riflessione multipla dei raggi solari, consentendo illuminazione dei piani più bassi (da Spataro).

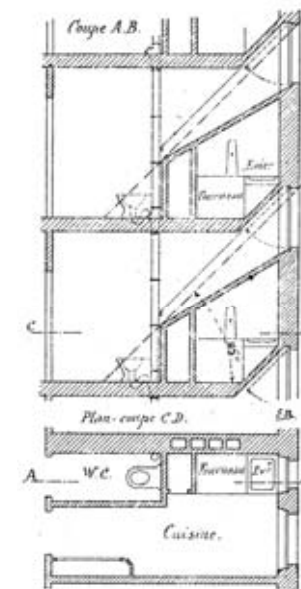
### 5.9 - La luce e gli ambienti interni

L'efficacia dell'illuminazione naturale degli ambienti interni è basata fondamentalmente su due elementi: il modo in cui la luce si distribuisce all'interno dell'ambiente ed il modo in cui questa penetra all'interno dello stesso.

In particolare, prima della diffusione dei sistemi di illuminazione a gas e poi elettrici, il primo aspetto influenzava il dimensionamento delle aperture ed eventualmente il modo per accrescere o diminuire l'intensità della luce. Il secondo aspetto, relativo al posizionamento delle aperture sulle diverse facce che delimitavano l'ambiente, prendeva in considerazione la possibilità di illuminare gli ambienti dall'alto, per mezzo di lucernari, o lateralmente su uno o più lati attraverso l'azione diretta o indiretta del sole.

A scala ridotta, l'illuminazione di un locale era fondamentalmente determinata in funzione all'ampiezza delle aperture, al loro numero, forma, posizione nella parete, in rapporto con la porzione di cielo che forniva la luce diretta, con l'angolo che i raggi illuminanti formano con l'orizzontale e con la luce riflessa da pareti e soffitto.

I due parametri ai quali facevano più spesso riferimento gli studi e la normativa del tempo, in riferimento all'illuminazione naturale, erano l'*angolo di apertura*, l'angolo cioè ottenuto tracciando da un punto interno al locale le rette tangenti all'architrave della finestra e al colmo del tetto dell'edificio prospiciente, e l'*angolo di elevazione*, cioè quell'angolo che un raggio luminoso tangente allo spigolo dell'architrave forma con l'orizzontale (Fig. 5.10). Era quindi fissata l'apertura minima dei due angoli che poteva fornire un'illuminazione sufficiente per ogni



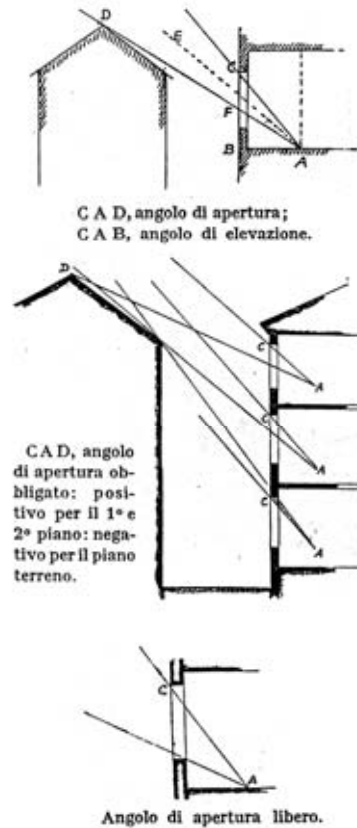


Fig. 5.10 – La normativa, riguardo le condizioni di illuminazione, faceva riferimento a due parametri: l'angolo di apertura e l'angolo di elevazione (da Donghi).

tipo di locale; in particolare, un angolo di apertura di  $5^\circ$  e uno di elevazione di  $28^\circ$  erano considerati sufficienti per leggere un testo posto ad una distanza normale.

Le finestre con intelaiatura in ferro erano considerate preferibili rispetto a quelle in legno per le dimensioni ridotte dei telai che non riducevano eccessivamente la superficie illuminante utile. Riguardo al posizionamento delle aperture, si doveva garantire una buona illuminazione anche nella parte più profonda del locale, pertanto l'architrave o l'arco della finestra dovevano essere quanto più vicino possibile al soffitto.

In funzione dell'orientazione delle finestre, come a scala più ampia veniva fatto per gli edifici, si studiavano le condizioni di illuminazione per azione diretta del sole con semplici metodi grafici che - tenendo conto dell'orientazione di una finestra, libera o prospiciente un fabbricato o altri ostacoli - consentivano di individuare le aree lambite dalla luce solare durante le diverse ore del giorno. Questo tipo di rappresentazione grafica, per la sua immediatezza e semplicità, continuò ad essere utilizzato anche nei manuali del XX secolo (Fig. 5.12) e tutt'oggi può essere considerato un utile supporto per un'immediata analisi della qualità della luce di un ambiente, finalizzata anche ad un dimensionamento e proporzionamento delle aperture che non sia un semplice rapporto tra superficie illuminante e superficie del pavimento dell'ambiente.

Anche la localizzazione degli stessi arredi era considerata non solo dal punto di vista funzionale ma anche in rapporto alla luce.

Dai grafici risultava evidente come le finestre esposte a sud, al solstizio d'estate, consentissero la penetrazione della luce solare solo in un'area limitata alla base dell'apertura stessa, e per tale ragione era sufficiente un oggetto di dimensioni ridotte posto al di sopra dell'architrave per schermare i raggi. Il sole, nello stesso periodo dell'anno, penetrava profondamente da una finestra esposta a nord nelle prime ore del mattino e al tramonto, illuminando in profondità l'ambiente; le finestre esposte ad oriente e ad occidente impongono una schermatura dalla luce diretta per almeno metà della giornata, in entrambi i casi infatti il sole penetra in profondità dal levare a mezzogiorno nel primo caso, da mezzogiorno al tramonto nel secondo caso (Fig. 5.11). Durante il solstizio d'inverno, i raggi solari entravano negli ambienti molto obliqui e con angoli d'incidenza molto ridotti dalle finestre esposte ad est o ad ovest dando una luce rossa caratteristica delle prime ore del mattino e del tramonto, da una finestra esposta a sud entravano invece per quasi tutta la durata del giorno con angoli di incidenza crescenti fino al massimo che si verificava a mezzogiorno. Se da una parte interessava sottoporre le abitazioni all'azione diretta del sole, dall'altra gli effetti sulla salubrità visiva e, cosa che non veniva trascurata, la necessità di conservare arredi, pitture, tende e carte da parato portava a fare in modo che l'azione del sole non fosse prolungata o che in ogni caso potesse essere regolata in funzione delle esigenze. In tale modo le due esigenze potevano essere conciliate mediante l'uso di semplici sistemi di tendaggio, persiane, o di soluzioni

particolari per gli infissi e per i vetri, come i vetri smerigliati ed i velari per i lucernari, che diffondevano la luce negli ambienti.

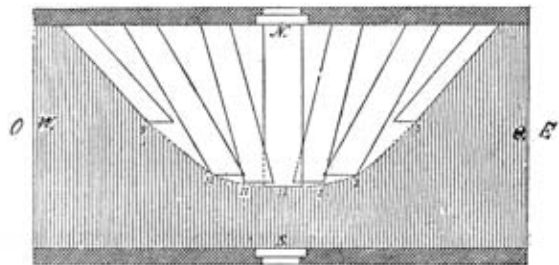
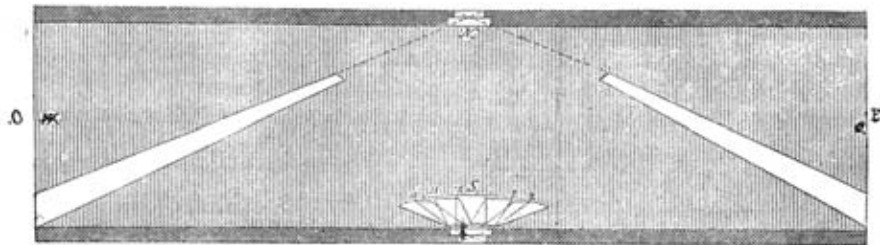
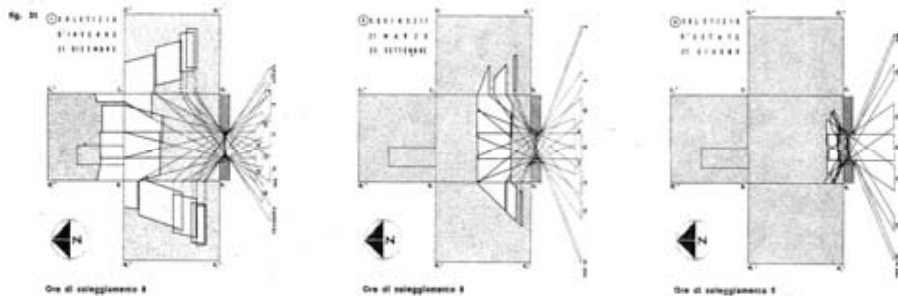
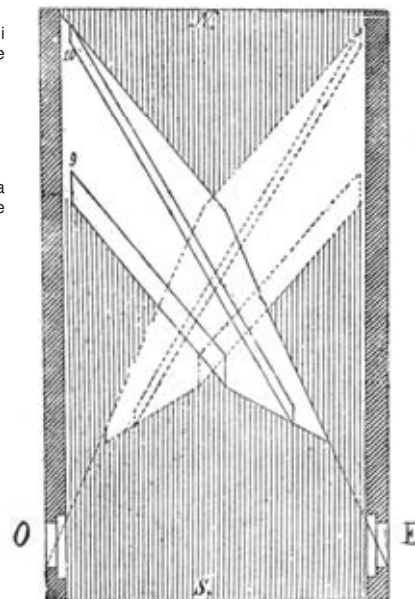
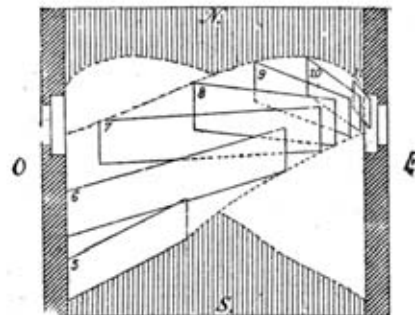


Fig. 5.11 – Studio della penetrazione dei raggi all'interno degli ambienti in funzione dell'esposizione delle aperture (da Spataro).

Fig. 5.12 – (in basso) Il "metodo Mattioni" per la determinazione delle superfici soleggiate all'interno degli ambienti (da Diotallevi).



## Capitolo 6

### La ventilazione naturale. Qualità dell'aria e comfort ambientale

Negli ultimi anni, nell'ambito delle tematiche che caratterizzano il costruire sostenibile, la maggiore attenzione nei confronti della qualità dell'aria negli ambienti confinati da una parte, dall'altra 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 sottoposto ai progettisti la possibilità dell'uso della ventilazione naturale quale soluzione a tali istanze progettuali.

Allo stesso tempo, risulta però evidente la contraddizione che scaturisce da due esigenze diverse: la più attenta gestione delle risorse energetiche ha portato a concepire gli edifici in modo da ridurre al minimo le dispersioni termiche - anche attraverso una migliore tenuta degli infissi e degli altri elementi di chiusura - ma ciò ha comportato allo stesso tempo un incremento della concentrazione di sostanze nocive all'interno degli ambienti. Questo fatto, collegato anche all'uso di prodotti per l'edilizia sempre più complessi dal punto di vista della composizione chimica, ha avuto, in alcuni casi, un immediato riflesso sulle norme che regolano la salubrità dell'aria negli ambienti ed i ricambi d'aria. È il caso degli Stati Uniti, dove negli ultimi anni sono stati incrementati i coefficienti di ricambio d'aria per alcune particolari tipologie edilizie, tra le quali anche le scuole ( $5 \text{ h}^{-1}$ ), in seguito alla constatazione di concentrazioni troppo elevate di agenti inquinanti negli ambienti confinati<sup>1</sup>.

Oltre a ciò, mentre in un passato recente la ventilazione è stata più che altro considerata in relazione al solo controllo della qualità dell'aria interna - con particolare riferimento alle condizioni invernali – attualmente si individua in essa anche una possibile strategia in grado di contribuire al comfort ambientale nel periodo estivo e nelle stagioni intermedie, limitando così il ricorso ai sistemi meccanici tradizionali. Questa tendenza trae spunto da due ordini di considerazioni: da un lato, l'incidenza della ventilazione invernale ed estiva sul fabbisogno energetico annuale di un edificio tende a divenire predominante, anche grazie all'adozione, in strutture di nuova realizzazione, di livelli più elevati di isolamento termico dell'involucro che hanno "sigillato" gli edifici; dall'altro, si osserva una costante crescita della domanda di

---

<sup>1</sup> In Italia le Norme tecniche relative all'edilizia scolastica (D.M. 18 dicembre 1975), riguardo la purezza dell'aria, fanno riferimento a coefficienti di ricambio, per ambienti adibiti ad attività didattica collettiva o attività di gruppo, che vanno da 2,5 per le scuole materne ed elementari, a 3,5 per scuole medie, fino ai 5 per scuole secondarie di 2° grado.

climatizzazione estiva, sia nel settore residenziale che nel terziario. Si deve anche tener presente che la produzione di energia frigorifera necessaria per la climatizzazione estiva si basa generalmente su macchine azionate elettricamente, fattore questo che comporta un consumo di energia primaria particolarmente pregiata e costosa.

Dal secondo dopoguerra è venuta meno, particolarmente per la residenza, l'abitudine a considerare la ventilazione naturale quale strategia di cui servirsi per garantire il comfort ambientale; questa limitazione ha determinato non indifferenti conseguenze anche sulla salubrità dell'aria all'interno degli edifici.

La minore attenzione dei progettisti verso questi aspetti è confermata dal fatto che nei manuali tecnici, a partire dalla metà del XX secolo, si riscontra una progressiva riduzione della trattazione riservata all'argomento "ventilazione naturale" a vantaggio di sistemi tecnologicamente più avanzati. Questo fatto col passare del tempo ha reso desuete tecniche ed accorgimenti progettuali fortemente caratterizzanti per quelle architetture salubri tra Ottocento Novecento, non solo nell'aspetto impiantistico, ma anche, come vedremo, in quello compositivo e distributivo.

L'ingegnosa semplicità di alcuni sistemi di ventilazione naturale, che avevano connotato queste architetture e dei quali troviamo testimonianza nella letteratura tecnica del tempo, consente oggi di apprezzare come alcune di tali soluzioni possano presentare costi ridotti in termini energetici ed ambientali, consentendo allo stesso tempo un'interpretazione più profonda degli organismi edilizi esistenti. Questo tipo di approccio, in particolare per l'edilizia storica, consente di riabilitare anche la logica impiantistica dell'edificio, evitando in tal modo di imporre soluzioni tecnologiche, in alcuni casi, incompatibili con gli interventi di restauro.

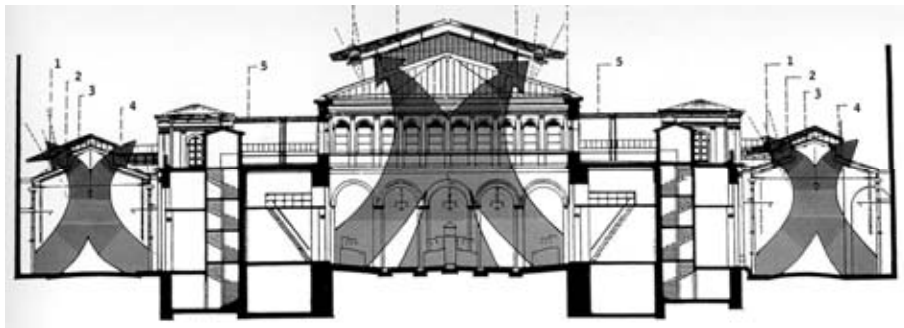
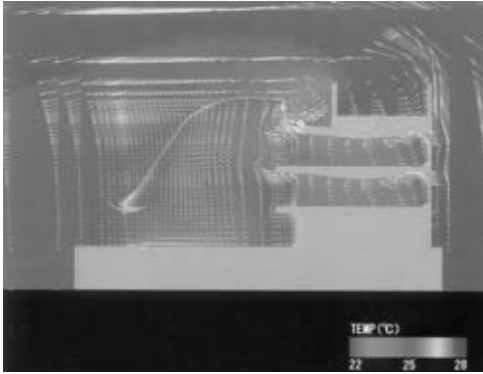


Fig. 6.1 – Mercato centrale di Atene, un esempio di riabilitazione e miglioramento della logica impiantistica originaria (da Jones).



**Fig. 6.2** – Prevedere le temperature ed i flussi dell'aria. Dinamica dei fluidi (CFD) dell'Earth Port della Tokyo Gas (da Jones).

In quest'ottica, gli studi degli ingegneri igienisti sulla ventilazione naturale, in rapporto non solo ai sistemi costruttivi ed alle soluzioni tecnologiche, ma anche agli stessi materiali da costruzione - studi sempre supportati da risultati sperimentali - possono fornire validi spunti per il recupero corretto dell'esistente e per la progettazione del nuovo. (Fig. 6.1).

In effetti, in questa rinnovata attenzione nei confronti delle potenzialità dei sistemi di ventilazione naturale come integrazione ai sistemi di climatizzazione artificiale, l'interpretazione empirica dei fenomeni viene spesso trascurata a vantaggio di complesse operazioni di modellizzazione e di calcolo dalle quali hanno preso forma molti esempi contemporanei di edilizia bioclimatica. Si tratta però, quasi sempre, di interventi a grande scala che, per l'entità dei volumi d'aria movimentati, per la complessità di calcolo e per il numero elevato di variabili, risultano in alcuni casi difficilmente riproponibili come casi reali o riconducibili a regole generali anche per l'edilizia comune e gli interventi a scala ridotta.

In realtà, gli stessi metodi numerici, che si è soliti indicare con il termine Computational Fluid Dynamics (CFD), cioè l'insieme delle operazioni di modellazione e di calcolo con le quali è possibile determinare lo stato termofluidodinamico di un sistema fluido, risultano tutt'oggi di notevole complessità e presentano un elevato grado di approssimazione. Il principale impiego di questa tecnica è stato, sino a pochi anni or sono, prevalentemente nel campo dell'industria aerospaziale. Solo recentemente, grazie alla maggiore flessibilità dei sistemi di calcolo, l'industria del condizionamento si è interessata a possibili applicazioni che consentano la visualizzazione dei campi termici e fluidodinamici in ambienti confinati. I limiti insiti in questa tecnica sono ben noti: la qualità raggiunta dai metodi CFD può consentire di prevedere campi di moto con velocità molto basse (pochi mm/s), laddove, comunque, con sistemi sperimentali tradizionali s'incontrano grandi difficoltà.

Un modello CFD costituisce la sintesi di un grande numero di assunzioni e approssimazioni; basti pensare che la stessa discretizzazione del problema, necessaria per la valutazione puntuale delle grandezze fisiche, conduce ad un errore intrinseco. I problemi connessi all'uso derivante di tale tecnica risultano superabili solamente attraverso un numero elevato di simulazioni ed esperienze pratiche. Poiché infatti tutte le procedure CFD costituiscono la sommatoria di un significativo numero d'assunzioni, è utopistico aspettarsi che i risultati di ogni simulazione siano "esatti" nel comune significato del termine<sup>2</sup>. Le simulazioni CFD possono quindi essere considerate un nuovo protocollo d'approccio al problema fisico, da sviluppare soltanto se adeguatamente supportate da parallele e contemporanee attività sperimentali di laboratorio o a misure attente e precise sul campo.

In quest'ottica, probabilmente, lo studio empirico di casi più semplici, in cui intervengono un numero limitato di parametri, consente una visione del fenomeno più vicina alla realtà. Alcuni

<sup>2</sup> Romagnoli P., Strada M., Traverso R., *La ventilazione negli edifici di grande altezza*, 2003.



manuali di bioedilizia – in cui vengono esaminate le problematiche relative alla ventilazione naturale - illustrano esempi di grandi edifici in cui frecce azzurre e rosse attraversano fluidamente interi corpi edilizi secondo traiettorie ben definite, circostanza che riflette spesso le intenzioni del progettista più che situazioni reali. In tal modo, si pone poco in evidenza quello che accade in ogni singolo ambiente che, per le dimensioni ridotte, può risultare forse più facilmente intuibile e prevedibile attraverso semplici sperimentazioni piuttosto che con complessi sistemi numerici.

In questo capitolo, individuati quelli che nel XIX secolo erano considerati agenti inquinanti per l'aria, con specifico riferimento alle polveri, si tratterà dei sistemi adottati in passato per perseguire la *purezza chimica*, la *salubrità termica* e la *purezza microbica* attraverso i meccanismi della ventilazione naturale, della ventilazione artificiale e della ventilazione capillare, quest'ultima strettamente correlata alle caratteristiche di porosità dei materiali.

Saranno esaminate anche alcune applicazioni su particolari tipologie edilizie, per le quali la ventilazione naturale assunse una forte valenza igienico-sanitaria: i teatri costituirono esempi di realizzazioni a grande scala in cui la ventilazione prevedeva complessi meccanismi per la regolazione dei flussi; scuole, ospedali e mercati rappresentarono invece casi più semplici; era possibile infatti applicare a queste costruzioni i principi elementari, derivati dall'idraulica, della cosiddetta ventilazione per *canali artefatti*. Tale riduzione di scala comportava una maggiore attenzione ed un approfondimento dell'elemento tecnologico, attraverso il quale l'aria veniva condotta e poi espulsa dall'ambiente. Questa visione del particolare viene generalmente posta sempre meno evidenza man mano che i flussi d'aria diventano sempre più apprezzabili dal punto di vista delle portate. La semplicità di alcuni esperimenti, esposti nei manuali di fisica ottocenteschi e ripresi nel corso del Novecento negli scritti degli igienisti, ci riportano invece ad una dimensione ridotta e ad una visione immediata del problema; le immagini diventano così complemento e completamento di formule che in alcuni casi risulterebbero un po' troppo distanti anche dall'esperienza pratica dei progettisti (Fig. 6.3).

Anche nel caso dell'aerazione, come fatto in precedenza per l'illuminazione naturale, è evidente come esigenze di carattere igienico abbiano influenzato, ed in alcuni casi determinato, gli involucri interni, favorendo il flusso dell'aria all'interno degli ambienti ed evitando di creare zone prive del necessario ricambio d'aria.

Un breve cenno si farà infine ad alcuni sistemi per la ventilazione naturale ed artificiale: l'interesse mostrato da alcuni progettisti contemporanei ha portato alla riproposizione di tali sistemi, che in alcuni casi, oggi, assumono una chiara valenza estetica (Fig. 6.4).

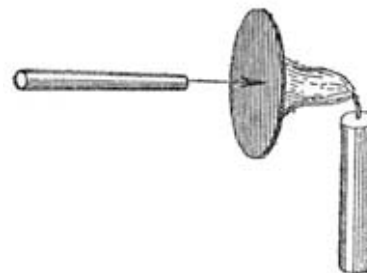


Fig. 6.3 – Semplici esperimenti nei manuali ottocenteschi illustravano i principi della fluidodinamica (da Pagliani).



Fig. 6.4 – I camini solari diventano in alcuni casi elementi caratterizzanti dell'architettura bioclimatica: residenze BEDZED a Sutton, Londra.

## 6.1 - L'insalubrità dell'ambiente interno. Gli obiettivi della ventilazione naturale

Le cause della insalubrità delle abitazioni, a parte quelle derivanti dal terreno, possono derivare da difetti d'uso o da difetti di costruzione.

Spataro D., 1908.

TABELLA XXXIII.  
Cubi d'aria calcolati.

LOCALI DESTINATI	CUBO D'ARIA C	
	per anno	per annualità
Per bambini da 0 a 2 anni	12 a 14	24 a 28
» » 2 a 6 anni	14 a 17	28 a 34
» » 6 a 11 anni	17 a 21	34 a 42
» giovanetti 11 a 15 »	21 a 23	42 a 46
» » 15 a 18 »	23 a 27	46 a 54
» adulti 18 a 25 »	27 a 33	54 a 66
» » 25 in poi	33	66
» operai nelle officine	50	—
Per stanze da letto d'adulti	22	—
» » di giovanetti	$\frac{1}{3}$ del cubo d'aria sopra calcolato	—

Fig. 6.5 – Valori del "cubo d'aria" (da Spataro).

Ventilazione, riscaldamento e raffrescamento, oltre al soleggiamento di cui si è scritto nel capitolo precedente, divennero, a fine Ottocento, gli strumenti imprescindibili per garantire la salubrità dell'aria e degli ambienti, sia nel caso di risanamento di edifici esistenti, sia nella realizzazione di nuove costruzioni.

Gli igienisti individuavano tra le cause del *viziamento dell'aria* il *calore*, il *vapor acqueo*, l'*acido carbonico* ed i *gas odorosi*<sup>3</sup> dovuti alla presenza dell'uomo, la presenza di *polviscolo* proveniente dall'esterno o dovuto alla disgregazione di elementi posti all'interno, ed infine i germi patogeni contenuti nell'aria o nei materiali da costruzione. Gli studi dei medici igienisti miravano pertanto, con la collaborazione di ingegneri ed architetti, all'individuazione dei *mezzi per risanare l'atmosfera interna delle abitazioni* da tali agenti inquinanti.

A tal fine i *Regolamenti di polizia urbana*, i *Regolamenti edilizi* e le prescrizioni igieniche riferite a particolari tipologie edilizie furono influenzati in quegli anni proprio da questi studi sui volumi di ricambio d'aria necessari per la riduzione della concentrazione di *acido carbonico* e di *antropotossine*. Tutti i manuali ed i trattati di igiene riportavano valori per la determinazione del *cubo d'aria*, cioè il volume d'aria necessario perché alla fine di ogni ora il contenuto di acido carbonico non fosse superiore alla percentuale fissata. In generale, molti autori<sup>4</sup> concordavano sul fatto che detta percentuale poteva essere fissata intorno allo 0,7‰ se gli ambienti ospitavano ammalati, dell'uno per mille nel caso di persone sane (Fig. 6.5).

Il *pulviscolo*, altro agente inquinante preso in considerazione, aveva una doppia natura: se visibile era definito *polviscolo solare*, proprio perché visibile attraverso un raggio di luce, ed era generalmente associato a sostanze inerti; il *polviscolo invisibile* era invece associato ad una popolazione microorganica.

Un aspetto interessante riguardo la valutazione della nocività delle polveri veniva sottolineato nel trattato del 1908 di *Architettura Sanitaria* di Donato Spataro, nella parte riguardante l'*igiene generale della casa*: si sottolineava cioè come l'azione negativa sulla salute dell'uomo delle particelle sospese non fosse da relazionare con le sole caratteristiche di tossicità intrinseca o con la carica batterica eventualmente presente, ma anche con il *carattere*

<sup>3</sup> Spataro D., op. cit..

<sup>4</sup> Vallin, *Verifica sperimentale delle varie formole sul cubo d'aria*, Revue d'Hygiène, Parigi, 1892.

*vulnerante* delle particelle stesse. Veniva rilevato come le polveri potessero danneggiare le vie respiratorie a causa della morfologia stessa delle particelle, *in virtù della loro frattura vitrosa e tagliente*. Queste affermazioni anticipano ricerche e intuizioni che, come per la lana di vetro, cercano tutt'oggi conferma e sono oggetto di ricerche finalizzate a riconoscere, verificare, emanare norme. Basti pensare che solo di recente alcune fibre e polveri derivanti da lavorazione o disgregazione dovuta al degrado dei materiali sono state riconosciute come intrinsecamente nocive per la salute o potenzialmente pericolose.

Nonostante l'attenzione posta fin dai primi decenni del XX secolo al problema delle polveri, in particolare in fase di produzione, la loro pericolosità per l'apparato respiratorio continuò ad essere associata esclusivamente al tipo di frattura che presentavano. Soprattutto le polveri a rottura vetrosa destavano però preoccupazione; queste presentavano spigoli acuti e margini taglienti, caratteristiche che consentivano una penetrazione più profonda nelle mucose e la formazione di microlesioni, vie preferenziali per gli agenti infettivi.

In proposito uno studio svolto nel 1914 dal professor Luigi Pagliani<sup>5</sup> ed altri, commissionato dalla Società delle Acciaierie di Terni, evidenziava la pericolosità per la salute, derivante dalla morfologia delle polveri stesse, del quarzo e dell'argilla cotta destinati ai crogiuoli, ma paradossalmente affermava che nessun danno poteva derivare dall'inhalazione di *polveri di silicati, amianto, magnesite, dolomie e residui delle loro lavorazioni*<sup>6</sup> (Fig. 6.6).

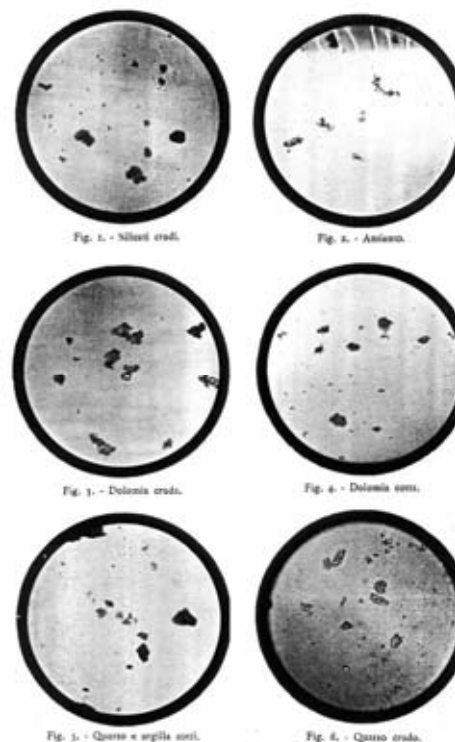
Su queste ricerche - purtroppo ribadite anche in uno dei più accreditati trattati di igiene italiani dei primi anni del Novecento, il *Trattato d'Igiene e sanità pubblica* dello stesso Luigi Pagliani - si basarono le norme relative alla medicina del lavoro fino agli anni '60 del XX secolo.

In particolare, il periodo di autarchia tra le due guerre vide un impiego massiccio dell'amianto in edilizia, circostanza che si è in seguito rivelata con drammatiche conseguenze.

Come detto in precedenza, le polveri, oltre che per la loro morfologia, erano considerate *tossiche o infettive* anche per la presenza dei germi patogeni che ancora nei primi decenni del Novecento suscitavano preoccupazione; non si era infatti ancora spenta l'eco delle epidemie di colera, di tifo addominale ed il timore della tubercolosi, della difterite e del tetano.

In alcuni casi sono anche attestati studi di fine '800 sulle spore di alcuni tipi di *muffe patogene*, la cui pericolosità effettiva oggi sembra correlata piuttosto alla possibilità d'insorgenza di patologie asmatiche.

Ad ulteriore conferma di quanto il tema della qualità dell'aria negli ambienti confinati non sia esclusivamente una preoccupazione dei nostri giorni, possono essere presi in considerazione



**Fig. 6.6** – Risultati degli esami eseguiti dal professor Pagliani sulle polveri nelle Acciaierie di Terni (da "Rivista di Ingegneria sanitaria").

<sup>5</sup> Luigi Pagliani, professore d'Igiene nella R. Università e nel R. Politecnico di Torino, scrisse nei primi anni del '900 uno dei più importanti trattati di igiene italiani, il *Trattato d'Igiene e sanità pubblica* edito dalla Vallardi di Milano.

<sup>6</sup> Pagliani L., *Le acciaierie di Terni nei riguardi igienici e sanitari*, in "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna", n. 10, Torino 1914.

anche gli studi di Sanfelice<sup>7</sup> del 1893 che condussero ad un'accurata campagna di rilevamenti ambientali sulla salubrit  dell'aria di alcuni locali di Roma quali scuole, industrie, stamperie, infermerie, dormitori e *tuguri*; lo studio confermava come una ventilazione deficitaria avesse un effetto negativo non solo per la maggiore concentrazione di anidride carbonica ma anche per la proliferazione dei microrganismi (Fig. 6.7).

AMBIENTI	Data	Ora della osservazione	Capacit� della stanza.	Aerazione		Umidit� relativa in percento	Eredit� di umidit�	Temperatura massima	Differenza massima in 100 metri	Ossigeno consumato in lit. m.	Ammidit� in lit. d'aria	Acidit� alitica in lit. d'aria	Microorganismi in lit. d'aria
				Flusso	Velocit� della corrente in metri per secondo								
Scuola n. 1 . . .	19 marzo	2 pom.	350	chiuso	0	45	—	12,6	3.129	7,03	Traccio	Traccio	209
	7 aprile	2 pom.	*	1/2 aperto	—	*	3,63	14,2	0,019	4,25	*	*	129
Scuola n. 2 . . .	17 aprile	2 pom.	116	chiuso	0	42	—	18,3	3,019	7,75	Traccio	*	634
	19 aprile	2 pom.	*	1/2 aperto	0,308	*	—	18,2	2,050	4,80	Traccio	*	74
Scuola n. 3 . . .	9 marzo	3 pom.	3110,40	chiuso	0	58	5,62	14,1	—	4,08	0	*	407
Scuola n. 4 . . .	4 maggio	1 pom.	1485,20	1/2 aperto	0	32	—	—	1,730	9,14	Traccio	*	322
	5 maggio	2 pom.	*	chiuso	0	34	—	—	1,865	8,28	Traccio	*	328
Fabbrica n. 1 . . .	28 maggio	10 ant.	169,23	1/2 aperto	0,954	3	3,51	26	1,490	5,23	Traccio	*	529
	29 maggio	12 m.	*	chiuso	0	2	1,07	25,2	1,900	6,46	Traccio	*	557
Fabbrica n. 2 . . .	29 giugno	10 ant.	279	1/2 aperto	2,820	3	1,04	22,1	1,223	4,23	0	*	612
	3 giugno	11 ant.	279	chiuso	0	4	0,73	22,3	1,774	3,32	0	*	730
Fabbrica n. 3 . . .	6 giugno	10 ant.	279	aperto	0,630	4	1,53	22	0,721	3,52	Traccio	*	251
Fabbrica n. 4 . . .	5 luglio	4 pom.	106	aperto	0	8	2,06	27,9	2,013	6,30	0	*	—
Sala di deposito dei	7 luglio	10,30 ant.	257	aperto	0,291	0	4,65	25,1	0,063	5,02	Traccio	*	281
Formaggi . . .	8 luglio	7 ant.	252	chiuso	0	0	4,07	24	0,929	6,23	Traccio	*	1041
Vaiocheria . . .	21 luglio	4,30 pom.	216	aperto	4,032	11	4,00	27,1	0,911	4,69	Traccio	*	971
	22 luglio	7 ant.	*	chiuso	0	11	3,15	23	0,970	2,64	Traccio	*	4139
Stamperia n. 1 . . .	13 luglio	5,45 pom.	150	chiuso	0	15	2,65	27,1	1,810	6,75	0	*	—
Stamperia n. 2 . . .	15 luglio	8 pom.	78	chiuso	0	8	2,15	27	2,634	2,30	0	*	1534
Infermeria n. 1 . . .	28 giugno	6 pom.	630	aperto	1,600	35	3,65	37,5	0,816	5,24	0	*	724
	29 giugno	7 ant.	*	chiuso	0	*	4,96	25,2	1,922	6,28	0	*	561
Infermeria n. 2 . . .	15 maggio	6,30 pom.	627	aperto	1,405	18	3,49	22	1,600	3,02	0	*	451
	16 maggio	7 ant.	*	chiuso	0	*	2,28	24,1	2,840	3,51	0	*	409
Infermeria n. 3 . . .	21 giugno	8 ant.	321,90	aperto	0	7	2,45	21,5	0,224	2,63	0	*	623
	22 giugno	11,20 ant.	*	chiuso	0	29	3,52	22	0,561	3,27	0	*	326
Dormitorio n. 1 . . .	14 giugno	5 pom.	282,20	aperto	0,904	2	3,98	25,1	0,810	2,65	0	*	—
	15 giugno	7 ant.	*	chiuso	0	08	2,45	22	2,761	5,20	Traccio	*	641
Dormitorio n. 2 . . .	10 maggio	6 pom.	399	aperto	0,278	14	1,72	24	1,960	6,73	Traccio	*	750
	20 maggio	6 ant.	*	chiuso	0	*	0,03	24,3	2,243	5,67	0	*	701
Tugurio n. 1 . . .	1 agosto	6 pom.	17,50	aperto	1,405	6	3,29	25	1,059	4,68	0	*	622
	2 agosto	6 ant.	*	chiuso	0	6	3,29	27	4,105	8,31	Traccio	*	523
Tugurio n. 2 . . .	4 agosto	6 pom.	53,83	aperto	1,153	6	3,05	25,2	0,823	3,85	0	*	564
	5 agosto	6 ant.	*	chiuso	0	*	3,05	26	2,826	6,21	Traccio	*	622

Fig. 6.7 – Risultati degli studi di Sanfelice sulla salubrit  dell'aria in alcuni locali di Roma (da Spataro).

Accreditata la presenza di germi patogeni nella polvere, ci  che interessava particolarmente gli *ingegneri igienisti* era che questi, una volta depositatisi sui materiali edilizi o sulle superfici delle costruzioni, potessero non solo non trovare un ambiente favorevole per il proprio sviluppo, ma anche non infiltrarsi nei muri e nei solai propagandosi a vaste zone della fabbrica.

*Uopo   quindi vedere come si comportano le superfici viste delle stanze sia per mantenere in vita i germi specifici, sia per favorirne o impedirne la penetrazione, in quanto a tale possibilit *

<sup>7</sup> Sanfelice L., *Sull'aria di alcuni ambienti abitati*, in " Annali dell'Istituto d'Igiene", vol III, Roma, 1893.

si collegano le norme di costruzione di quegli elementi di fabbrica o il giudizio sulla igiene delle costruzioni esistenti<sup>8</sup>.

Questo argomento sarà oggetto del capitolo successivo; si tratterà nelle prossime pagine della ventilazione naturale e del ricambio d'aria come sistema per il mantenimento della salubrità dell'aria degli ambienti confinati.

## 6.2 - Gli obiettivi del risanamento dell'ambiente interno.

### **Purezza chimica, microbica e salubrità termica**

La ventilazione naturale torna oggi a perseguire i tre obiettivi fondamentali che si poneva anche in passato: la *purezza chimica*, la *salubrità termica*, e non ultima, alla luce delle più recenti ricerche sugli inquinanti biologici, quella che allora era definita *purezza microbica*<sup>9</sup>.

Tra XIX e XX secolo il primo obiettivo da perseguire era quello di ridurre la concentrazione dei prodotti nocivi della respirazione, fondamentalmente la CO<sub>2</sub>, e dei prodotti gassosi della illuminazione, del riscaldamento e di tutte le attività che prevedevano la combustione. Mantenere la temperatura di un ambiente in condizioni ottimali ed eliminare o evitare la proliferazione dei germi d'infezione erano poi il secondo ed il terzo obiettivo.

Mentre i primi due scopi si potevano facilmente raggiungere con la semplice sostituzione dell'aria viziata interna con quella pura esterna, il terzo si realizzava in condizioni particolari. Era dimostrato infatti che germi potevano essere asportati dalle superfici sulle quali risiedevano solo attraverso correnti di notevole entità; tale circostanza era resa di difficile realizzazione per l'elevata porosità che generalmente caratterizzava i materiali da costruzione.

L'effetto "battericida" attribuito alla ventilazione non consisteva pertanto nell'eliminazione diretta dei batteri, quanto nella possibilità di rendere meno umidi e quindi meno favorevoli alla vita dei microrganismi gli ambienti.

Alla ventilazione non si demandava il compito di una completa *asettizzazione*, in quanto, oltre che per i motivi sopra accennati, il più delle volte si formano flussi e vie preferenziali che impediscono un completo ricambio ed una sufficiente miscelazione soprattutto negli angoli dei locali. Da queste considerazioni, e dalla volontà dei progettisti di non realizzare zone in cui l'aria potesse ristagnare, scaturiscono le teorizzazioni sulle forme ideali da conferire alle sezioni verticali degli ambienti in grado di garantire il ricambio d'aria in tutti i punti, studi che si riferirono in particolare ai padiglioni degli ospedali ed alle aule scolastiche.

---

<sup>8</sup> Spataro D., op. cit..

<sup>9</sup> Pagliani L., *Trattato di Igiene e Sanità pubblica*, Milano, 1912.

### 6.3 - I meccanismi della ventilazione naturale:

#### ***ventilazione libera, ventilazione artificiale, ventilazione capillare***

Una differenza sostanziale tra il modo di concepire i meccanismi della ventilazione naturale oggi e la visione che di essi avevano gli igienisti alla fine dell'Ottocento, consiste nel fatto che questi ultimi prendevano in considerazione - oltre alla *ventilazione libera*, quella cioè attraverso porte e finestre e alla *ventilazione artificiale*, quella che si attuava attraverso apposite *bocche* praticate sulle superfici che delimitano il locale - anche la cosiddetta *ventilazione capillare* attraverso il sistema di pori presenti nei materiali costituenti muri e solai. Questa ulteriore caratterizzazione del tema fa meglio comprendere come in realtà, dalla fine dell'Ottocento ad oggi, sia del tutto cambiato il modo di rapportarsi dei progettisti con i materiali da costruzione.

Si esaminano di seguito i principi secondo i quali erano affrontati i problemi relativi alla ventilazione capillare ed alla ventilazione artificiale; riguardo la ventilazione libera e alle sue finalità igieniche si farà cenno in seguito nel capitolo riguardante gli elementi di chiusura esterni in rapporto all'igiene dell'edificio, in particolare a proposito degli infissi esterni e degli *infissi ventilatori*.

In realtà, già nei primi decenni del XX secolo, la tendenza a far coincidere le proprietà igieniche e salubri dei materiali da costruzione, ed in particolare delle finiture, con la loro impermeabilità all'aria e all'acqua, incentivò la produzione e la diffusione di materiali a porosità interconnessa molto limitata: *pietrificante* per una finitura divenne quasi sinonimo di "igienico". Allo stesso modo si tendeva a *mineralizzare* qualsiasi componente organico entrasse come costituente nei prodotti per l'edilizia: da questo momento pareti, solai, coperture non furono più considerati come "filtri" tra interno ed esterno, elementi permeabili all'aria, ma quasi come barriere.

I sistemi adottati per la ventilazione dei locali sfruttavano la pressione del vento, le differenze di temperatura o anche dei sistemi meccanici elementari a consumo energetico ridotto.

Proprio il vento influenzava l'aerazione dei locali sia con la *ventilazione capillare* attraverso i materiali da costruzione permeabili all'aria, favorendo la *ventilazione libera* con l'apertura e chiusura di porte e finestre o agendo come forza premente o aspirante su apposite bocche o camini che potevano essere forniti di appositi apparecchi come le mitre aspiranti: in quest'ultimo caso si parlava di *ventilazione artificiale*.

Poiché i fenomeni di *ventilazione capillare* erano strettamente correlati alla porosità interconnessa dei materiali - caratteristica che influenzava anche i fenomeni riguardanti l'umidità - delle ricerche e degli studi riguardanti questo specifico argomento si tratterà nel capitolo riguardante le caratteristiche igieniche dei materiali da costruzione.

Si anticipa solamente che gli studi del dottor Alessandro Serafini<sup>10</sup> del 1890 - *Alcuni studj d'igiene sui materiali da costruzione più comunemente adoperati in Roma* - in relazione alle caratteristiche d'igiene, pur negando la possibilità di trascinamento all'interno dei materiali di germi a causa del vento, non escludevano un contributo riguardo all'aerazione degli ambienti dovuto alla ventilazione capillare.

Serafini sottolineava l'importanza dello studio dei materiali dal punto di vista igienico, indagini sperimentali che, iniziate nel 1858 dal dottor von Pettenkofer, ne indagavano *la capacità di acqua, il volume totale dei pori, la permeabilità all'aria, la conducibilità al calore ecc*<sup>11</sup>. Occupandoci di sostenibilità e degli attuali studi che tendono a valutare la possibilità e le modalità per un uso consapevole di materiali e tecniche costruttive locali, sembra opportuno rilevare come già a fine Ottocento studiosi come Serafini ribadissero la necessità di una conoscenza approfondita, da acquisire attraverso sperimentazioni, dei materiali da costruzione caratteristici di ogni area geografica. Gli stessi volumi d'aria disponibili negli ambienti erano calcolati anche in funzione della porosità caratteristica delle strutture di chiusura orizzontali e verticali, prendendo in esame i coefficienti di permeabilità relativi ad ogni specifico materiale impiegato: *così, per esempio, chi volesse nel costruire una casa coi tufi vulcanici litoidi più comunemente adoperati in Roma, tener presente, per i suoi calcoli riguardanti l'ampiezza da dare alle camere, il coefficiente di permeabilità che il Lang assegna al tufo calcareo, andrebbe certamente errato [...] poichè il coefficiente di permeabilità dei primi è assai minore.*

Riguardo la ventilazione artificiale, realizzata cioè attraverso apposite *bocche* praticate sulle superfici che delimitano il locale, particolare attenzione era posta dai progettisti alla posizione delle bocche di ventilazione all'interno degli ambienti. Essa dipendeva a sua volta dalla posizione della zona neutra, teorizzata per la prima volta a fine Ottocento da Recknagel<sup>12</sup>. La zona neutra, quella in cui si ha l'inversione dei flussi d'aria entrante ed uscente, veniva così definita efficacemente: *è noto a tutti che se tra due ambienti a diversa temperatura si tiene socchiusa una porta e si fa scorrere lungo l'apertura una candela accesa, la fiamma della candela viene piegata in un senso in alto, nel senso opposto in basso, e che verso il mezzo la fiamma rimane dritta; in allora si ha in quel punto quel che si dice la zona neutra*<sup>13</sup>.

L'attenzione posta dai progettisti riguardo la porosità dei materiali era rafforzata dalla circostanza che, si riteneva allora, questa potesse influenzare anche la posizione della zona neutra, nel caso la ventilazione avvenisse solo attraverso i pori dei muri e gli interstizi. Alla luce

<sup>10</sup> Serafini, *Alcuni studj d'igiene sui materiali da costruzione più comunemente adoperati in Roma*, in "Annali della Società degli Ingegneri e degli Architetti italiani", vol. V, fasc. V, Roma 1890.

<sup>11</sup> Serafini A., op. cit...

<sup>12</sup> Spataro D., *Ventilazione naturale degli ambienti. Teoria di Recknagel*, in "Annali della Società degli Ingegneri e Architetti Italiani", Roma, 1898.

<sup>13</sup> Pietravalle, *Guida tecnica d'igiene pratica*, Milano, 1898.



**Fig. 6.8** – I materiali da costruzione utilizzati a Roma esaminati in rapporto alle caratteristiche igieniche nello studio del 1890 del dottor Serafini.

di queste considerazioni si può ad esempio spiegare la presenza e la posizione di una o più bocche di presa, e la loro collocazione in prossimità del pavimento o del soffitto.

Alcuni accorgimenti, forse troppo semplici per poter essere considerati ancora efficaci ai nostri giorni, avrebbero dovuto consentire non solo di innescare fenomeni di ventilazione naturale all'interno della stessa stanza, ma anche di ridurre, ad esempio, gli spifferi durante la stagione invernale agendo semplicemente sulla posizione della zona neutra.

A tal scopo la zona neutra era posta quanto più in basso possibile, al limite tangente al pavimento: questa condizione si otteneva facendo in modo che la permeabilità della parte inferiore delle pareti fosse molto maggiore di quella superiore. In questo caso, infatti, penetrando una maggiore quantità d'aria dalle parti basse delle pareti, a parità di superficie, era necessaria una superficie maggiore o un carico maggiore per smaltirla nelle zone superiori; ciò significava che la zona neutra si abbassava.

Piuttosto che affidarsi esclusivamente alla differente porosità dei materiali, in un ambiente a temperatura più elevata di quella esterna si poteva aprire una bocca in corrispondenza del pavimento. Attraverso questa entrava l'aria più fredda e, affinché si mantenesse l'equilibrio, era necessario incrementare la superficie attraverso la quale si smaltiva l'aria interna. La zona neutra quindi si abbassava, fino a coincidere, al limite, con il pavimento; in tal caso gli unici spifferi sarebbero stati proprio quelli in corrispondenza del pavimento.

Aprire dunque una bocca di ventilazione in un ambiente a superficie porosa equivaleva a sopprimere le correnti fredde che si avevano dalle fessure in porte e finestre; al contrario, l'apertura di una bocca di ventilazione nella parte superiore di un ambiente riscaldato spostava verso l'alto la zona neutra, incrementando le correnti fredde esterne attraverso porte e finestre. Se invece agivano in contemporanea una bocca di immissione ed una di estrazione, le loro dimensioni potevano essere differenziate in modo che la zona neutra si posizionasse al di sotto del davanzale in modo che in corrispondenza di questo si aveva una pressione positiva, ciò avrebbe impedito l'ingresso dell'aria fredda.

In base a tali considerazioni venivano proposti principi che per la loro generalità e immediatezza contribuiscono ancora oggi ad una visione più diretta ed applicativa del problema.

#### **6.4 - La salubrità dell'aria negli edifici pubblici: teatri, scuole, ospedali, mercati**

I principi esposti in precedenza, dedotti per un singolo ambiente, trovavano applicazione anche nei casi più complessi di scuole, sale di riunione, teatri, ospedali, e mercati in cui il sistema di ventilazione, realizzato tramite l'apertura di bocche artificiali, doveva essere concepito in modo da evitare la formazione di correnti fredde piuttosto moleste.



Le tipologie edilizie citate rappresentano dei casi emblematici di studio sulle possibilità offerte dalla ventilazione naturale prima dell'avvento della "meccanizzazione" dei sistemi di aerazione; si accenna di seguito a questi sistemi proprio per la validità degli spunti che forniscono, anche relativamente a situazioni diverse.

Nelle aule scolastiche le condizioni erano molto simili a quelle di una comune stanza, in questo caso però - se la parete esterna era realizzata con i medesimi materiali sia nella parte superiore che inferiore - la zona neutra si trovava generalmente al di sopra dei davanzali e le correnti risultavano molto fastidiose a causa dell'immobilità degli scolari.

Malgrado gli studi effettuati e le diverse prescrizioni normative, i sistemi di ventilazione naturale difficilmente erano applicabili nelle scuole ospitate in edifici esistenti adeguati a tale finalità d'uso. In questi, nonostante la semplicità di realizzazione di bocche di aerazione, si preferiva la ventilazione libera ovvero, come si ritrova definita nella letteratura tecnica del tempo, *per corrente*. Questo sistema era forse quello universalmente utilizzato nei primi decenni del XX secolo, se Spataro ne criticava la validità facendo riferimento a molte scuole elementari di Roma; egli sottolineava come tale sistema richiedesse grandi volumi degli ambienti, volendo limitare il numero di ricambi d'aria per apertura di porte e finestre ad uno per ora; ciò avveniva con maggiore dispendio economico, fatto non conciliabile con il carattere di economicità cui erano improntati gli edifici scolastici.

A conferma dell'importanza attribuita alla ventilazione per l'igiene e la salubrità di edifici pubblici, nel 1864 il dottor A. Tripier pubblicava uno dei primi studi sulla ventilazione dei teatri, dal titolo *Assainissement des théâtres, ventilation, éclairage, chauffage* (Risanamento dei teatri, ventilazione, illuminazione, riscaldamento).

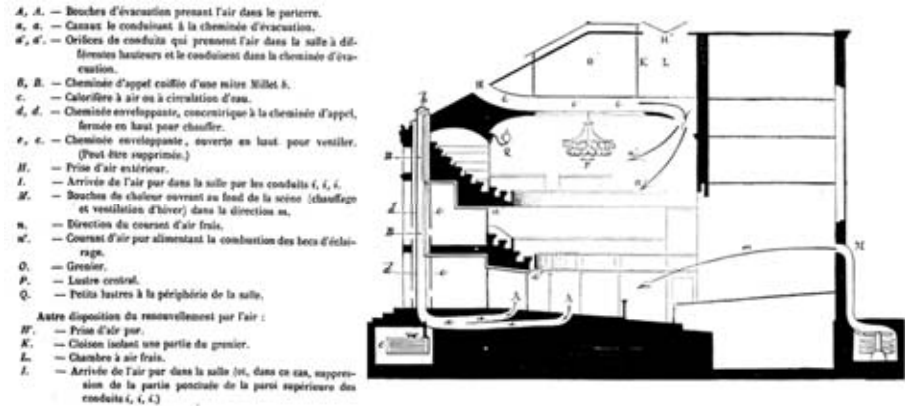
In questo scritto, in seguito alle esperienze effettuate al Théâtre-Fraçais e all'Opéra-Comique, l'autore spiegava le scelte progettuali che lo avevano condotto all'ideazione del sistema di ventilazione per il Théâtre de Toulon. I risultati ottenuti per questa sala di spettacolo furono talmente soddisfacenti che molti teatri, successivamente realizzati o "risanati", non solo in Francia, si ispirarono a tale sistema di ventilazione<sup>14</sup>: tra questi il Théâtre des Bouffes-Parisiens e la Nouvelle Opéra di Vienna.

Il sistema prevedeva per la prima volta una *ventilazione rovesciata*, in cui l'aria viziata veniva aspirata dal basso attraverso l'azione di un camino di aspirazione, mentre l'aria esterna veniva immessa dall'alto nella sala. Nel caso di ventilazione invernale, l'aria esterna riscaldata era invece immessa dal fondo della scena (Fig. 6.9).

---

<sup>14</sup> Lavezzari E., *Traité pratique du chauffage et ventilation*, in Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publics, Paris, 1873.

**Fig. 6.9** – Il sistema a ventilazione rovesciata proposto per i teatri da Tripiet nel 1864 (da "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publics").



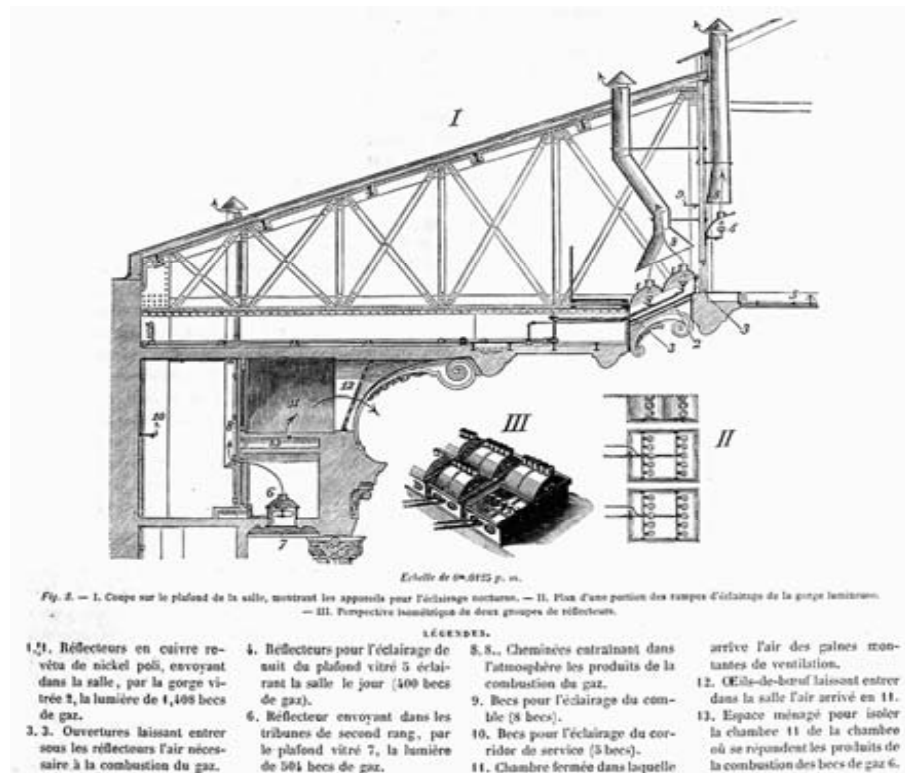
Se si adottava un sistema di ventilazione diretto, con espulsione dell'aria più calda e viziata dall'alto, la determinazione della zona neutra aveva particolare influenza, in particolare nei locali di grande altezza. Nel caso dei teatri, ad esempio, il richiamo poteva ottenersi tramite il lampadario posizionato sulla sala. Durante la rappresentazione, quando le porte di accesso ai palchi e alla platea erano chiuse, la zona neutra si spostava molto in alto stabilendo in tal modo un carico negativo, ciò dava luogo a forti correnti fredde nel momento in cui si aprivano le porte a fine rappresentazione. A questo inconveniente si ovviava semplicemente parzializzando la sezione di sbocco tra un atto e l'altro prima dell'apertura delle porte.

Questa era la soluzione adottata anche per l'impianto di ventilazione del Teatro Massimo a Palermo, progettato dall'architetto G.B.F. Basile e realizzato tra il 1875 e il 1891, che prevedeva originariamente un sistema di espulsione dell'aria viziata per mezzo di bocche di estrazione integrate nel soffitto della sala, il tiraggio era garantito da una corona di fiammelle a gas poste al di sotto della cupola<sup>15</sup>.

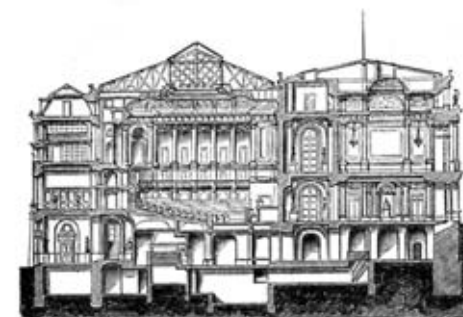
Questo sistema di ventilazione era stato applicato da quando nei teatri, ed in genere nelle grandi sale, si era diffuso l'uso delle coperture con struttura metallica; un coevo esempio è fornito dalla volta di copertura con sistema integrato di illuminazione e ventilazione della

<sup>15</sup> Fatta G., *La fabbrica del teatro Massimo*, in "Bollettino dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di Palermo", Palermo, 1996.

Chambre des Députés<sup>16</sup> nell'ala sud del palazzo di Versailles, realizzata dall'architetto M. E. de Joly nel 1875. In questo caso l'aria veniva immessa ed estratta dall'alto, le 1.400 fiammelle che attivavano il tiraggio illuminavano al contempo, attraverso riflettori di rame rivestiti in nichel, il velario vetrato che di giorno veniva illuminato dal lucernario superiore (Fig. 6.10, 11). La sala era pertanto priva di lampadario, considerato più consono alle sale da spettacolo.



**Fig. 6.10, 11** – Sistema di ventilazione ideato dall'architetto M. E. de Joly nel 1875 per la Chambre des Députés nell'ala sud del palazzo di Versailles (da "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publics").



*Fig. 2. — Coupe de l'aile sud du palais de Versailles, sur l'axe de la salle des séances.*

<sup>16</sup> *Chambre des Députés dans l'aile sud du Palais de Versailles*, in «Revue Générale de l'Architecture et des travaux publics», Vol. XXXIII, 1876.

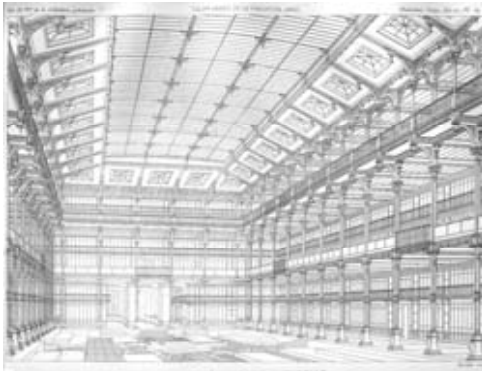


Fig. 6.12 – Lucernario e velario del Museo di storia naturale a Parigi, 1880 (da “Revue Générale de l’Architecture et des Travaux publics”).

Sempre a proposito del Teatro Massimo di Palermo, l’architetto Giuseppe Damiani Almeyda proponeva come soluzione della propria proposta per la progettazione del Teatro, schemi strutturali molto semplici non solo per la copertura della scena, ma anche per la sala. Si trattava di due arconi metallici a sesto ribassato con catene che seguivano l’andamento delle falde; il velario della sala, indipendente dalla struttura di copertura, appeso alle catene, era costituito da un telaio circolare con costole di ferro a T e vetri. Damiani già da questo progetto, quasi contemporaneo e forse influenzato dagli studi per il primo progetto del Politeama di Palermo affidatogli non ancora trentenne nel 1863, dimostra quanto tenesse in considerazione quei principi di igienicità e salubrità dettati dai Regolamenti di igiene e polizia adottati in tutte le maggiori città europee nell’ambito dei più vasti programmi di risanamento. Per tale ragione, non solo la ventilazione ma anche la qualità e le modalità di penetrazione della luce all’interno della sala diventavano esigenze imprescindibili della progettazione. Damiani progettò per la copertura della sala una calotta completamente trasparente che assicurava l’illuminazione diurna della sala e quella notturna mediante apparecchi a gas collocati al di sopra del velario<sup>17</sup> - lo stesso Damiani esplicitava in un suo scritto il riferimento al *Lirico di Parigi*<sup>18</sup> - inoltre lo stacco della calotta dalle pareti perimetrali garantiva un efficace ricambio d’aria innescato anche dalle fiammelle a gas poste al di sopra del velario stesso.

Come accennato in precedenza, lo stesso architetto Damiani cominciò a progettare nel 1863 il Politeama di Palermo nella piazza Ruggero Settimo, luogo prescelto non solo perché di proprietà comunale, ma anche perché esposto alle brezze marine, caratteristica igienica imprescindibile per un Politeama in cui si svolgevano anche spettacoli circensi con la presenza di animali.

La scelta del sito era un fattore certamente non secondario se si pensa che i problemi legati alla salubrità degli edifici erano in quel periodo particolarmente sentiti per le frequenti epidemie (a Palermo un’epidemia di colera funestò la città nel 1866); ciò influenzò, nel caso del Politeama, non solo la scelta del luogo, ma anche alcune soluzioni tecniche che riguardavano la copertura e garantivano una buona ventilazione.

Dalla descrizione che egli fece della copertura è evidente come il modello di riferimento in questo caso non fossero tanto i teatri lirici delle grandi città europee, quanto piuttosto nuove tipologie edilizie come i musei, le borse e le gallerie civiche, i cui progetti venivano diffusi in quegli anni da numerose riviste specialistiche. In fondo, il principio che Damiani adotta per la copertura della sala del Politeama era il medesimo, anche se notevolmente semplificato, adoperato per le membrature portanti dei grandi lucernari (Fig. 6.12), dove grandi mensole

<sup>17</sup> Fatta G., Ruggieri Tricoli M. C., *Palermo nell’ “età del ferro” – Architettura – Tecnica – Rinnovamento*, Palermo, 1983.

<sup>18</sup> Fundarò A. M., *Palermo 1860/1880. Una analisi urbana attraverso progetti ed architetture di Giuseppe Damiani Almeyda*, Palermo, 1974.

incastrate perimetralmente riducevano il diametro di imposta della calotta. La configurazione della copertura realizzava un anello percorribile dall'interno che consentiva l'apertura manuale delle sfinestrature laterali per far defluire l'aria calda e viziata (Fig. 6.13).

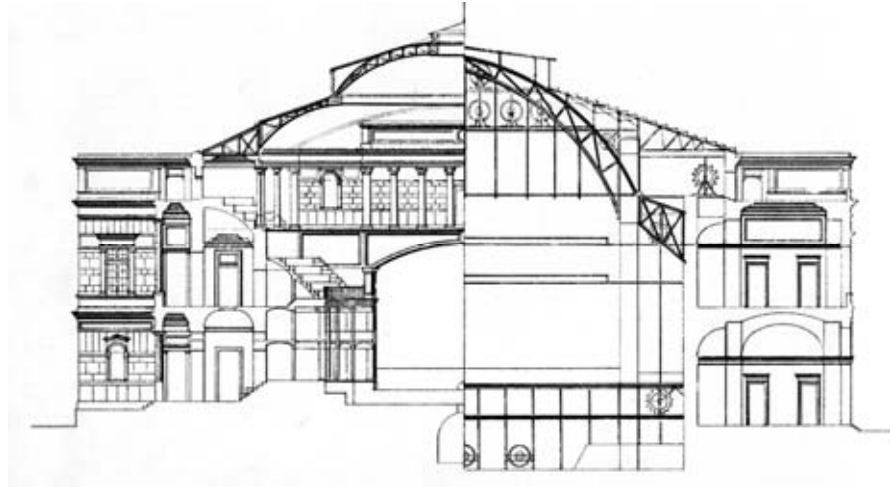


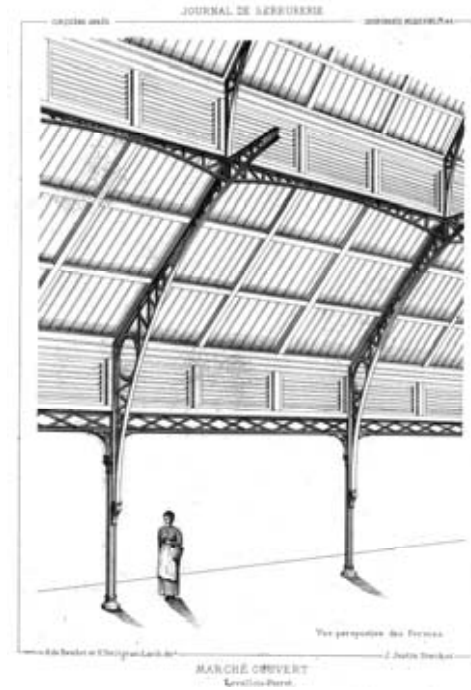
Fig. 6.13 – Sistema di copertura della sala e della scena del politeama di Palermo (da A. M. Fundarò).

Per un altro caso emblematico, quello delle chiese, si consigliava di ridurre al minimo le dispersioni d'aria attraverso la copertura e la parte alta delle pareti, in modo da evitare l'effetto camino, e di interrompere, durante la funzione, il riscaldamento della parte bassa *ottenuto con i serpentini posti sotto le sedie dei fedeli*, a vantaggio del riscaldamento della parte superiore. Ciò evitava l'innescarsi di moti di risalita dell'aria che avrebbero richiamato aria fredda dall'esterno.

Altri accorgimenti consentivano, ad esempio, di non far diffondere l'aria da laboratori o cucine agli ambienti contigui; per tale scopo era infatti sufficiente mantenere un carico negativo ponendo la bocca di evacuazione in alto; e sovradimensionarla rispetto a quella di immissione che poteva al limite non inserirsi.

I mercati coperti erano un'altra tipologia tipicamente ottocentesca nella quale, per ragioni igieniche, si poneva particolare attenzione alla ventilazione.

L'illuminazione naturale si otteneva con finestre aperte nelle pareti esterne e con le *lanterne* del coperto. Le finestre erano munite di gelosie con palette fisse di vetro nei climi non troppo freddi, e mobili in quelli molto freddi, così da poterle chiudere una sull'altra come si faceva con



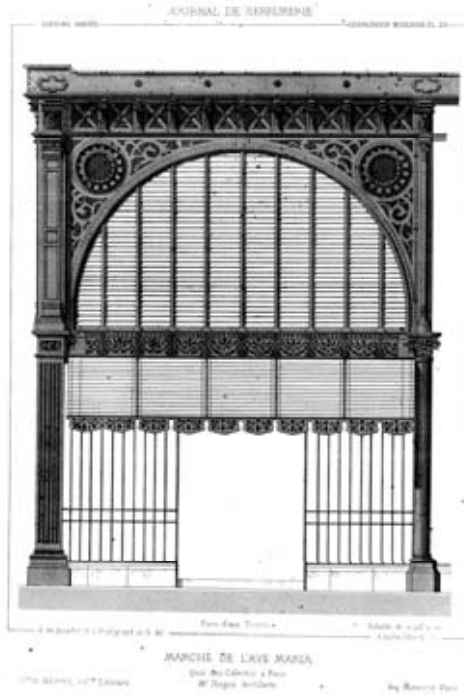


Fig. 6.14, 15, 16 – Mercati coperti francesi della seconda metà del XIX secolo con chiusure a gelosia (da "Journal de serrurerie").

gli sportelli delle gelosie comuni di legno, e impedire in tal modo il passaggio dell'aria fredda. In quest'ultimo caso si comprometteva l'aerazione, ma questa era garantita o per mezzo di aspirazione naturale entro appositi condotti sboccanti sopra il coperto o dalle pareti verticali delle lanterne, provviste di gelosie a palette mobili di vetro, ovvero per mezzo di aspirazione artificiale prodotta da aspiratori meccanici. Non era necessario che tutte le finestre fossero provviste di gelosie a palette e che queste si estendessero a tutte le finestre. Parte degli infissi potevano essere a sportelli apribili, provviste di lastre di vetro stampato, o meglio retinato, le quali oltre a intercettare i raggi solari, erano anche resistenti al fuoco: nel caso di rottura, i pezzi rimanevano in posto, la lastra conservava così la sua funzione di diaframma intercettatore. La buona aerazione di un mercato era di importanza capitale, specialmente in estate, quando si spandevano nell'aria odori poco gradevoli e l'aria stagnante risultava dannosa per le derrate esposte in vendita, oltre che fastidiosa per gli utenti. Era appunto in estate che, non essendovi equilibrio fra la temperatura esterna e quella interna, l'aerazione naturale era troppo debole o nulla ed era quindi necessario ricorrere ad aspiratori meccanici collocati entro camini del coperto.



Anche i sistemi di ventilazione di altri edifici di grandi dimensioni furono progettati, nel corso della seconda metà dell'Ottocento e nei primi anni del XX secolo, in base alle semplici considerazioni cui si è accennato. Il sistema di ventilazione del *Trocadero* e del *Conservatoire des Arts et Métiers* a Parigi prevedeva, come nel caso di altri ambienti di notevole altezza, l'immissione di aria esterna più fredda dall'alto, che in tal maniera si miscelava con quella più calda evitando disagi al pubblico. La ventilazione poteva anche essere realizzata in modo più spettacolare, attraverso lo spostamento di intere porzioni della copertura come avveniva nell'*Hippodrome* di Parigi o nella *Canterbury Music Hall* di Londra.

Oltre queste applicazioni se ne aggiungevano altre sicuramente originali, ma meno applicabili ai casi più comuni; il già citato Trélat proponeva, ad esempio, la realizzazione di una sorta di controparete interna costituita da *tappeti* che, lasciate aperte le finestre retrostanti, consentiva all'aria fredda di attraversare quasi in modo uniforme l'intera superficie porosa, riscaldandosi in modo graduale e senza dar luogo a correnti.

Indubbiamente quella degli ospedali era tra tutte la tipologia edilizia in cui i sistemi di ventilazione finalizzati all'igiene dell'aria erano studiati con più accuratezza. Non potendo in passato risolvere il problema della differenziazione delle pressioni all'interno delle stanze in funzione della loro destinazione d'uso, si ricorreva ad alcuni espedienti che, attraverso l'inserimento delle sole bocche di immissione e la soppressione o notevole riduzione di quelle di evacuazione, consentivano di mantenere nei corridoi un carico positivo, circostanza che garantiva contro l'entrata di aria dai padiglioni delle malattie infettive.

Particolare importanza assumeva negli ospedali e nelle scuole la forma della sezione trasversale degli ambienti: questa non doveva infatti consentire la formazione di zone in cui non avvenisse il ricambio dell'aria. A tale fine miravano gli studi cui si farà cenno nel successivo paragrafo.

### 6.5 - La ventilazione naturale e la configurazione dell'involucro interno degli ambienti

Il *Consiglio superiore d'igiene del Belgio*, a metà '800, proponeva un'altezza ottimale compresa tra 4,50 e 5 metri per ambienti quali le classi scolastiche, infermerie ed altri ambienti destinati ad accogliere un numero elevato di persone.

Era anche evidente come il soffitto piano non potesse considerarsi una soluzione ideale al fine di favorire la ventilazione naturale: l'aria, scaldatasi, lambiva il soffitto nelle zone lontane dalle bocche di presa e si raffreddava prima di raggiungere queste ultime, ridiscendendo verso il basso (Fig. 6.17).

Notevole successo ebbero nello stesso periodo le soluzioni proposte da C. Tollet in cui la conformazione delle sezioni trasversali era tale da raccordare pareti e soffitto. La sezione ogivale di altezza variabile dai 7 agli 8 metri aveva lo scopo di facilitare lo smaltimento dell'aria

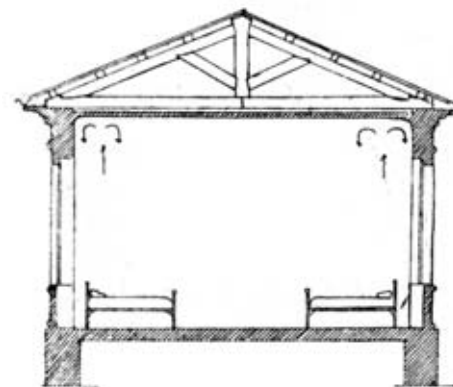


Fig. 6.17 – Il soffitto piano non favoriva la ventilazione naturale (da Spataro).

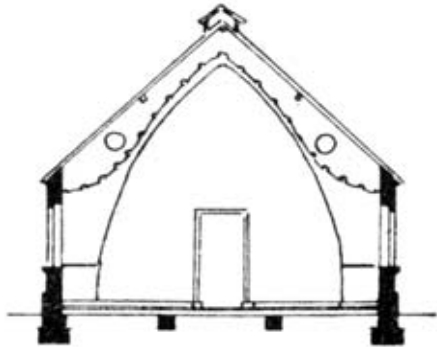


Fig. 6.18 – Sala a sezione ogivale del padiglione ideato da Demanet nel 1850 (da Donghi).

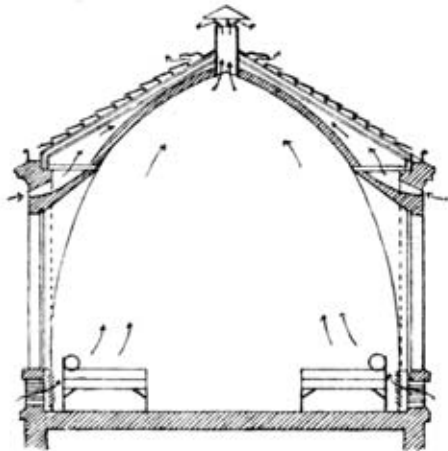


Fig. 6.19 – Soluzione proposta da Tollet nel 1870 (da Donghi).

viziata attraverso una mitra posta sulla sommità dell'ogiva. Ovviamente questa soluzione era realizzabile solo in edifici ad una sola elevazione o al piano più elevato.

La genesi di questa forma è da ricercare nei primi esempi di ospedali militari; nel 1850 Demanet realizzò a Beverloo (Fig. 6.18) grandi padiglioni rettangolari con sezione trasversale ad ogiva con altezza pari alla larghezza dell'ambiente stesso. La soluzione proposta da Tollet nel 1870 riprendeva sostanzialmente quella di Demanet (Fig. 6.19), ma introduceva anche la possibilità di ventilare la camera compresa tra controsoffitto e copertura al fine di aumentare la forza di aspirazione delle mitre superiori e migliorare la climatizzazione. Anche l'architetto Legros nel 1897 riproporrà questo schema nel progetto dell'Ospedale Boucicaut di Parigi (Fig. 6.20).

La soluzione a sezione ogivale si era dimostrata la più funzionale, anche se l'effetto estetico *poco simpatico, per non dire addirittura sepolcrale*<sup>19</sup> era poco apprezzabile. Inoltre, i maggiori costi di realizzazione, incompatibili con l'esigenza di economicità alla quale dovevano essere improntate quasi tutte le opere pubbliche previste dai piani di Risanamento e decoro ottocenteschi di molte città italiane, condussero ad una semplificazione dello schema ogivale proposto dalla letteratura tecnica e reso celebre da alcune importanti realizzazioni dell'epoca.

Pertanto, per la ventilazione naturale dei locali, una delle soluzioni economicamente più convenienti prevedeva l'adozione di incavallature tali da consentire un andamento inclinato delle parti laterali del soffitto, in modo da avvicinare la sezione a quella ogivale (Fig. 6.21). Questa disposizione si rifaceva alla tradizione dei mercati coperti, tipologia ottocentesca in cui da tempo si sperimentavano sistemi di ventilazione atti a mantenere fresche le merci; la maggiore difficoltà data dalle notevoli temperature che si raggiungevano per la natura stessa dei materiali con i quali i mercati erano realizzati (Fig. 6.22).

In Francia, il problema della ventilazione dei mercati era particolarmente sentito. Alle Halles Centrales di Parigi, malgrado la cura posta nelle operazioni di pulizia, esalazioni sgradevoli, e ritenute allora addirittura *venefiche* si erano sviluppate poco dopo l'inizio delle attività. Le condizioni igieniche erano talmente gravi che nel 1875 fu nominata un'apposita Commissione per lo studio dei sistemi di risanamento più efficaci. La relazione presentata dalla commissione suggeriva l'uso di disinfettanti come l'acido fenico ed il cloro, ma soprattutto proponeva un nuovo sistema di aerazione che prevedeva la realizzazione di bocche di richiamo e di bruciatori a gas speciali per attivare la ventilazione<sup>20</sup>. In seguito a detto rapporto fu nominata una Commissione permanente che visitava i mercati mensilmente e trasmetteva i verbali delle proprie visite all'Amministrazione.

<sup>19</sup> Donghi D., *Manuale dell'Architetto*, Torino, 1927.

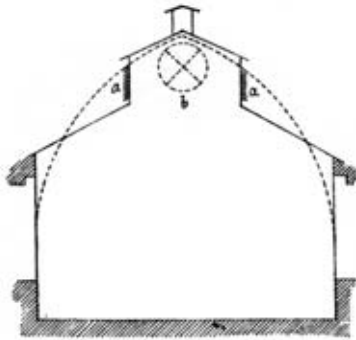
<sup>20</sup> La semaine des constructeurs, vol 1, p 29.



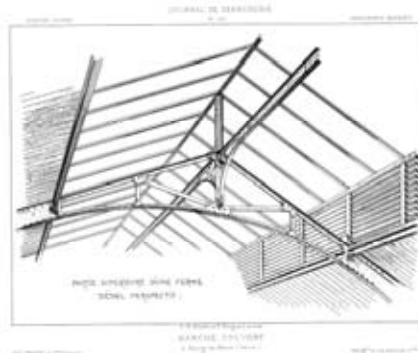
La soluzione con falde inclinate che convogliavano l'aria verso il colmo, tipica delle coperture dei mercati, non consentiva però la realizzazione della camera d'aria tra controsoffitto e copertura; inoltre, la realizzazione della lanterna longitudinale per tutta la lunghezza della sala comportava un notevole incremento dei costi rispetto ad una soluzione più semplice come quella che prevedeva l'inserimento puntuale in un solo tubo di diametro di circa 30 cm posto in corrispondenza del colmo.

Questi schemi potevano essere anche integrati a seconda dei casi con canne di ventilazione inserite nelle pareti e con richiami favoriti da corpi scaldanti, che consentivano la ventilazione diretta in periodo estivo e rovesciata in periodo invernale (Fig. 6.23).

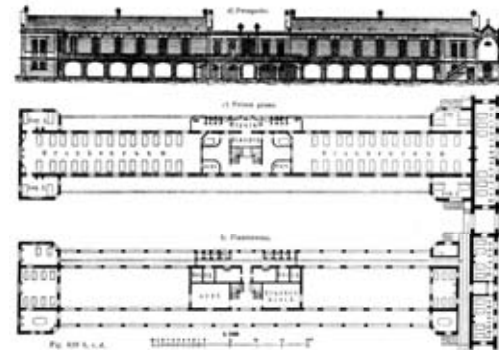
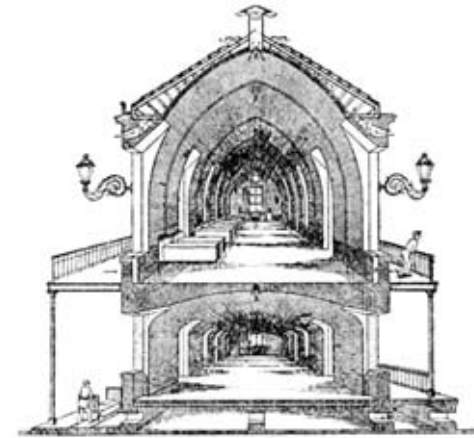
Un altro esempio interessante, sia per il luogo in cui venne realizzato sia per la modernità della soluzione costruttiva, era l'ospedale militare di Biserta, in Tunisia, progettato dall'architetto colonnello Dolot (Fig. 6.24). I padiglioni si realizzarono con leggere incavallature e tralici verticali metallici che fungevano da telaio a una muratura a doppia parete in mattoni forati intonacata all'esterno in calce idraulica e all'interno in cemento. La muratura a doppia parete proteggeva gli ambienti interni dai forti calori estivi e dai freddi invernali: nel primo caso l'aria veniva aspirata dall'esterno, per effetto del surriscaldamento del manto di copertura, in corrispondenza della pensilina dove era più fresca e attraversava la camera, nel secondo caso le bocche di presa poste al di sotto del davanzale venivano chiuse in modo da evitare la dispersione del calore.



**Fig. 6.21** – Una soluzione più economica rispetto a quella ogivale prevedeva un andamento del soffitto inclinato (da Donghi).



**Fig. 6.22** – La soluzione a lanterna di colmo e gelosie era tipica dei mercati coperti (da "Journal de serrurerie").



**Fig. 6.20** – Ospedale di Bouicaut di Parigi, dell'architetto Legros (1897) (da Donghi).

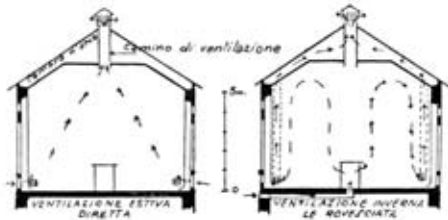


Fig. 6.23 – Schema di ventilazione diretta in periodo estivo e rovesciata in quello invernale (da Donghi).

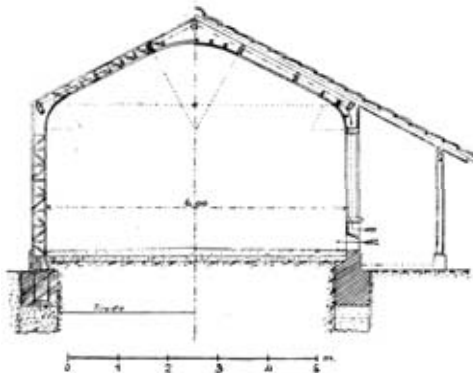


Fig. 6.24 – Ospedale militare di Biserta, Tunisia (da Donghi).

## 6.6 - Ventilazione per *canali artefatti*

Riguardo invece ad ambienti di dimensioni ridotte, quali potevano essere le stanze di un'abitazione, lo studio della ventilazione naturale si rifaceva a due schemi fondamentali di ventilazione per *canali artefatti*: in locali caldi non scaldati artificialmente e in locali freddi.

### 6.6.1 - Sistemi di ventilazione dei locali caldi non scaldati artificialmente

La condizione di locali caldi non scaldati artificialmente è quella che il clima insulare mediterraneo favorisce negli ambienti abitati nella maggior parte dei giorni dell'anno.

In queste condizioni i moti spontanei dell'aria sono quasi sempre prodotti da differenze di temperatura e pressione non molto elevate. In una progettazione che tenga al contempo conto del risparmio energetico e della salubrità dell'aria, può essere proficuo riprendere in considerazione alcune semplici considerazioni e soluzioni che possono essere guardate più come metodo che come risultato. Inoltre, questo tipo di ventilazione, che può contribuire a rispondere alla doppia esigenza di igiene dell'aria e di confort termico, riguarda il singolo ambiente e pertanto non richiede la movimentazione di grandi volumi d'aria, come in genere accade in un impianto centralizzato di trattamento dell'aria. Riprendere in considerazione la casistica proposta nei manuali che trattano questo argomento, considerato a partire dal secondo dopoguerra desueto in virtù dei nuovi progressi nel campo del *condizionamento meccanico*, può sicuramente servire da spunto e alla formulazione di nuove proposte compatibili con le attuali esigenze.

La trattazione della ventilazione naturale dei *locali caldi non scaldati artificialmente* era illustrata nei manuali ottocenteschi attraverso una similitudine idraulica, che rendeva più intuitivi i risultati ottenuti analiticamente, supponendo di sostituire l'acqua all'aria esterna più fredda.

In questo caso non faceva differenza che il locale, al fine di estrarre da esso l'aria calda, si trovasse al di sopra o al di sotto del terreno. Come è noto, la ventilazione può attivarsi sia per differenza di temperatura che per differenza di pressione. In locali non riscaldati in genere l'*inquinamento dell'aria* è proporzionale al suo riscaldamento; l'aria più viziata si trova quindi, come avviene nelle gallerie dei teatri, al di sotto della copertura, ragion per cui l'apertura di estrazione dell'aria calda dovrebbe essere il più in alto possibile, quella di immissione quanto più vicino al pavimento, tenendo conto dell'opportunità di collegare queste ultime bocche di immissione con un canale verticale che dirigesse l'aria fredda per inerzia verso l'alto e ne consentisse la ricaduta dopo la miscelazione con aria più calda. Negli esempi premoderni, se si realizzava un'unica bocca di estrazione in corrispondenza del soffitto, provvista o meno di tubo esalatore, poteva accadere che questa risultasse insufficiente per il ricambio dell'aria che, a causa dell'innalzamento della zona neutra, si attivassero infiltrazioni d'aria indesiderate attraverso gli infissi. Ovvero era ancora possibile che si venisse ad instaurare un doppio flusso, uno ascendente di aria calda e uno discendente di aria fredda, all'interno della bocca; in ogni

caso il pericolo era che l'aria viziata non fosse completamente smaltita. Per ovviare a tale inconveniente, e nell'impossibilità di realizzare una seconda bocca di immissione, tornava utile introdurre all'interno della bocca e nel canale ad essa collegato un diaframma che divideva in due, o meglio ancora in quattro parti, il tubo ed ognuna di queste poteva terminare con padiglioni orientati diversamente al fine di separare i flussi (Fig. 6.25). In tal modo le piccole differenze di temperatura o di pressione nell'aria attivavano flussi diversi nelle diverse sezioni del canale. Se le bocche erano posizionate al di sotto del soffitto su due pareti opposte la corrente risultava piuttosto costante, anche se invertibile, a causa del differente soleggiamento dei muri esterni o per la pressione del vento. Questa configurazione migliorava ulteriormente l'effetto se le due aperture si munivano di tubi che, per evitare l'inversione della corrente che provocava l'arresto della ventilazione, potevano presentare altezze differenti in modo da avere carichi diversi; una soluzione di tal genere poteva al limite prevedere la bocca di immissione collegata direttamente all'esterno attraverso lo spessore murario, e l'altra munita di tubo verticale (Fig. 6.25).

Se nel locale le aperture erano disposte sulla stessa parete, ma a diversa altezza, si verificava più frequentemente che da quella inferiore era immessa l'aria più fredda e da quella superiore espulsa l'aria calda e viziata, il carico risultava massimo se la prima si trovava in corrispondenza del pavimento e la seconda del soffitto. Anche in questo caso, però, le correnti d'aria esterna potevano fare in modo che si invertisse il flusso d'aria o che comunque venisse momentaneamente arrestato. La bocca di presa poteva essere in comunicazione con un canale verticale proveniente dal basso o dall'alto: nel primo caso la presenza di aria più calda di quella esterna nel canale di immissione agevolava la ventilazione, nel secondo la ostacolava. Se nel canale l'aria aveva una temperatura minore, allora il ricambio d'aria diminuiva nel primo caso ed aumentava nel secondo. Da queste considerazioni dipendeva l'eventuale scelta del posizionamento del canale di immissione: era pertanto ascendente se inserito in una parete esterna riscaldata dal sole, discendente nel caso di inserimento in una parete interna non riscaldata (Fig. 6.25).

### 6.6.2 - La ventilazione naturale dei locali freddi

Anche la trattazione della ventilazione naturale dei locali freddi, caratteristica del periodo primaverile o degli ambienti esposti a nord, veniva condotta affiancando alla trattazione analitica una similitudine idraulica che rendeva più intuitivo il processo. L'efflusso dell'aria fredda avveniva infatti come se al posto dell'aria gli ambienti fossero stati colmi d'acqua, pertanto l'aria fredda defluiva dal basso cedendo spazio all'aria calda che penetrava dall'alto; nel caso in cui il pavimento del locale si trovava al di sotto del terreno, come accade nelle cantine, l'aria fredda doveva essere riportata in superficie attraverso sistemi di aspirazione, secondo quanto avviene

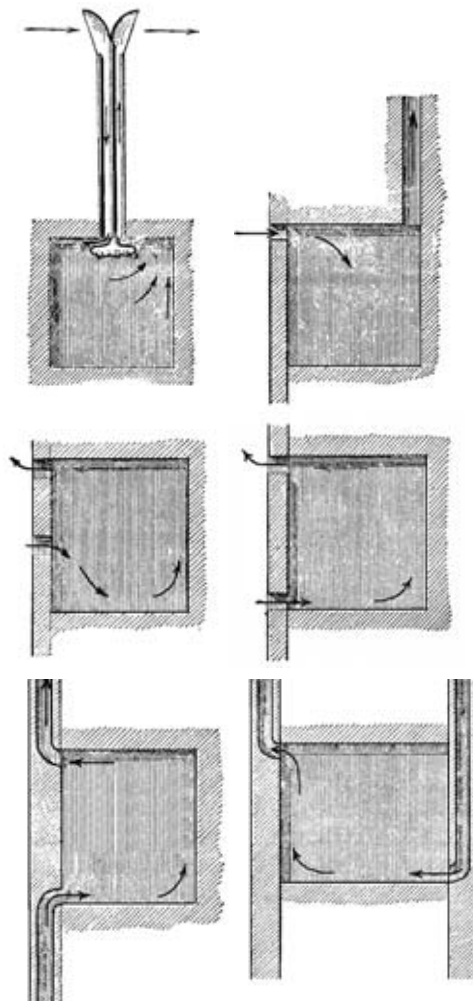


Fig. 6.25 – Ventilazione dei locali caldi non scaldati artificialmente (da Spataro).

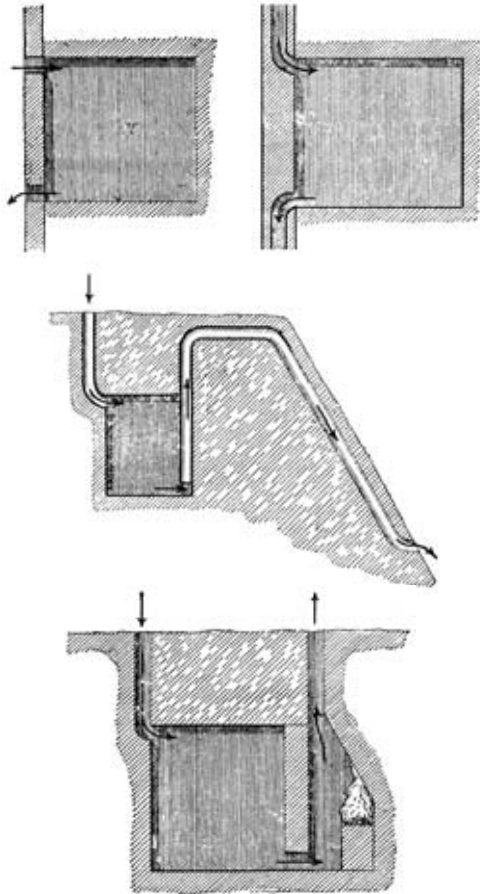


Fig. 6.26 – Ventilazione dei locali freddi (da Spataro).

con le pompe per l'acqua. I casi di seguito riportati illustrano in modo diretto alcune delle disposizioni ed accorgimenti adottati. In generale, poiché la differenza di temperatura tra interno ed esterno raramente risultava elevata, era sempre opportuno che le canalizzazioni avessero lunghezze limitate, possibilmente pari allo spessore del muro esterno.

La disposizione più semplice prevedeva la realizzazione di due bocche, sfioranti l'una il soffitto e l'altra il pavimento, comunicanti direttamente con l'esterno; il carico che garantiva il deflusso era in tal caso pari all'altezza del locale stesso<sup>21</sup> (Fig. 6.26). Il sistema di ventilazione per *canali artefatti*, in cui l'aria esterna più calda proveniva dall'alto attraverso un canale inserito nella parete esterna e l'aria fredda dall'interno del locale defluiva in basso attraverso un secondo canale, non garantiva però la continuità del ricambio. Bastava infatti che le pareti esterne, in particolare modo la parte più elevata di queste, venisse scaldata dal sole e che l'aria contenuta all'interno dei canali diventasse più calda di quella esterna, che si rallentasse o annullasse il deflusso verso il basso dell'aria fredda per effetto del tiraggio.

Casi meno consueti richiedevano il ricambio d'aria fredda in ambienti ipogei, prevedendo ad esempio l'applicazione di un *sistema a sifone*, in cui la bocca esterna si collocava quanto più in basso possibile ed ovviamente al di sotto della bocca di presa. Il carico risultava pari alla differenza di quota tra imbocco e bocca di efflusso esterna; particolare cura si poneva nell'isolare termicamente il canale di espulsione dell'aria affinché non si arrestasse il moto a sifone a causa dell'incremento di temperatura all'interno del canale. In questo caso, come avviene per l'acqua, necessitava adescare il moto aspirando l'aria nel condotto di uscita o comprimendola nel tubo adduttore.

Dalle precedenti considerazioni si può dedurre come il sistema più semplice ed efficace per la ventilazione di un singolo ambiente fosse quello che prevedeva le due bocche sulla medesima parete, l'una in prossimità del pavimento, l'altra del soffitto; se le correnti di aria fredda immessa ad altezza del pavimento risultavano moleste si prevedeva in genere l'introduzione dell'aria attraverso piccoli filetti, lastre con piccoli fori, o tubi forati.

### 6.7 - Sistemi di regolazione

I sistemi di ventilazione naturale, a differenza degli impianti meccanici, sono fortemente influenzati dalle condizioni atmosferiche esterne, e per tale ragione l'attenzione dei progettisti si è concentrata, ieri come oggi, sulla possibilità di regolare i flussi d'aria in funzione delle condizioni esterne. Così, le bocche di presa potevano essere munite di cassette di accesso,

<sup>21</sup> Se  $V$  è il volume del locale,  $t$  il tempo necessario al completo rinnovamento dell'aria,  $v$  la velocità dell'aria fluente sotto un carico costante, a la sezione della bocca, allora:  $a \cdot v \cdot t = V$ . Per una differenza di temperatura tra interno ed esterno di circa  $1^\circ\text{C}$  si può porre  $v = 0,2 \cdot H^{1/2}$ .

tubi di registro e di valvole. Questi apparecchi dovevano essere facilmente manovrabili, ispezionabili e scomponibili, per consentire la frequente regolazione perni, cuscinetti, viti e madreviti erano realizzati in bronzo. I registri, che disposti davanti le bocche di immissione consentivano di regolare la sezione, potevano essere forniti di contrappesi nel caso avessero grandi dimensioni, ovvero presentare piccole aperture mobili sopra una lastra o un disco munito di aperture identicamente disposte (Fig. 6.27). Le *cassette* consentivano la regolazione attraverso l'estrazione del cassetto che le costituiva, in altri casi la presenza di semplici deflettori, o *ventole*, permetteva di orientare il flusso d'aria.

Come già sottolineato, la ventilazione naturale è in generale dovuta a carichi molto ridotti rispetto a quelli che si possono ottenere meccanicamente, pertanto un problema che si ponevano anche i progettisti del tempo, e che risultava di difficile soluzione, era quello dell'eventuale necessità di introduzione di filtri che comportavano elevate perdite di carico. Si cercava di scegliere il punto di prelievo dell'aria esterna in modo che l'aria non necessitasse di trattamenti di filtraggio. La presa si disponeva in corrispondenza dei giardini, anche per mezzo di elementi di arredo del giardino stesso (Fig. 6.28), delle strade meno frequentate ed in ogni caso ad altezza non inferiore ad un metro dal calpestio esterno.

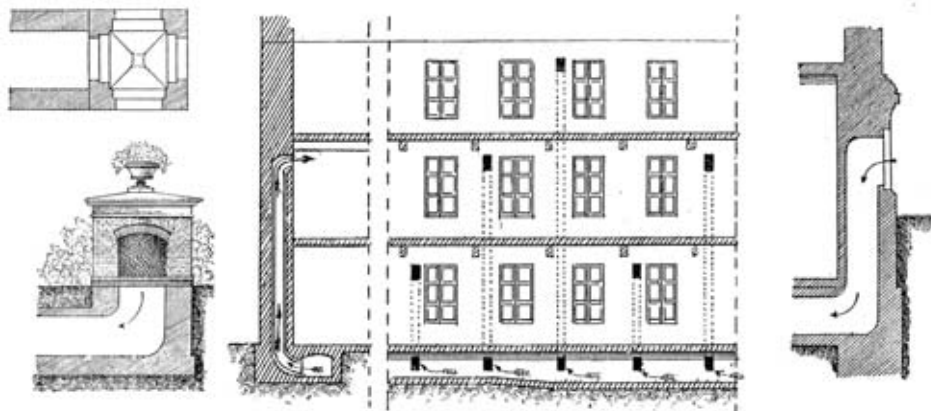


Fig. 6.28 – Canali di distribuzione dell'aria per la ventilazione naturale, presa d'aria a parete (a destra), edicola per presa d'aria in luogo aperto (a sinistra) (da Pagliani).

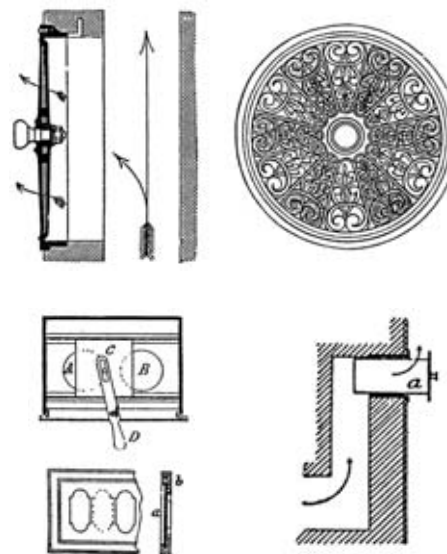


Fig. 6.27 – Registri a farfalla e cassette di regolazione (da Donghi).

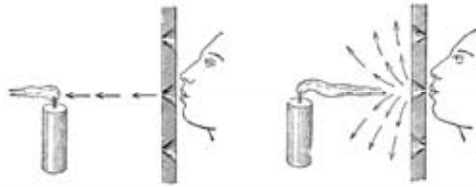


Fig. 6.29 – Vetri Appert.



Fig. 6.30 – Residenze BEDZED a Sutton, Londra.

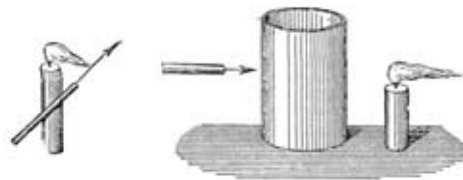


Fig. 6.31 – Effetto di trascinamento provocato dalle correnti d'aria (da Spataro)

All'interno, le bocche di ventilazione potevano essere munite degli stessi vetri forati, noti come *vetri Appert*, utilizzati per gli *infissi ventilatori*. Gli esperimenti (Fig. 6.29) dimostravano che se i *vetri Appert* si disponevano posti con la base dei fori conici dalla parte interna l'aria non penetrava a notevole distanza dalla bocca di ventilazione ma ripiegava tangenzialmente al piano del vetro; se al contrario la base si poneva verso l'esterno la corrente si portava al centro del locale.

Ma gli strumenti per l'estrazione dell'aria che suscitavano maggiormente l'attenzione dei costruttori - e che tornano oggi ad accendere l'interesse dei progettisti come elementi fortemente caratterizzanti dal punto di vista architettonico (Fig. 6.30) - erano le mitre ed i camini di aspirazione o di captazione del vento che trovarono numerose e fantasiose realizzazioni. Questi meccanismi, modesti per le dimensioni ma da considerare come interessanti applicazioni del periodo degli studi sulla dinamica dei fluidi, possono forse essere considerati più vicini alle nostre esigenze rispetto alle suggestive, e spesso abusate nell'immaginario contemporaneo, torri del vento che caratterizzano alcune architetture dei climi aridi.

Le mitre aspiranti funzionavano su due semplici principi: una corrente d'aria che spira attraverso o su una massa d'aria ferma trascina le particelle d'aria che le sono vicine, produce quindi una rarefazione attorno a sé, e genera pertanto una corrente d'aria secondaria verso di essa, anche da zone abbastanza lontane (Fig. 6.31); una corrente d'aria spirando contro un disco, con una qualsiasi inclinazione, lambisce tangenzialmente la superficie venendo a creare una rarefazione nella parte retrostante il disco stesso.

Il tiraggio del camino si incrementava allargando la bocca di uscita ed anche, poiché il vento spira quasi sempre orizzontalmente, ripiegando la bocca in modo tale che la sezione di uscita risultasse verticale.

Le mitre in alcuni casi ruotavano attorno al proprio asse in modo che, fornite di una banderuola direzionale, si orientavano secondo la direzione del vento. Le mitre a doppia tromba e le mitre mobili con coclea a vite di Archimede, pur risultando più efficaci, necessitavano di una più attenta manutenzione perché i depositi di polvere ne bloccavano dopo un certo tempo i movimenti. Per questo motivo si preferivano le mitre fisse, la cui progettazione risultava però più complessa in quanto dovevano agire sempre nel senso voluto e per qualunque direzione del vento. Una delle realizzazioni di questo tipo, più diffuse nella prima metà del '900, fu la *mitra fissa Wolpert*, utilizzata anche nel Policlinico di Roma dove venne realizzata in dimensioni colossali.

Anche in questo caso le immagini illustrano chiaramente il funzionamento della mitra Wolpert, alla quale si ispirano più o meno consapevolmente molti dei colorati modelli oggi riproposti dall'industria; risulta evidente l'efficacia nelle varie condizioni di funzionamento anche con vento diretto dal basso in alto e viceversa, con pioggia o con l'azione del sole (Fig. 6.32).

Quando le condizioni di pressione all'interno dei locali lo permettevano, si utilizzavano proficuamente le mitre prementi: il vento, spirando contro la bocca della mitra, entrava all'interno del condotto. Anche in questo caso le mitre potevano essere mobili e direzionabili tramite una banderuola, presentando sempre le stesse limitazioni riguardo la manutenzione. Le mitre prementi fisse venivano invece orientate in funzione dei venti regnanti - che in genere sono due e spirano da direzioni opposte - introducendo delle parti mobili che chiudevano automaticamente l'una o l'altra bocca (Fig. 6.33).

Lo stesso Wolpert propose sistemi più complessi di mitre contemporaneamente aspiranti e prementi (Fig. 6.34) basate sulla quadripartizione del camino. Un sistema di regolazione manuale prevedeva la realizzazione di una calotta regolabile posta al di sopra la bocca di espulsione, sistema applicato anche a realizzazioni più raffinate come i lucernari interni.

Un'applicazione particolare era costituita dalle alette applicate a bilico alle bocche di ventilazione con funzione regolatrice che permettevano l'apertura e chiusura delle stesse in funzione dell'intensità del vento (Fig. 6.35).

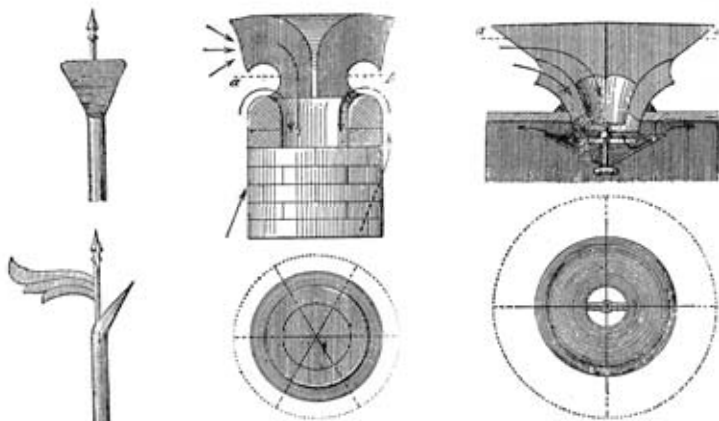


Fig. 6.33 – Mitre prementi (da Spataro).

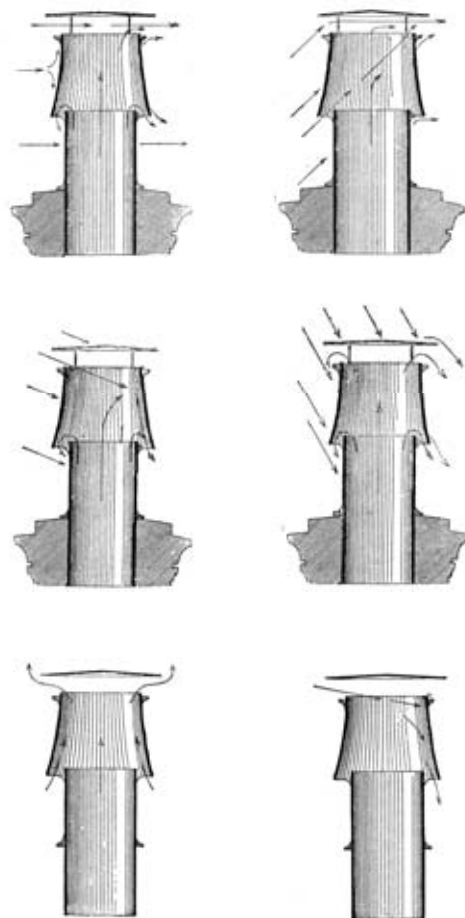


Fig. 6.32 – Mitra Wolpert (da Spataro).

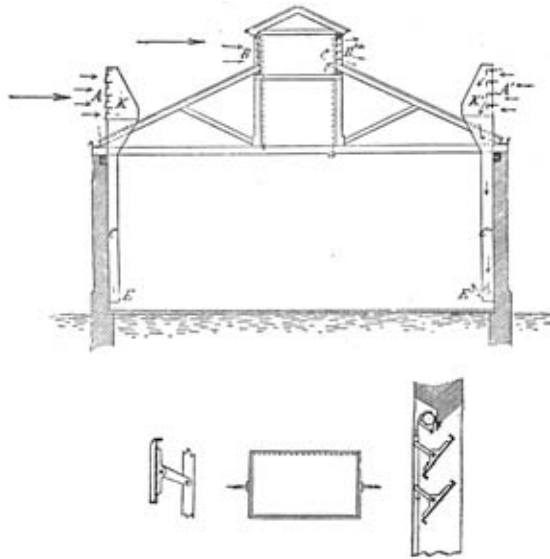


Fig. 6.35 – Sistema di regolazione delle alette delle bocche di presa e di espulsione (da Spataro).

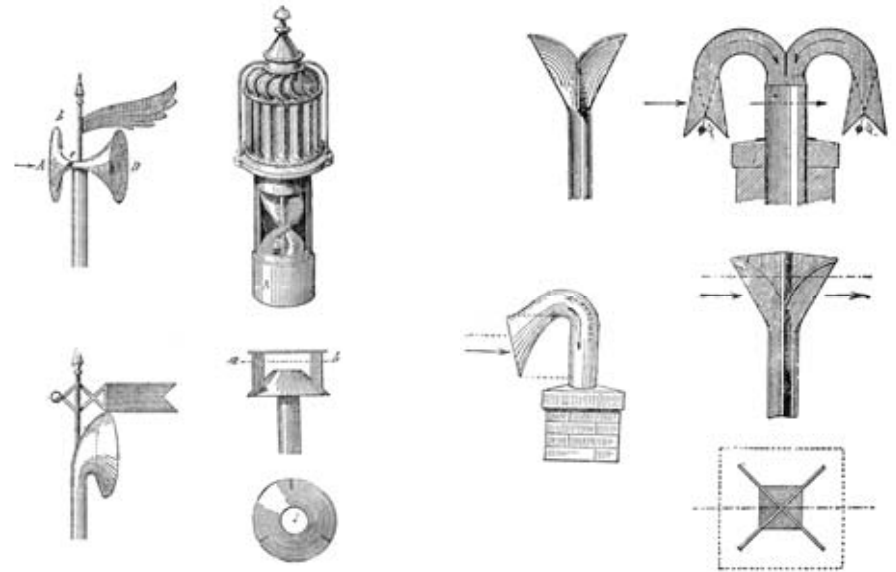


Fig. 6.34 – Esempi di mitre aspiranti (a sinistra) e prementi (a destra).

### 6.8 - Sistemi di ventilazione artificiale

La pratica in passato consueta di integrare l'impianto di illuminazione artificiale a gas e quello di ventilazione, sfruttando i fumi di combustione per attivare l'aspirazione, può essere oggi rivista in un'ottica di valorizzazione dei "rifiuti" di un processo ed ottimizzazione dei consumi di energia. Come accennato in precedenza, ad esempio, quando l'illuminazione elettrica non era stata ancora introdotta nei teatri, venivano adoperati i cosiddetti *becchi solari* che svolgevano la doppia funzione di illuminare e favorire la ventilazione; a queste soluzioni per grandi spazi se ne aggiungevano altre destinate ad ambienti più piccoli come le *lampade da ventilazione*. Si ricordano tra le altre le lampade *Stromayer* e le *See-Wouters* (Fig. 6.36), che sfruttavano il riscaldamento dell'aria all'interno del globo illuminante per innescare l'aspirazione dell'aria



attraverso delle rosette poste a soffitto; i canali di scarico erano generalmente realizzati con tubi di terracotta smaltata per resistere anche alle temperature elevate. Un sistema che invece integrava in modo elementare riscaldamento e ventilazione era il *caminetto ventilatore alla Franklin*, o *Frankline*<sup>22</sup>; il passaggio dei fumi in un condotto costituito da due tubi coassiali, uno esterno in cotto di sezione circolare l'altro interno di lamiera a sezione ellittica, consentiva il riscaldamento dell'aria proveniente dall'esterno (Fig. 6.37).

Tra i primi *sistemi meccanici* per la ventilazione si citano i cosiddetti *ventilatori idraulici*, originali nelle soluzioni, ma rumorosi e dal forte consumo d'acqua. In questi un getto d'acqua all'interno di un condotto produceva una rarefazione e quindi un'aspirazione, ovvero il getto d'acqua metteva in moto una ruota a pale<sup>23</sup>. Apparecchi basati sul primo principio erano quelli prodotti dalla Ditta *Lutzner* a Berlino (Fig. 6.38), che presentavano anche il vantaggio di abbattere parte della polvere sospesa e fornivano un ricambio d'aria di 9000 mc all'ora sotto una pressione d'acqua di 4 atmosfere. Sul secondo principio era basato l'apparecchio *Aerophor* prodotto da *Seiler & Schwarz* di Berlino (Fig. 6.39) che garantiva un ricambio d'aria di 5000 mc l'ora con una pressione d'acqua di 4 atmosfere, e permetteva inoltre il riutilizzo dell'acqua.

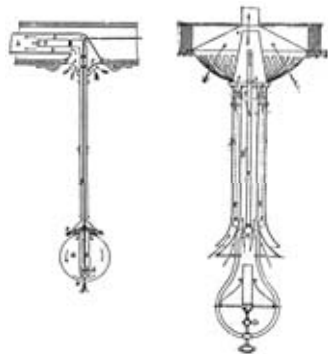


Fig. 6.36 – Lampade da ventilazione Stromayer (da Donghi).

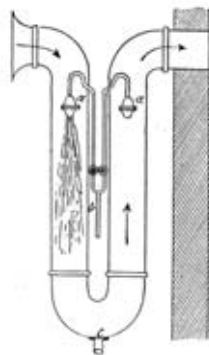


Fig. 6.38 – Ventilatore a caduta d'acqua Victoria della ditta Lutzner (da Pagliani).

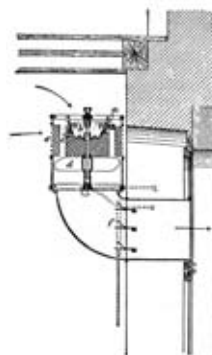


Fig. 6.39 – Aerophor prodotto da Seiler & Schwarz di Berlino (da Donghi).

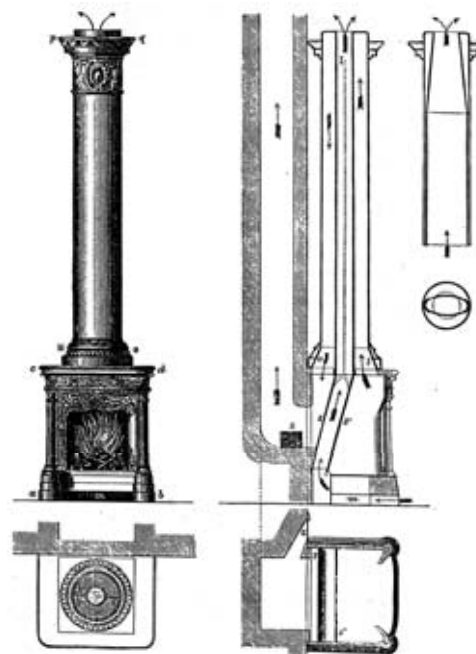


Fig. 6.37 – Franklina ventilatrice De Benedictis (da Donghi).

<sup>22</sup> I *camineti Franklin* erano così definiti perché derivanti dalla semplificazione di un sistema di riscaldamento inventato da Franklin nel 1745.

<sup>23</sup> Tra i diversi modelli ricordiamo il ventilatore *Italia* dell'ing. Ernst di Torino, il ventilatore *Zephir* di Matossi, il ventilatore *idropneumatico* dell'ing. Lenner, gli *Aerofori* di Seiler e Schwarz, i *Kosmos* di Walcker.

Nei primi anni del XX secolo cominciarono a diffondersi anche per l'edilizia residenziale i primi *aerofori* (Fig. 6.40) e ventilatori meccanici elettrici, che consentivano l'aspirazione dell'aria viziata, in tal caso erano posti in prossimità del soffitto, e l'immissione di aria pura. Tra i più noti erano quelli di *Schiele* e *Blackmann* (Fig. 6.41); da questo momento alla ventilazione naturale si sostituirà progressivamente quella meccanica che garantiva maggiori condizioni di continuità di funzionamento ma che, allo stesso tempo, cominciò ad allontanare i progettisti da quelle soluzioni integrate tra naturale ed artificiale.

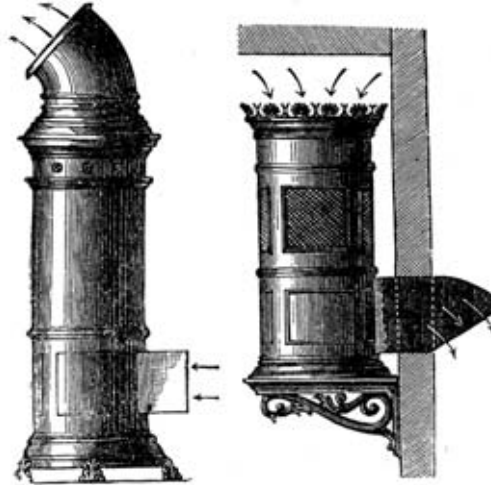


Fig. 6.40 – Aerofori per la ventilazione meccanica dei locali (da Spataro).

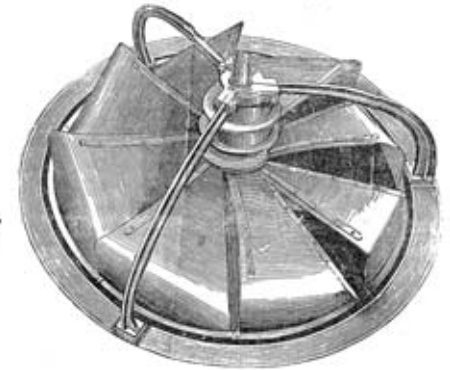
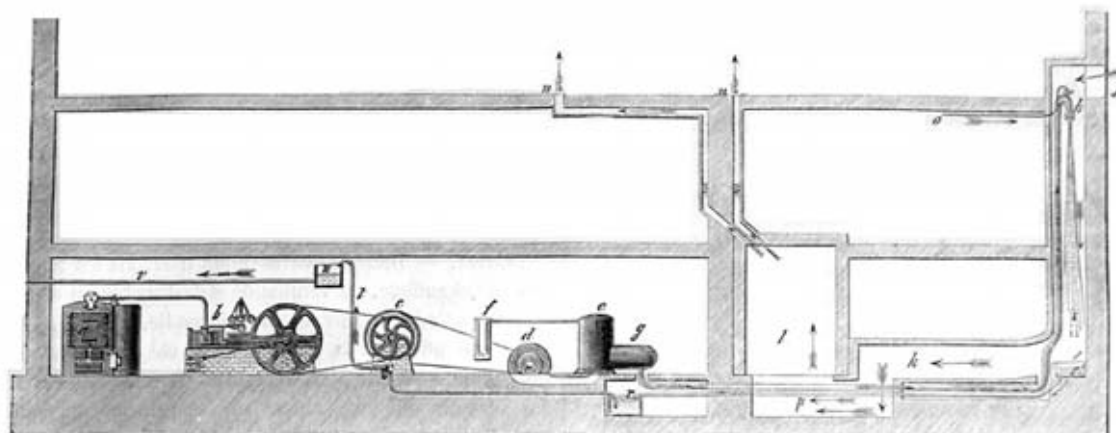


Fig. 6.41 – Ventilatore *Blackmann* (da Spataro).



COUPE THÉORIQUE DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE ET DE VENTILATION DE LA BELLE JARDINIÈRE.

LÉGENDE.

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <p>a Générateur à vapeur.<br/>         b Machine horizontale.<br/>         c Pailier de transmission.<br/>         d Ventilateur double, système Perrigault, comprimant l'air à 40 centimètres d'eau de pression. Ce ventilateur prend directement son air dans la cave.<br/>         e Récipient d'air comprimé.<br/>         f Manomètre à eau.<br/>         g Conduits d'air comprimé.</p> | <p>À Injecteur à cône avec écoulement d'eau au centre.<br/>         i Gaine d'injection.<br/>         j Prise d'air extérieur.<br/>         k Conduit d'air de la ventilation.<br/>         l Calorifère à air chaud.<br/>         m Conduits donnant passage à l'air chaud l'hiver, et à l'air refroidi l'été.<br/>         n Grilles d'introduction de l'air dans le magasin.<br/>         o Conduit d'eau alimentant l'injecteur.</p> | <p>r Réservoir recevant par le tuyau p le trop plein du réservoir r', où tombe l'eau non évaporée dans la gaine d'injection.<br/>         s Pompe d'épuisement du réservoir r.<br/>         t Tuyau de refoulement dans le réservoir u.<br/>         u Réservoir d'eau placé à une hauteur suffisante pour permettre l'écoulement dans l'égoût de l'eau d'injection.<br/>         v Tuyau d'écoulement dans l'égoût.</p> |
|---|--|--|

Fig. 6.42 – Sistema di riscaldamento e ventilazione con caduta d'acqua realizzato nei Magasins de la Belle Jardinière a Parigi, 1873 (da "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publiques").

## Capitolo 7

### Le proprietà igieniche dei materiali da costruzione

*Dai lavori degli alchimisti dell'antichità e del medio evo, che per raggiungere la loro Grande Opera, esaminavano la costituzione dei corpi, ebbesi origine la chimica, e questa scienza soltanto poteva darci una norma sicura, fra le contraddizioni della pratica, per la scelta dei materiali che meglio si adattano al diverso scopo delle costruzioni<sup>1</sup>.*

Felice Giarrusso, 1868.

*Le pietre naturali, i mattoni, i cementi, le malte, i legnami ecc., e in generale i materiali tutti da costruzione, naturali e artificiali, perché concorrano coi requisiti propri costruttivi in essi fino ad ora studiati, e col sottosuolo e soprasuolo delle abitazioni come coll'esposizione di queste, alla stabilità e alla salubrità delle abitazioni medesime destinate a dimora dell'uomo, nella città o nella campagna, debbono soddisfare a certe determinate condizioni d'igiene, le quali costituiscono un nuovo genere di proprietà nei materiali, appellate fisico-igieniche<sup>2</sup>.*

Francesco Nonnis-Marzano, 1895.

*Ora, se all'igienista spetta di determinare le qualità che devono avere l'aria, l'acqua, i materiali stessi che compongono la struttura di un fabbricato, i mezzi da adottare per la purificazione dell'aria e dell'acqua, per la efficace aerazione dei locali onde impedire ristagni d'aria, e quelli per il pronto allontanamento dei rifiuti e del loro trattamento onde renderli innocui, e infine tutte quelle precauzioni che valgano ad impedire la produzione e la trasmissione dei germi, spetta all'ingegnere e all'architetto di scegliere e adottare fra tutti i materiali e i sistemi che la tecnica mette a sua disposizione quelli meglio adatti a soddisfare alle condizioni richieste dallo scrupoloso igienista<sup>3</sup>.*

Daniele Donghi, 1927.

---

<sup>1</sup> Giarrusso F., *Sui cementi e loro applicazioni*, in "Nuovi Annali di Costruzioni, Arti e Industrie di Sicilia", Palermo, 1868.

<sup>2</sup> Nonnis-Marzano F., *La pratica e la stima dei lavori e delle opere d'arte. L'ingegneria Sanitaria*, Vol. V, Torino, 1895.

<sup>3</sup> Donghi D., *Manuale dell'Architetto*, Torino, 1927.

Nel binomio materiali edilizi ed igiene si può individuare il contributo più originale e moderno degli studi ottocenteschi degli igienisti nei riguardi degli attuali criteri per il costruire “sano”, che costituiscono uno degli argomenti fondamentali della sostenibilità.

Come sarà in seguito specificato, mentre l'influenza delle caratteristiche dei terreni e delle acque sulle condizioni igieniche dei luoghi è nota da sempre, quella dei materiali sulla salubrità del costruito è stata oggetto di particolare attenzione dalla seconda metà XIX secolo. In quegli anni, la diffusione di nuovi materiali “industriali” per l'edilizia evidenziò la necessità di un confronto, anche dal punto di vista igienico, di questi ultimi con i materiali tradizionali.

La *teoria localistica*<sup>4</sup> di Pettenkofer - il medico che nel 1854 fu nominato responsabile di una commissione delegata dal Governo di Baviera per indagare sulla patogenesi delle due malattie infettive più temute all'epoca, il tifo ed il colera, e sulla loro diffusione in quello Stato – non aveva fatto altro che fornire, per la prima volta, un'interpretazione scientifica dello stretto legame tra acqua, suolo e sviluppo di alcune malattie.

In realtà, già nel V secolo a.C. Ippocrate in *Le arie, le acque, i luoghi*, uno dei sessanta libri del cosiddetto *Corpus Hippocraticum*, consigliava di abitare luoghi alti e secchi, poiché i luoghi bassi e soggetti ad inondazioni predisponavano ad alcune malattie.

La salubrità dei luoghi è sempre stata correlata alla qualità dell'aria: nel V secolo a.C. Democrito riteneva le malattie epidemiche determinate da polvere cosmica sparsa nell'atmosfera terrestre, mentre Empedocle di Agrigento fece sbarrare la gola di una valle dalla quale riteneva provenisse aria malsana per la sua città. Successivamente Aristotele, nel IV secolo a.C., affermava: *la maggiore influenza sulla nostra salute la esercitano le cose di cui più direttamente e più spesso il nostro corpo si serve; tale influenza hanno perciò su di noi particolarmente l'aria e l'acqua*.

Nel I secolo a.C., nel *De Architectura*, Vitruvio poneva come principale dovere per chi tracciava le mura di una nuova città la scelta di un luogo con aria di ottima qualità: *tal luogo si avrà, se occuperà un'altura; se non sarà nebbioso né brinoso; se, riguardo agli aspetti del cielo, non sarà esposto a troppo caldo o a troppo freddo, ma manterrà ambiente temperato; e se sarà lontano da terreni paludosi, imperocché, giungendo alla città l'aria mattutina al sorgere del sole, e unendosi le nebbie, che sorgono, i fiati degli animali paludosi mescolati colla nebbia, spargeranno effluvi velenosi sopra i corpi degli abitanti, e renderanno infetto il luogo*<sup>5</sup>.

Lo stesso Vitruvio sottolineava, inoltre, come l'architetto dovesse avere anche cognizioni riguardanti la medicina: *[...] occorre poi che l'architetto conosca la scienza medica, in considerazione delle zone determinate dall'asse terrestre, e delle proprietà dell'aria e dei luoghi,*

---

<sup>4</sup> Pagliani L., *Trattato di Igiene e Sanità pubblica colle applicazioni alla Ingegneria e alla Vigilanza Sanitaria*, Milano, 1913.

<sup>5</sup> Marco Vitruvio Pollione (a cura di Ferri S.), *De Architectura*, Milano, 2002.

*che possono essere salubri o malsani, e delle acque; se non si prendono in considerazione infatti questi elementi non è possibile costruire alcuna abitazione salubre [...].*<sup>6</sup>

Talmente era radicato il convincimento di tale *influenza tellurica* sulla salubrità dell'abitato che le stesse leggi proteggevano, rendendo nullo il contratto, chi fosse stato ingannato nell'acquisto di un terreno rivelatosi in seguito malsano (*fundus pestilens*).

Rispetto alle teorie illustrate in precedenza, non si ebbero sostanziali mutamenti fino al XVIII secolo. Alla fine del '700 Linneo, ed altri studiosi che si interessarono di epidemiologia, precisò che la salubrità di un luogo dipendeva, non solo dall'altitudine del suolo, dai suoi rapporti orografici, dall'umidità, dalla struttura geologica, ma soprattutto dal grado di inquinamento del terreno e dell'acqua. All'inizio del XIX secolo, molti medici americani ed inglesi riconobbero una tale influenza dell'inquinamento sull'insalubrità dei luoghi, da relazionare a questo una particolare categoria di malattie, le cosiddette malattie da sudiciume, le *filth diseases*.

Si dovette però arrivare al 1857, con le esperienze di Pasteur, affinché la dottrina della generazione spontanea – che sosteneva la *possibilità che la materia morta si organizzasse spontaneamente in organismi viventi* – venisse definitivamente sconfessata, per essere individuata invece nella presenza di germi patogeni nell'aria, nell'acqua e nei materiali, la causa delle malattie.

Nella seconda metà del XIX secolo l'incremento demografico dei centri urbani, provocato dal richiamo delle industrie, aveva riproposto all'attenzione dei progettisti tutte quelle problematiche relative all'igiene e alla salubrità dei fabbricati che le epidemie avevano riportato drammaticamente alla ribalta. Nello stesso periodo, la diffusione dei primi studi basati su dati statistici, relativi alla mortalità causata da alcuni tipi di malattie, confermò in modo scientifico la relazione tra l'incidenza della mortalità dovuta ad alcune patologie e le condizioni igieniche dei luoghi<sup>7</sup>.

Da questo momento prese avvio una vera e propria rivoluzione nella concezione dell'igiene edilizia: i materiali da costruzione cominciarono ad essere studiati anche in funzione delle loro *proprietà fisico-igieniche*. Queste ricerche confermavano, contemporaneamente, quanto principi e criteri costruttivi, da sempre facenti parte della cultura edilizia tradizionale e delle regole dell'arte, si dimostrassero spesso adeguati alle problematiche igieniche, sia nella scelta e nella

---

<sup>6</sup> Vitruvio, op. cit..

<sup>7</sup> Fin dal 1832, in occasione della prima grave epidemia colerica in Francia, il dottor N. Boubée, limitando le sue osservazioni alle città di Parigi e Lione, aveva sottolineato una recrudescenza dell'epidemia nei periodi asciutti e caldi che seguivano a giornate umide e piovose, in quei luoghi in cui il terreno permeabile era sovrapposto a strati impermeabili, per cui l'acqua meteorica si fermava in esso ed evaporava poi, secondo Boubée, con esalazioni pestilenziali. Vedi Pagliani L., op. cit..

differenziazione dei singoli materiali, che nelle modalità di combinazione degli stessi per formare componenti edilizi complessi.

Pertanto, all'*architetto dell'era moderna* si richiedeva di perseguire tutte le *condizioni di salubrità volute dalla più rigorosa igiene*, non solo mediante l'ubicazione dei fabbricati e delle strade, la loro disposizione, i migliori sistemi di smaltimento delle acque e di gestione dei rifiuti, di riscaldamento e di ventilazione, ma anche attraverso la scelta, fra tutti i materiali ed i sistemi che la tecnica metteva a sua disposizione, di quelli più adatti a soddisfare l'istanza igienica di *amicromaticità*.

In particolare, l'umidità, in tutte le sue manifestazioni, si considerava il peggior nemico della salute: era infatti stimata quale condizione indispensabile all'insorgere di particolari patologie.

L'interazione dell'acqua in tutte le sue forme con i materiali da costruzione, con gli elementi costruttivi e con le stesse fabbriche nella loro complessità – oltre all'adeguata illuminazione, alla ventilazione naturale ed al soleggiamento, di cui si è già scritto nei capitoli precedenti – divennero i temi sui quali si confrontarono e confluirono ricerche e conoscenze di ingegneri, architetti, fisici, chimici, e medici igienisti. Tali ricerche trovarono diffusione su riviste a carattere generale, come *L'Ingegnere Igienista* e *L'Ingegneria Sanitaria*, e su altre che trattavano il tema della salubrità con specifico riferimento a particolari tipologie edilizie, tra le quali *L'Igiene scolastica* e *L'Igiene ospedaliera*, tutte pubblicate a partire dagli ultimi anni dell'Ottocento.

Su queste stesse riviste, oltre che nei trattati e manuali di ingegneria ed architettura sanitaria, trovavano ampia trattazione l'esame dei requisiti igienico-salubri cui dovevano rispondere particolari tipologie edilizie: le case operaie e a *pigione* - destinate alla nuova classe borghese impiegata in banche, uffici commerciali e nelle pubbliche amministrazioni - gli asili d'infanzia, le scuole, i mercati, le cucine popolari, tutte attrezzature di *pubblica utilità* atte a migliorare le condizioni igieniche delle città ottocentesche.

A cavallo dell'ultimo conflitto mondiale, le condizioni igieniche dell'edilizia abitativa destavano grande preoccupazione anche per i risvolti sociali del problema. D'altra parte, i sistemi di riscaldamento più avanzati, contrariamente a quanto ci si potesse aspettare, avevano causato una maggiore incidenza di alcune malattie: si era notato, infatti, che l'azione simultanea di umidità e forte produzione di calore favoriva la proliferazione dei *microbi* rispetto alle condizioni di caldo secco.

L'*indagine Dautry* sul tema "Casa e mortalità generale"<sup>8</sup>, svolta in Francia tra il primo ed il secondo conflitto mondiale, ribadiva il potenziale rischio per la salute pubblica dovuto alle carenze igieniche delle abitazioni.

---

<sup>8</sup> "Riportiamo alcuni dati di un'inchiesta che, per quanto compiuta in Francia dopo la prima guerra mondiale, è purtroppo anche oggi di attualità in quasi tutti i Paesi civili. La Germania, riferisce Raoul Dautry nel suo libro *Métier d'Homme*, ha ucciso 1 milione e 600 mila francesi in 50 anni, cioè 32.000 uomini all'anno. Per mantenere la Germania al di fuori dei confini i francesi hanno speso 324 miliardi di franchi in materiali e 200 miliardi in mano d'opera. Per uccidere il turgurio



Fig. 7.1 – (da Diotallevi e Marescotti).

Un recente lavoro<sup>9</sup> ha sottolineato come le ricerche condotte tra il 1930 ed il 1950, più che altro fondate su analisi di tipo parametrico-dimensionale, abbiano in realtà trascurato l'aspetto legato alla salubrità dei materiali.

Nella letteratura tecnica di quegli anni, il più delle volte, la relazione tra aspetto materico ed igiene veniva posta in secondo piano, o addirittura non contemplata: in Italia, nel 1935 l'ingegnere palermitano Giuseppe Samonà affrontava il tema dell'edilizia economica, in *La casa popolare*, prendendo in esame le esperienze compiute in Europa, e riportando la questione igienica fondamentalmente ai tre parametri ambientali: *aria, luce, spazio sono i tre fattori che ogni cittadino cerca come principi igienici*<sup>10</sup>. Nel 1948, Ireneo Diotallevi e Franco Marescotti, ne *Il problema sociale, costruttivo ed economico dell'abitazione*<sup>11</sup>, ribadivano il concetto nella perentoria affermazione: *il tugurio uccide più della guerra* (Fig. 7.1), ponendo ancora una volta in evidenza come *la casa senza aria e sole, senza servizi igienici, vecchia e sovraffollata*, dovesse essere considerata una vera e propria *malattia sociale*. In questo periodo, la minore attenzione nei confronti della scelta dei materiali, ed in particolare di quelli delle diverse tradizioni costruttive, può essere attribuita anche all'industrializzazione dell'edilizia; come scrivono Diotallevi e Marescotti, *la casa commisurata alle esigenze umane, organizzata nei suoi rapporti, costruita industrialmente è un prodotto sociale*.

In questo capitolo si evidenzia come gli studi sull'igienicità dei materiali, condotti a fine Ottocento e nei primi anni del Novecento, possano in un certo senso considerarsi precursori degli attuali approfondimenti sull'ecosostenibilità e sulla biocompatibilità. In queste ultime ricerche sono ricorrenti espressioni come "sindrome dell'edificio malato" (*sick building syndrome*), "malattia connessa all'edificio" (*building related illness*), "inquinamento interno" (*indoor pollution*), che solo qualche volta riconducono i progettisti ad un'attenta valutazione delle proprietà dei materiali nel loro complesso.

Saranno anche presi in considerazione metodologie, tecniche e strumenti per la determinazione delle proprietà igieniche del suolo, dell'aria, delle acque, ma soprattutto dei materiali, messi a punto dagli ingegneri igienisti per rispondere all'istanza di risanamento tra XIX e XX secolo. Questa particolare attenzione agli aspetti materici nella valutazione della salubrità degli edifici anticipa di un secolo il tentativo tutt'ora in atto, anche a livello di normativa

---

non si sono mai trovati i denari necessari. Così da un lato abbiamo 32.000 morti e 10 miliardi di spese all'anno, dall'altro 200.000 morti e uno sforzo totale di meno di 100 milioni all'anno".

In Diotallevi I., Marescotti F., *Il problema sociale, costruttivo ed economico dell'abitazione*, Milano, 1941.

<sup>9</sup> Bertagnin M., Pietrogrande E., *La salubrità dell'abitare all'origine dell'approccio ecosostenibile nell'architettura del moderno in Germania e in Italia*, Monfalcone (Gorizia), 2002.

<sup>10</sup> Samonà G., *La casa popolare*, Napoli, 1935.

<sup>11</sup> Diotallevi I., Marescotti F., *Il problema sociale, costruttivo ed economico dell'abitazione*, Milano, 1948.



europea, di individuare e valutare le caratteristiche di “ecologicità” di materiali e sistemi costruttivi.

Sono state inoltre individuate ed evidenziate, attraverso la consultazione e l'esame di diversi trattati, manuali e periodici pubblicati in quasi cento anni, consuetudini costruttive riguardanti l'uso di alcune sostanze e prodotti che potrebbero costituire, ancora oggi, un potenziale pericolo per la salute dei fruitori. Viene inoltre sottolineato come le esperienze eseguite nel periodo preso in esame in molte città italiane costituiscano un patrimonio essenziale per meglio comprendere i motivi della diffusione o dell'abbandono di alcuni materiali e tecniche costruttive, tradizionali o innovativi. Ciò rappresenta un'ulteriore conferma di quanto, in quel momento della storia edilizia, l'istanza di igiene e salubrità fosse determinante a livello urbanistico, come già visto, ed in modo specifico per molte delle architetture sociali del tempo.

Risulta evidente come in molti casi, nella seconda metà del XX secolo, l'aver trascurato i semplici precetti che erano stati alla base del costruire “sano” abbia influito negativamente sulle caratteristiche di igiene e salubrità degli ambienti confinati. Tale circostanza ha riproposto oggi la biocompatibilità quale requisito essenziale dei materiali da costruzione<sup>12</sup>, riportando all'attenzione degli progettisti ciò che, per lungo tempo trascurato, torna ad essere considerata una delle chiavi di interpretazione della sostenibilità in edilizia.

### **7.1 - I materiali igienici nell'edilizia tra XIX e XX secolo**

A partire dalla seconda metà del XIX secolo, l'igiene edilizia venne correlata, oltre che a fattori esterni quali orientamento e salubrità del luogo, alle caratteristiche intrinseche dei materiali che componevano la fabbrica ed alla compatibilità tra le condizioni da attuare e le scelte costruttive.

Le prime ricerche dei decenni precedenti evidenziavano come la definizione dei materiali dal punto di vista dei precetti dell'igiene non fosse sufficientemente significativa ai fini della caratterizzazione di elementi che compongono l'involucro interno ed esterno dell'edificio.

Riguardo alla salubrità dell'abitare, uno degli aspetti della sostenibilità in edilizia, ancora oggi si fa spesso riferimento alle caratteristiche del singolo materiale. In campo normativo però l'obiettivo attuale è quello di arrivare alla messa a punto di criteri per la valutazione dal punto di vista igienico dei componenti edilizi. Tutto ciò è finalizzato alla messa a punto di una certificazione di compatibilità bioecologica dell'edificio nel suo complesso, programma certamente ambizioso se si considera la difficoltà di previsione delle reali condizioni di impiego dei diversi elementi della fabbrica.

---

<sup>12</sup> La Direttiva 89/106/CEE del 21 Dicembre 1988 fa riferimento a sei requisiti per materiali e prodotti da costruzione: resistenza meccanica e stabilità; sicurezza in caso d'incendio; igiene, salute ed ambiente; sicurezza nell'impiego; protezione contro il rumore; risparmio energetico e ritenzione del calore.

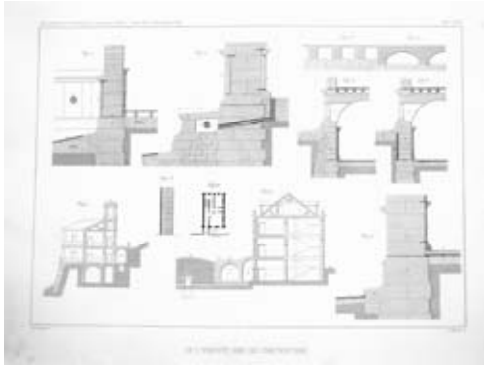


Fig. 7.2 – Sistemi per prevenire l'umidità nelle costruzioni (da "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publiques").

Alla luce di questo rinnovato interesse nei confronti del rapporto materiali-igiene, risultano di particolare interesse gli esperimenti effettuati e dei dati ottenuti da diversi studiosi a cavallo tra XIX e XX secolo sui materiali da costruzione. L'attenzione degli ingegneri igienisti non si rivolgeva a generiche categorie ma, in molti casi, gli studi prevedevano precise sperimentazioni finalizzate a caratterizzare dal punto di vista igienico materiali e tecniche costruttive locali; è il caso, ad esempio, delle ricerche svolte a Palermo dall'ingegnere Castiglia e dal dottore Di Blasi cui si farà cenno di seguito.

Questi studi forniscono un panorama dei diversi materiali da costruzione impiegati e suggeriscono delle spiegazioni sul perché alcuni di questi, il cui uso era consolidato da secoli di consuetudine costruttiva, vennero abbandonati a favore di nuovi materiali e nuovi sistemi costruttivi giudicati più *salubri*.

Così, le caratteristiche fisiche e meccaniche che oggi prendiamo in considerazione per la valutazione delle resistenza e della durabilità dei materiali, erano allora esaminate e messe in relazione anche con gli aspetti igienici; in particolare, gli igienisti consideravano parametri importanti la porosità, la permeabilità ai gas e ai liquidi, la conducibilità del calore, e l'attitudine a contenere e a trasmettere microrganismi.

## 7.2 I primi studi ottocenteschi sulle proprietà igieniche dei materiali da costruzione

L'umidità era considerata causa prima per l'insalubrità dei locali, infatti; sia che l'acqua provenisse dal suolo, dalla pioggia, dalla nebbia o che si trattasse della cosiddetta *acqua di costruzione*, questa aveva come effetto un abbassamento della temperatura interna dovuto all'evaporazione, ed un conseguente eccesso di vapore acqueo all'interno degli ambienti considerato nocivo alla respirazione.

Pur conoscendo i danni prodotti dall'umidità sulle fabbriche, ciò che premeva maggiormente agli igienisti era valutare gli effetti che questa, offrendo condizioni favorevoli per lo sviluppo di alcune specie di microrganismi patogeni, poteva avere sulla salute delle persone.

Per tale ragione l'esame dei materiali da costruzione in rapporto all'umidità – e quindi la valutazione della porosità e permeabilità all'aria ed all'acqua - divenne la base della caratterizzazione igienica dei materiali stessi.

Altre caratteristiche indagate dai progettisti del tempo erano il *potere di evaporazione* dell'acqua assorbita e la permeabilità al calore o *conduttività calorifera*. La cosiddetta *igiene moderna* si fondava anche sullo studio della capacità dei materiali di favorire o impedire lo sviluppo della *flora e della fauna parassitaria*.

Di notevole interesse e attualità erano le ricerche su *come si conservino o si alterino le proprietà speciali dei singoli materiali e in qual modo i pregi e i difetti di questi vengano dalla loro unione accresciuti o diminuiti, tenendo conto delle condizioni in cui si impiegano*.

*Importante è vedere se i materiali adoperati sono atti a dare minore o maggiore pulviscolo all'atmosfera, sia deteriorandosi, sia dissolvendosi per effetto di una causa meccanica*<sup>13</sup>. Questo risultava un aspetto assolutamente non trascurabile nelle architetture storiche in cui, prima della diffusione delle strutture in ferro e in cemento armato, era assai più ampia la gamma di elementi con caratteristiche diverse chiamati a coesistere. La differenziazione dei materiali all'interno di uno stesso edificio, ed in alcuni casi all'interno di uno stesso componente, costituisce una peculiarità dell'edilizia storica che dimostra una perizia ed un'intima conoscenza delle qualità specifiche dei materiali da parte dei progettisti e delle maestranze dell'epoca. Nei documenti di cantiere settecenteschi e ottocenteschi, riguardanti edifici monumentali, ma anche edilizia comune, ritroviamo una varietà di materiali che, in alcuni casi, potrebbe risultare ingiustificata se non interpretata nell'ottica di una maggiore sensibilità della cultura del tempo nei confronti della materia. In molti casi, tale differenziazione rispondeva, come vedremo in seguito, non solo ad esigenze di natura meccanica ed economica, vista l'incidenza notevole che aveva il materiale sul costo dell'opera, ma anche alle istanze di natura igienico-salubre.

### 7.3 La porosità nei materiali da costruzione come parametro per la valutazione dell'igienicità

A partire dalle prime ricerche sui materiali da costruzione dal punto di vista igienico, la caratteristica presa maggiormente in considerazione risultava la porosità<sup>14</sup>, ed in particolare un aspetto legato a questa, cioè la *traspirazione* attraverso i materiali stessi, proprietà attualmente riconosciuta nella sua importanza dopo decenni di esaltazione delle finiture *pietrificanti* e impermeabilizzanti.

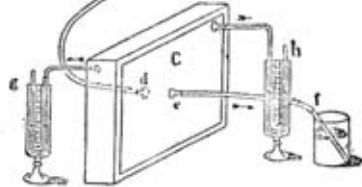
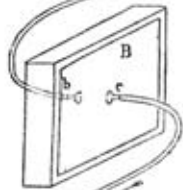
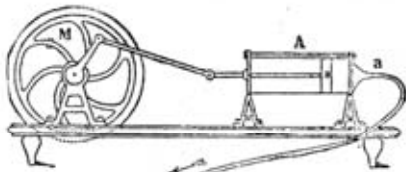
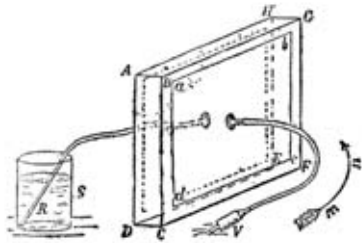
Il primo ad indagare e dimostrare la permeabilità all'aria ed all'acqua dei materiali da costruzione, in rapporto al tipo di porosità che li caratterizzava, fu Pettenkofer nel 1851. A tal fine egli si servì di esperimenti molto semplici; uno di questi prevedeva l'uso di un cilindro lungo 15 cm e di diametro 5 cm, nel quale era stato racchiuso un campione del materiale che poteva essere attraversato dall'aria insufflata attraverso un piccolo tubo (Fig. 7.3) Pettenkofer non si limitò ad indagare campioni di singoli materiali, un esperimento più complesso consentiva di misurare la permeabilità all'aria di intere sezioni murarie utilizzando per la prova vere e proprie porzioni di muro di 3,5 piedi quadrati e dello spessore di 14 pollici (Fig. 7.4). Egli dimostrò come



Fig. 7.3, 4 – Gli esperimenti di Pettenkofer per indagare la porosità dei materiali (da Spataro).

<sup>13</sup> Spataro D., *Architettura sanitaria*, Milano, 1908.

<sup>14</sup> La porosità era intesa come porosità totale, ossia il rapporto tra il volume apparente del materiale ed il suo volume reale. Questo rapporto riferito all'unità cento, dà il volume percentuale e misura lo spazio dei vuoti o pori interclusi tra le molecole che costituiscono un dato materiale. Questo spazio è sempre accessibile all'aria. Il volume dei pori costituisce dunque la capacità per l'aria. Vedi Spataro D., *Architettura sanitaria*, Milano, 1908.



in realtà gli elementi costituenti l'edificio dovessero essere considerati come un filtro permeabile, più che una sorta di barriera impermeabile tra interno ed esterno.

Molte sperimentazioni miravano all'individuazione di un coefficiente di permeabilità all'aria<sup>15</sup> mediante formule empiriche che si dimostravano il più delle volte approssimative, sia per la complessità del sistema muro, sia per l'estrema eterogeneità delle soluzioni costruttive adottate a livello locale che non consentivano di generalizzare i risultati.

Queste nuove considerazioni cambiarono notevolmente il panorama della possibilità a disposizione dei tecnici dell'epoca. Si può così meglio comprendere perché tra '800 e '900 si tendeva da una parte ad esaltare come fatto positivo la traspirabilità - che forniva migliori garanzie contro l'umidità e, come sarà in seguito precisato, addirittura una forma addizionale di ventilazione naturale, la cosiddetta *ventilazione interstiziale* - dall'altra si tendeva a rendere impermeabili sia all'aria che all'acqua i componenti edilizi.

Altri studi del dottor Lang<sup>16</sup> del 1887 sulla porosità dei materiali e sulla determinazione sperimentale del *grado di porosità* permisero di approfondire la relazione tra tipologia dei pori, umidità e permeabilità all'aria. Ulteriori approfondimenti sul tema vennero svolti anche in Italia a livello nazionale e locale in occasione della redazione dei piani di risanamento; infatti, proprio sulla base di tali dissertazioni venivano fornite nei regolamenti edilizi indicazioni sui materiali che presentavano le migliori caratteristiche igieniche.

Proprio negli stessi anni, il già citato dottor Alessandro Serafini<sup>17</sup> pubblicava la ricerca *Alcuni studj d'igiene sui materiali da costruzione più comunemente adoperati in Roma*, ribadendo l'importanza di un approccio non più esclusivamente meccanico e fisico, ma anche biologico e chimico riguardo ai materiali da costruzione.

Per lo stesso motivo, di particolare importanza per l'evoluzione delle tecniche costruttive in area palermitana sono gli studi del dottor Di Blasi e dell'ingegnere Castiglia - ai quali si farà in seguito riferimento puntuale - che determinarono la permeabilità all'aria di diversi materiali abitualmente utilizzati in campo edilizio, registrando sperimentalmente la quantità d'aria in litri che passava, in un'ora e per metro quadrato, attraverso diversi campioni delle pietre più impiegate a Palermo in edilizia.

I materiali testati da Di Blasi e Castiglia erano scelti tra quelli più comuni negli edifici palermitani e, per quanto riguardava i materiali lapidei naturali, provenivano tutti da importanti cave di calcareniti (o *tuffi*, come venivano allora definiti) locali; quelle dell'*Aspra*, di *Isola delle*

<sup>15</sup> Ci si riferiva alla *quantità d'aria che sotto l'unità di pressione attraversa l'unità di superficie, per uno spessore uguale ad 1, riferita al metro cubo e ad un dato tempo che può essere un secondo o un'ora*. Spataro D., *Architettura sanitaria*, Milano, 1908.

<sup>16</sup> Lang, *La ventilation naturelle et la porosité des matériaux de construction*, Stuttgart, 1887

<sup>17</sup> Serafini A., *Alcuni studj d'igiene sui materiali da costruzione più comunemente adoperati in Roma*, in "Annali della Società degli Ingegneri e degli Architetti italiani", vol. V, fasc. V, Roma 1890.

*Femmine*, di *Favarotta*, di *Foresta a Carini*, dell'*Acquasanta*, della *Fossa della Garofala* e di *Cinisi*<sup>18</sup>, erano tutte cave conosciute e sfruttate da secoli. In un'ottica più generale di risanamento edilizio, risultavano di fondamentale importanza per un giudizio sia sulla salubrità dei nuovi edifici che di quelli esistenti. Anche sui laterizi, vennero eseguite prove utilizzando *mattoni pantofali di Palermo* (cm 25,75x12,8x2,14) che risultano essere più permeabili all'aria di altri tipi di laterizi (mattone uso Livorno, a tre e sei buchi, palmare doppio), ma molto meno rispetto ai *tufi* locali.

*Permeabilità all'aria di vari materiali (Blasi e Castiglia).*

N. d'ordine	SPECIE DEL MATERIALE	Groschezza in centimetri	Pressione in colonna d'acqua	Quantità di aria in litri passata in 1 ora e in m <sup>3</sup> l
1	Tufo di aspra, qualità corrente . . . . .	Per i 15 materiali cm. 15	Per tutte le esperienze pressochè m. 0,080	120,00
2	» » » » normale . . . . .			105,80
3	» » » » d'intaglio. . . . .			90,00
4	» » Solanzo smarrato . . . . .			72,00
5	» » » » d'intaglio . . . . .			32,70
6	» dell'Isola delle Femine. . . . .			32,14
7	» di Favarotta . . . . .			31,00
8	» » Carini . . . . .			22,50
9	» » Cava Acquasanta . . . . .			16,50
10	» » » Fossa . . . . .			14,70
11	» » Cinisi . . . . .			11,10
12	Malta idraulica . . . . .			2,80
13	» ordinaria . . . . .			1,70
14	» semidraulica . . . . .			1,60
15	Impasto di cemento . . . . .			1,20
16	Mattone pantofalone di Palermo . . . . .	5,00	1,30	
17	» » uso Livorno . . . . .	5,50	0,53	
18	» » a tre buchi . . . . .	5,00	0,89	
19	» » a sei buchi . . . . .	6,50	1,10	
20	» » palmare doppio . . . . .	2,20	0,35	

Fig. 7.5 – I risultati delle prove di Di Blasi e Castiglia sulla permeabilità all'aria dei materiali di materiali da costruzione diffusi in area palermitana (da Donghi).

<sup>18</sup> Riguardo le cave palermitane vedi: La Duca R., *Cave di tufo del palermitano*, in "Bollettino dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di Palermo", 3-4, 1964. Campisi T., Mutolo S., *Palermo pietra su pietra*, Palermo 2003.

### 7.3.1 - Permeabilità all'aria e ventilazione interstiziale

La permeabilità all'aria era considerata di notevole importanza ai fini igienici, non solo perché contribuiva alla deumidificazione delle murature, ma perché si pensava che da questa e dalla porosità dipendesse anche un possibile ricambio d'aria fra l'interno di un edificio e l'esterno. Si trattava, come accennato nel capitolo precedente, della cosiddetta *ventilazione naturale* o *interstiziale*, considerata un importante fattore per l'aerazione dei locali, specialmente quando all'interno si produceva il *venefico acido carbonico* e mancavano particolari accorgimenti per la ventilazione artificiale. I dati sperimentali ricavati da Di Blasi e Castiglia sembravano confermare l'efficacia, per alcune soluzioni costruttive, di questo contributo alla ventilazione. Venne rilevato, ad esempio, per la pietra dell'Aspra un passaggio di 120 litri/ora·mq attraverso uno spessore di 15 cm.

La malta di calce aerea risultava da tre a dieci volte più permeabile dei mattoni di laterizio; per tale ragione l'intonaco formato da questa materia, oltre ad essere un buon *disinfettante*, risultava ideale anche per la ventilazione interstiziale. Contrariamente all'opinione diffusa, forse anche per un'esecuzione poco compattata, la malta ed il calcestruzzo di cemento Portland risultarono possedere una permeabilità elevata, e per tale ragione venivano considerati *ineccepibili* dal punto di vista igienico.

Il gesso colato, giudicato *straordinariamente compatto*, risultava poco permeabile anche se era noto agli studiosi quanto la sua provenienza, la temperatura di cottura e le modalità di preparazione influissero notevolmente su questa caratteristica.

Studi di E. Devos<sup>19</sup> del 1927, che operavano su spessori di materiali comparabili con quelli generalmente utilizzati nelle costruzioni, ridimensionarono molto le considerazioni riguardo all'effetto di ricambio d'aria che si poteva ottenere attraverso un muro esterno; si diffuse pertanto la convinzione generale che la permeabilità all'aria consentisse esclusivamente una maggiore salubrità in relazione alla facilità di evaporazione dell'acqua dai materiali.

In effetti, soprattutto per fabbricati urbani dei quali in molti casi tre delle quattro pareti d'ambito non erano a diretto contatto con l'esterno, l'effetto delle ventilazioni interstiziali era molto limitato. Un nuovo interesse si risvegliò nei confronti di questa forma di aerazione quando la diffusione delle strutture intelaiate ridusse notevolmente lo spessore dei muri di tamponamento. In tal caso, il non perfetto riempimento dei giunti con malta creava delle vie preferenziali alla penetrazione dell'aria che incontrava come unica valida resistenza quella offerta dai due strati di intonaco interno ed esterno. Inoltre, come sottolineava Spataro nel suo trattato di architettura sanitaria, poiché gli inquilini dei *fabbricati circondati da muri esterni sottili appartengono per lo più alla popolazione meno abiente o meno educata*<sup>20</sup> e questi edifici quasi

<sup>19</sup> Citati in Donghi D., op. cit..

<sup>20</sup> Da Spataro D., *Architettura sanitaria*, Milano, 1908

mai prevedevano appositi sistemi di ricambio d'aria, si riteneva che questa forma "spontanea" di ventilazione fosse addirittura auspicabile.

SCALE DI POROSITÀ.

ROMA		PALERMO		PISA	
	Valore del poro		Valore del poro		Valore del poro
1	Tufo vulcanico liscio rosso	1	Tufo Gialli	1	Mattone da pavimenti
	44,62	2	* acqua corrente	2	Lugno abete
		3	* Solcato tagliato	3	Xioliti
2	Mattone giallo a mano	4	* sottre corse Aragonese	4	Ardesia
	43,75	5	acqua di intaglio	5	Breccia
3	Mattone rosso a mano	6	* Gialli	6	Marmi bianchi
	38,77	7	Matta sbrucata	7	Travertino
4	Tufo vulcanico liscio gial-	8	legante di cemento	8	Solco
	35,83	9	Matta sbrucata	9	Marmo
5	Matta sbrucata	10	* sbrucata	10	Marmo
	35,55	11	Mattone a tre buchi		
6	Matta sbrucata da un vecchio	12	* a sei buchi		
	31,86	13	* pasticcata		
7	Mattone rosso a macchina	14	* pasticcata		
	32,79	15	* palnare		
8	Mattone giallo a macchina				
	28,54				
9	Tufo coniglio al peperone				
	32,19				
10	Peperone dai colli bianchi				
	34,38				
11	Travertino rosso compatto				
	4,87				
12	* più compatto				
	4,48				
13	Solco liscio (superficie stru-				
	3,74				
14	Marmo macinato				
	0,25				

SCALE DI PERMEABILITÀ ALL'ARIA.

ROMA	PALERMO	PISA
1 Matta antica	1 Tufo di sopra	1 Marmo bianco venato
2 * fresca	2 Tufo di Solanto	2 Ardesia
3 Mattone giallo a mano	3 Tufo delle nostre cave	3 Breccia ottolitica
4 Mattone giallo a mac.	4 Tufo di Casoli	4 Mattone da pavimenti
5 Mattone rosso a mano		5 Marmo
(Tufo vulcanico gial.)		6 Legno
(Mattone rosso a mac.)		7 Breccia di Colocata
6 Peperone		8 Marmi bianchi varj
7 Travertino		9 Mattone cementato
8 Solco		(Marmo bianchi varj)
9 Marmo		10 Barigli
10 Marmo		

ALTRA SCALE

1 Asfalto compresso
2 Mattone
3 Ardesia
4 Marmo
5 Legno
6 Marmo
7 Asfalto fuso

Fig. 7.6, 7, 8 – Porosità, permeabilità e ricettività nei confronti dei microrganismi erano tre parametri fondamentali nella valutazione dell'igienicità dei materiali (da Spataro).

### 7.3.2 - I materiali da costruzione e la loro permeabilità ai microrganismi

Nello stesso periodo era vivo anche il dibattito sulla porosità e permeabilità all'aria dei materiali e su come questi potessero consentire il passaggio, trattenere in superficie o nei pori, o far sviluppare microrganismi; un'altra questione riguardava la possibilità che i microrganismi stessi potessero anche trovarsi nei materiali ancor prima che questi fossero posti in opera.

Costatato che i materiali da costruzione avevano a priori una carica di microrganismi – con la sola eccezione della calce, grazie all'azione disinfettante dell'idrossido di calcio - alcuni dei più stimati igienisti del tempo, Casagrandi, Montefusco, Serafini, verificarono se i microrganismi potessero entrare all'interno dei locali trasportati dall'aria che attraversava i materiali, ovvero se se quelli presenti sulla superficie potessero penetrare all'interno e fissarsi all'interno dei muri ed altri componenti edilizi.

Le esperienze condotte sulla ventilazione interstiziale aveva dimostrato come la velocità dell'aria fosse così ridotta da non poter provocare il passaggio di batteri attraverso un muro; si riteneva che, al massimo, il flusso d'aria potesse spingere i batteri contro la superficie delle pareti, dove si fissavano e, in funzione delle condizioni ambientali, potevano svilupparsi. La proliferazione era facilitata dalla presenza di umidità sulla superficie, pertanto gli intonaci impermeabili o poco porosi, che trattenevano l'umidità in superficie, se non consentivano a

MICRORGANISMI. — SCALE SECONDO L'ORDINE DELLA FACILITÀ A LANCIARSI VENTRARE.

ROMA	PALERMO	PISA	NAPOLI
1 Mattone giallo a mano	1 Tufo di Casoli	1 Mattone	1 Tufo
2 * rosso a mano	2 Mattone	2 Xioliti	2 Mattone
3 * rosso a macchina	3 Tufo delle nostre cave	3 Marmo	3 Matta
4 Tufo rosso	4 * d'acqua		



Fig. 7.9 – Gli studi di Montefusco a Napoli e di Serafini a Roma possono essere considerati i primi in Italia che affrontano il problema della salubrità dal punto di vista dei materiali.

quest'ultima di penetrare all'interno, non permettevano neanche all'idrossido di calcio di espletare una funzione battericida nei confronti dei microrganismi.

### L'istanza igienica nei materiali da costruzione

#### 7.5 - I materiali lapidei naturali. Le esperienze degli igienisti

Lo studio delle caratteristiche igieniche delle pietre naturali ebbe notevole impulso quando si diffusero i primi studi sulla permeabilità all'aria e all'acqua, tale da consentire il passaggio o la permanenza e proliferazione dei microrganismi; da questo momento la scelta della pietra da utilizzare venne fatta non solo in base alle caratteristiche meccaniche e fisiche, ma anche in funzione della *amicrobicità* delle stesse.

I materiali lapidei naturali erano classificati, anche al fine della determinazione delle proprietà fisico-igieniche, in *cristallini*, *calcari*, *gessosi*, *aggregati*, *schistosi* e *bituminosi*.

Tra le *pietre cristalline* erano incluse, anche se impropriamente, serpentini, graniti, basalti, lave, trachiti e selci, che si ritenevano in generale *amicrobiche* per la loro struttura compatta e la scarsa permeabilità ad aria ed acqua; anche la levigatezza e la durezza superficiale, che limitavano la formazione di lacune dovute ad aggressioni chimiche o meccaniche esterne, evitavano che si annidassero muffe e germi.

Nei *calcari cristallini*, tra i quali erano classificati i marmi, valori di *capacità idrica* molto bassi rispetto a quella apparente, assicuravano buone caratteristiche igieniche a questi materiali; l'acqua invadeva infatti solo i pori superficiali e non la massa interna. La lucidabilità, inoltre, garantiva una perfetta lavabilità; alcune di queste pietre si qualificavano addirittura per una presunta "impermeabilità assoluta": i marmi erano gli unici materiali in grado di intercettare del tutto il passaggio dei germi, tra questi il marmo bardiglio turchino era particolarmente apprezzato. Inoltre, circostanza evidentemente non casuale, in alcuni edifici ottocenteschi palermitani anche gli stucchi lucidi realizzati come lambris, ed in generale come finitura dei muri di ambienti comuni, erano operati proprio ad imitazione del bardiglio.

Gli studi che individuavano le caratteristiche igieniche del bardiglio, o forse la regola dell'arte che ne aveva sancito e consolidato l'uso come rivestimento di pareti particolarmente esposte alla contaminazione, dovevano essere noti ai progettisti palermitani se Giuseppe Damiani Almeyda, nella scuola progettata nel 1887 in piazza Marmi a Palermo, utilizzò, come sarà specificato nei capitoli successivi, il bardiglio come rivestimento dei bagni e per le pavimentazioni un *mattonato di quadrelli di bardiglio*. Anche per i lambris delle aule l'architetto utilizzò un *intonaco da eseguirsi ad imitazione del bardiglio*, rinunciando al più costoso materiale lapideo naturale.



Anche i calcari di concrezione, come i travertini, pur presentando in alcuni casi una porosità superiore rispetto ai calcari cristallini risultavano possedere una permeabilità ridotta grazie alla struttura chiusa dei pori e delle cavità.

Le *pietre gessose* erano in genere sconsigliate perché poco durevoli e facilmente aggredibili dagli agenti esterni, ma come in seguito sarà specificato il gesso troverà applicazioni, in particolar modo in ambito francese, come *materiale igienico*, addirittura nelle pavimentazioni.

Le *pietre schistose*, quelle che si scompongono in lastre o falde come i gneiss e le ardesie, per la notevole permeabilità all'aria, superiore in alcuni casi a quella dei mattoni, e per l'elevato coefficiente di assorbimento per l'acqua erano sconsigliate come elementi di finitura superficiale.

#### Le esperienze degli igienisti sui materiali lapidei palermitani

In particolare, per i materiali lapidei, la letteratura riguardante le sperimentazioni condotte dagli igienisti, al fine di indagarne le proprietà igieniche, risulta di notevole interesse per un duplice motivo: da una parte per la prima volta i materiali da costruzione vennero esaminati non solo in rapporto alle loro caratteristiche meccaniche, ma anche rispetto alle loro caratteristiche fisiche; dall'altra, i risultati delle prove fornirono una giustificazione scientifica a ciò che la regola dell'arte aveva affermato da secoli come consuetudine costruttiva.

In Italia, sulla scia degli studi iniziati a metà Ottocento in Germania da Pettenkofer, intorno al 1890 il dottor Alfonso Montefusco<sup>21</sup> ed il dottor Alessandro Serafini<sup>22</sup> pubblicarono due importanti studi sperimentali sulle caratteristiche igieniche dei materiali da costruzione adoperati rispettivamente a Napoli e a Roma.

Gli studi si soffermano in particolare sul *tufo vulcanico* litoide giallastro e rossastro di Roma e sul *tufo di Napoli*, concludendo, contrariamente a quanto fino ad allora si pensava, che i microrganismi non potevano essere trasportati attraverso tali tufi da correnti d'aria, anche se prolungate e piuttosto forti, ma erano veicolati dai liquidi, per tal motivo si ribadiva la necessità di un perfetto isolamento delle fondazioni e della faccia interna dei muri.

Il dottor Montefusco, inoltre, riscontrava spesso nei tufi di Napoli una contaminazione ancora prima della loro posa in opera, ciò con grave danno poiché le correnti d'aria non riuscivano, per quanto detto prima, ad eliminare i germi che invece potevano penetrare all'interno degli ambienti trasportati ad esempio dall'acqua di condensa superficiale.

Particolare importanza, per modernità e accuratezza di metodo, rivestono anche gli studi che il dottor De Blasi e l'ingegnere Castiglia svolsero alla fine dell'Ottocento sui materiali da

<sup>21</sup> Montefusco A., *I materiali da costruzione in rapporto ai microrganismi*, Tesi di Libera Docenza in Igiene nella R. Università di Napoli, Napoli, 1891.

<sup>22</sup> Serafini A., *Alcuni studi d'igiene su i materiali da costruzione più comunemente adoperati in Roma*, Roma, 1890.



**Fig. 7.10, 11** – Alcuni dei "tufi" utilizzati a Palermo. Dall'alto: tufo dell'Acquasanta, dell'Aspra, di Bagheria, di Foresta di Carini, di Santa Flavia e di Sferracavallo.



costruzione di area palermitana<sup>23</sup>; si può comprendere come, anche allora, la collaborazione tra due figure professionali tanto diverse, come quelle del medico e dell'ingegnere, poteva condurre all'approfondimento di aspetti innovativi dei materiali per l'edilizia. Anche in questo caso, è importante sottolineare come queste analisi siano state stimulate dai piani di risanamento urbano della fine del XIX secolo, previsti e attuati solo parzialmente per la città di Palermo.

Le prove eseguite dai due studiosi sui *tufi calcari* risultavano all'avanguardia per il periodo: essi non si limitarono ad operare su campioni di dimensioni ridotte, ma riprodussero in laboratorio le sezioni e le tipologie murarie più diffuse in ambito locale. I tufi presi in esame erano quelli allora più utilizzati nelle costruzioni palermitane: il *tuofo bianco*, detto *delle nostre cave*, ed il *tuofo giallo d'Aspra*, il *tuofo di Cinisi* e quello di *Carini*, tutte località a pochi chilometri di distanza dalla città. I parametri presi in considerazione dai due studiosi erano la *capacità per l'acqua*, ovvero il rapporto tra peso secco e peso umido del campione, la permeabilità all'aria ed il trasporto di microrganismi veicolati dall'acqua. Dai risultati ottenuti si deduceva, ad esempio, che i *tufi gialli*, quelli cioè provenienti *dell'Aspra*, assorbivano a parità di condizioni una minore quantità d'acqua, ciò li rendeva particolarmente adatti per le parti dell'edificio più esposte alla pioggia. Gli esperimenti dimostravano anche quanto l'uso dei *tufi* fosse in generale preferibile a quello dei mattoni: i primi garantivano infatti una permeabilità all'aria molto maggiore e quindi una maggiore facilità di asciugatura delle murature. Riguardo il comportamento nei confronti dei microrganismi, il trasporto di questi ultimi in vettore liquido era notevolmente agevolato dall'elevato potere di capillarità dei *tufi*, era pertanto opportuno proteggere le murature con uno strato di intonaco, evitando di lasciare a vista l'apparecchio.

*I tufi calcari sperimentati in Italia sono quelli di Palermo, che si distinguono in tuofo bianco, o delle nostre cave, e tuofo d'Aspra; il primo è formato da una polvere calcarea finissima cementata, ed è impiegato per fabbricati di poca importanza, avendo poca, tenacità, e resistenza; l'altro è formato da piccolissime conchiglie marine miste a sabbia, e fortemente cementate. Bene spesso la grana di questi tufi è fine, e la struttura è compatta; sicché se ne fa uso quasi esclusivo nelle costruzioni, lavorandoli in conci più o meno grandi e più o meno bene squadrate. I monumenti più importanti di Sicilia sono costruiti con tali pietre. La capacità per l'acqua dei tufi bianchi polverulenti è superiore a quella dei tufi gialli e si avvicina a quella dei mattoni; il tuofo di Cinisi, compatto, ha invece una capacità, per l'acqua inferiore; la porosità è massima nei tufi di Cinisi; vengono poi i tufi dell'Aspra (gialli), i tufi bianchi, e infine i tufi di Carini; la*

<sup>23</sup> De Blasi, Castiglia, *Ricerche sui materiali usati in Palermo*, in Rivista d'igiene e sanità pubblica, Roma, 1891  
De Blasi, La Manna, *Sulla permeabilità all'aria dei materiali da costruzione di Palermo*, in Rivista d'igiene, Roma, 1892

*permeabilità all'aria è notevole; maggiore di assai a quella dei mattoni; e variabilissima secondo le varie cave, potendo, a parità di circostanze, differire come 1 a 16. Anche grandi quantità, di acqua (15% in volume) influiscono ben poco sulla permeabilità all'aria dei vari tufi, eccettuato il tufo di Cinisi, in cui quantità, più piccole (10%) riducono circa al quarto tale permeabilità. Notevole è l'influenza sulla detta proprietà dello strato di cava da cui si tolgono i materiali; e cioè nei tufi dell'Aspra la permeabilità all'aria diminuisce con l'approfondirsi degli strati; il contrario succede per il tufo bianco. Quanto alla conduttività termica risulta che l'aspra ha un coefficiente di trasmissione eguale o maggiore di quello del mattone; il tufo bianco l'ha invece minore. Infine per quanto riguarda il trasporto dei microrganismi, per imbibizione con acqua, tenuto conto del potere di capillarità, dei tufi che è abbastanza grande, e cioè quasi doppio che nei mattoni, e senza confronto grandissimo nel tufo di Cinisi, si è trovato che nel tufo di Cinisi, dopo 70 ore, il bacillo prodigioso può arrivare ad un'altezza di 15 centimetri, nel tufo bianco a 5 cm; nell'aspra a meno di 5 cm<sup>24</sup>.*

Riguardo i materiali lapidei naturali, un ulteriore accenno è dovuto alla cosiddetta *pietra bituminosa*. Rinomata a fine Ottocento per le caratteristiche igieniche e spesso citata in molti trattati di costruzioni, ed in particolare dagli autori più attenti agli aspetti di salubrità del costruito, era tradizionalmente utilizzata in Sicilia - ed in particolare a Ragusa<sup>25</sup>, dove erano presenti importanti cave - e in Abruzzo (Manoppello, Lettomanopello, Roccamorice, Abbatteggio).

La pietra bituminosa di Ragusa conteneva circa il 10% di bitume ed ebbe grande diffusione, prima della commercializzazione delle mattonelle compresse di asfalto. Per la facilità con cui poteva essere lavorata e per la buona resistenza era impiegata sia come materiale impermeabile, in particolare nella parte basamentale dei muri, sia per le presunte proprietà antisettiche dell'asfalto. In realtà venne successivamente dimostrato che l'azione battericida dell'asfalto era talmente lenta da non poter fare affidamento su di essa. La *pietra asfaltica* di Ragusa permise a fine Ottocento un certo sviluppo economico delle aree in cui veniva cavata, essendo considerata particolarmente adatta all'estrazione di bitume, esportato anche in Germania ed utilizzato per le pavimentazioni stradali<sup>26</sup>.

<sup>24</sup> Spataro D., *Trattato generale teorico pratico dell'arte dell'ingegnere civile, industriale ed architetto. Architettura Sanitaria. Igiene generale della casa*, Milano, 1908

<sup>25</sup> "Nella provincia di Siracusa, a sud ovest di Ragusa, esistono estesi giacimenti di calcare miocenico (langhiano ed elveziano) impregnato di bitume. Questi giacimenti importanti, per bontà del materiale, quanto quelli di Filettino e di Letto Manoppello, per parlare d'Italia, sono esplotati sia come pietra da costruzione, adoperata in tutto il siracusano, sia come pietra asfaltica, esportata all'estero per la pavimentazione delle strade. Come pietra da costruzione l'asfalto di Ragusa offre una resistenza di Kg 148 al cq, prossima cioè a quella dei nostri tufi teneri". In "Giornale Scientifico di Palermo", n. 1, Palermo 1896.

<sup>26</sup> Nonnis-Marzano F., *La pratica e la stima dei lavori e delle opere d'arte. L'ingegneria Sanitaria*, Vol. V, Torino, 1895.

## 7.6 - Le esperienze degli igienisti sulle pietre artificiali

### Le pietre artificiali cotte

Anche nel caso delle pietre artificiali cotte, in particolare dei mattoni, gli studi svolti a Roma (mattoni gialli delle argille plioceniche, mattoni rossi delle argille alluvionali del Tevere), Napoli e Palermo confermavano, come nel caso dei tufi, che essi, assorbendo con grande facilità i liquidi, potevano mantenere vitali i microrganismi sia all'interno che all'esterno delle murature, anche se non risultavano attraversabili dai germi trasportati dalle correnti d'aria interstiziali.

I mattoni prodotti a macchina risultavano ovviamente meno porosi di quelli prodotti a mano; in ogni caso, per le fondazioni, per muri esterni fuori terra o come rivestimento dei prospetti di edifici esposti all'azione della pioggia, venivano utilizzati mattoni vetrificati, i *clinker*.

A Palermo era diffuso l'uso di rivestire le pareti esterne esposte a Nord con gli stessi mattoni stagnati, utilizzati per le pavimentazioni o addirittura con coppi *allatinati*, immersi cioè in latte di calce per ridurre la porosità degli strati superficiali; questo accorgimento, come sarà specificato nel capitolo seguente, aveva la doppia funzione di impermeabilizzare la superficie muraria ed evitare la formazione di incrostazioni biologiche che deturpavano i prospetti degli edifici.

L'impiego dei mattoni forati era proposto dagli igienisti non tanto per le caratteristiche di coibenza termica: le dimensioni dei fori e la differenza di temperatura tra le due facce del foro erano infatti tali da non poter far supporre l'aria all'interno immobile, quanto piuttosto per il più alto potere di prosciugamento dovuto alla minore massa.

Al fine di garantire una migliore coibenza si preferivano i mattoni porosi, in questo caso l'aria nei pori era sicuramente ferma; questi mattoni si ottenevano mescolando all'argilla carbone, torba o cascami di pietra pomice.

Donato Spataro nel suo manuale di *Architettura sanitaria* del 1908 riportava, a sottolineare l'importanza degli studi svolti a Palermo da De Blasi e Pastiglia, i risultati ottenuti dai due studiosi e pubblicati intorno al 1890 sulla *Rivista d'igiene*.

A Palermo i diversi tipi di mattoni erano realizzati utilizzando argilla proveniente da *Acqua dei Corsari*, località alle porte della città, e acqua di mare. L'elevato contenuto di sali ne sconsigliava in molti casi l'uso perché la forte igroscopicità di questi ultimi provocava proliferazione di microrganismi, antiestetiche macchie sull'intonaco e presenza di efflorescenze. I laterizi pieni più comuni erano i *pantofoli* ed i *pantofoloni*; i mattoni a tre buchi e a sei buchi, posti in coltello, erano utilizzati per i tramezzi. L'elevata porosità e la notevole *capacità dell'acqua*, che evidenziavano una produzione ancora del tutto artigianale che non consentiva un'adeguata compattazione del materiale, ne sconsigliavano l'uso per quelle strutture che potevano venire a contatto con l'acqua.



Fig. 7.12 – La proliferazione di incrostazioni biologiche è molto più evidente sui coppi non imbiancati con calce (sopra).

*A Palermo sono stati esaminati diversi materiali di cotto. I mattoni fatti con argilla dell'Acqua dei Corsari macinata e lavorata con acqua di mare, sono quasi tutti lavorati a mano eccetto quelli a tre buchi e a sei buchi, che ricevono una leggiera compressione nella forma, sono cotti sia a fuoco continuo che a fuoco intermittente. Pei muri si adoperano le solite forme paralleloipedo, che secondo la grandezza si chiamano pantofoli o pantofoloni, e sono pieni; pei tramezzi si adoperano in coltello i mattoni bucati; pei pavimenti si adoperano, di rado e per case molto economiche, dei mattoni di piccolo spessore, ma di più grande superficie dei precedenti, detti palmari nostrali o palmari doppi. La capacità dell'acqua è stata trovata nel seguente ordine decrescente:*

*Mattone a tre buchi 43,83%  
Mattone pantofola 42,72%  
Mattone pantofolone 41,71%  
Mattone palmare 36,94%  
Mattone palmare doppio 31,20%  
Mattone sei buchi 20,67%*

*I numeri trovati non ci appaiono abbastanza giustificati; o se si debbono accettare indicano quanto debba influire lo stato di lavorazione e cottura variabile da campione a campione.*

*La porosità, è stata trovata più omogenea, variando solo dal 42 al 46,17%; la permeabilità all'aria, assai minore del tufo calcareo, varia nel seguente ordine decrescente:*

*mattono palmare doppio  
mattono a tre buchi  
mattono a sei buchi  
mattono pantofolone*

*La conduttività termica dei mattoni a fuoco continuo (fornace Hofmann) è minore di quella del tufo dell'Aspra, ed eguale a quella del chiappone o aspra corrente, ma superiore a quella del tufo bianco<sup>27</sup>.*

#### Le pietre artificiali non cotte

La bassa permeabilità dei cementi favorì la diffusione delle cosiddette *pietre artificiali*: attraverso la scelta di particolari aggregati ed additivi si ottenevano impasti che una volta induriti fornivano un materiale caratterizzato da ridotta permeabilità, molto simile alla pietra compatta e come

---

<sup>27</sup> Spataro D., *Trattato generale teorico pratico dell'arte dell'ingegnere civile, industriale ed architetto. Architettura Sanitaria. Igiene generale della casa*, Milano, 1908



**Fig. 7.13** – Il rivestimento in pietra artificiale riuniva economia ed igiene.

questa lavorabile. La notevole durezza superficiale poteva essere migliorata anche con specifici trattamenti del prodotto finito.

Le pietre artificiali erano applicate soprattutto nelle parti basamentali degli edifici per garantire protezione dalla risalita capillare dovuta ad acque disperse, in particolare di quelle superficiali. Uno dei primi esempi di questo tipo di materiale, la *Victoria Stone*<sup>28</sup>, venne prodotta in Gran Bretagna a partire dal 1870. Questo sistema si diffuse anche per la realizzazione di rivestimenti esterni che proteggevano in particolare le parti basse più soggette agli urti e all'umidità. Questi elementi erano colorati in pasta e potevano essere prodotti con modanature ottenute direttamente tramite stampi. Per incrementare ulteriormente la durezza superficiale e l'impermeabilità all'acqua i pezzi finiti venivano immersi in una soluzione di silicato di soda.

Anche a Palermo, a fine Ottocento, cominciarono a diffondersi per i rivestimenti delle zoccolature degli edifici, generalmente realizzate con materiali lapidei naturali locali come il più costoso calcare compatto di Boccadifalco o di Billiemi, le più economiche lastre di pietra artificiale in cemento colorato in massa che potevano anche essere fornite decorate con complesse modanature (Fig. 7.13).

Queste pietre artificiali, oltre che come rivestimenti interni ed esterni, Sacchi<sup>29</sup> cita tra queste le pietre artificiali di *Lebrun*, di *Wilson*, di *Randsome*, o anche come elementi decorativi, furono oggetto dell'interesse di ingegneri ed architetti proprio per le loro proprietà igieniche: caratteristiche come la porosità e la resistenza all'abrasione, potevano infatti essere assicurate attraverso una scelta opportuna del legante e degli aggregati.

<sup>28</sup> Leggiamo nella *Revue industrielle* che il signor Highton, di Londra, fabbrica dei materiali artificiali che chiama *Victoria Stone*. Queste pietre constano di quattro parti di frantumi di granito e d'una di cemento idraulico; la miscela è posta in istampi, ove la si lascia 4 giorni per disseccarla e darle una sufficiente solidità. Si pongono in seguito le pietre entro una soluzione di silicato di soda; si aumenta così la loro durezza tanto da poter resistere all'umido ed al gelo.

Finora l'alto prezzo del silicato di soda aveva impedito che s'adottasse questo procedimento, aggiungasi che dopo l'assorbimento d'una certa parte di silice, il bagno diventava troppo acido, rendendosi difficile la manipolazione dei materiali. Il sig. Highton seppe risolvere il problema sotto il duplice aspetto. - Al disotto del terreno calcare a Farnham (Surrey) si trova uno strato di pietra tenera che contiene il 25 per 100 di silice e può sciogliersi prontamente alla temperatura ordinaria in una soluzione di soda. Nei serbatoi destinati a ricevere le pietre artificiali si versa una soluzione di soda mista alla pietra silicea polverizzata. La calce dei massi assorbe la silice in sospensione nel bagno e mette in libertà la soda caustica che scioglie una nuova quantità della silice contenuta nella pietra di Farnham. L'azione chimica è continua; e la soda fa incessantemente passare la silice dalla pietra ai materiali; il bagno si mantiene sempre ad un grado conveniente di forza.

Basta fare acquisto di una bastevole quantità di soda caustica, che non deve essere più rinnovata, e perciò le spese per la silice si riducono a pochissima cosa.

Il signor Highton fa in pietra artificiale tutti i modelli che non richiedono grande precisione di dettagli. La resistenza allo schiacciamento di questi nuovi materiali è di 450 chilogr. per c. q. Possono servire per dei rivestimenti poco spessi; e in un clima freddo ed umido resistono alle intemperie. L'economia introdotta nella fabbricazione permette di spacciare questi prodotti a un prezzo inferiore a quello delle pietre ordinarie.

Vedi *Materiali artificiali da costruzioni*, in "Nuovi Annali di Costruzioni, Arti ed Industrie di Sicilia", 1870.

<sup>29</sup> Sacchi A., *L'economia del fabbricare*, Milano, 1879.

Se da una parte per gli esterni erano indicate pietre artificiali molto compatte, ed in genere con legante cementizio, per l'interno suscitavano maggiore interesse le pietre artificiali formate con pomice, tufi porosi, o con materiali organici come sughero o fibre di legno, che univano al vantaggio della leggerezza anche quello della coibenza termica e acustica. Ad esempio, i mattoni di *lehm*, una particolare argilla molto utilizzata in Germania, venivano posti in opera e intonacati con malta di *lehm* impastata con capelli, paglia e giunchi.

I primi anni del XX secolo videro il moltiplicarsi di brevetti per materiali per la costruzione salubre, molti di questi proponevano un'ibridazione tra legante inorganico ed aggregati organici che il più delle volte sortivano un effetto tutt'altro che igienico: putrescibilità dei componenti organici ed elevata idrofilia, facilità di attecchimento della coltura parassitaria e combustibilità, ne limitavano l'uso alle parti non esposte o al massimo alle coperture degli ambienti, inoltre, la *mineralizzazione* degli aggregati organici era quasi sempre accompagnata dall'aggiunta di sostanze battericide i cui effetti sull'uomo non erano conosciuti o venivano trascurati.

### 7.7 - I materiali leganti

Le malte avevano notevole influenza sulle proprietà igieniche delle murature; il *materiale cementante* costituiva infatti il 30-35% delle murature in pietrame, il 25-30% di quelle in mattoni ed il 5-10% di quella in pietra da taglio. Alla diversa distribuzione della malta corrispondevano differenti comportamenti nei confronti della trasmissione del calore e soprattutto dell'umidità: nei muri di mattoni e di pietra da taglio la malta era fondamentalmente distribuita in corrispondenza dei sottili giunti orizzontali, mentre si distribuiva più o meno uniformemente negli altri tipi di muratura.

Poiché le malte utilizzate per l'allettamento dei conci erano spesso povere di legante, queste avevano generalmente porosità maggiore rispetto agli elementi lapidei, si riteneva quindi che si comportassero meglio di questi ultimi ai fini della salubrità. D'altra parte, però, una quantità eccessiva di malta comportava l'introduzione di un notevole contenuto d'acqua di costruzione, che, in presenza di sali, poteva permanere a lungo nella muratura per igroscopicità. Da ciò l'indicazione, cui si è accennato in precedenza, nei vari *Regolamenti di Polizia e Igiene urbana* dei tempi trascorsi i quali era consentito occupare locali di nuova costruzione o oggetto di ristrutturazioni.

Si era inoltre appurato che la presenza di sali aveva influenza anche sulle *fungosità* che si formavano nelle fessure; per i *microbi delle fungosità* era condizione indispensabile per la vita un ambiente neutro o poco alcalino. La presenza dell'azoto era quindi un fattore favorevole alla proliferazione micotica, la forte alcalinità iniziale della malta diminuiva gradatamente nel tempo e a poco a poco finiva per scomparire. L'acqua con la quale si confezionava la malta doveva quindi essere pura, non contenere sali, soprattutto quelli che rendevano *dura* l'acqua: l'acqua

piovana era quindi giudicata ideale per tale scopo.

Altro requisito rilevante riguardo agli aspetti igienici di una malta era la purezza della sabbia utilizzata come aggregato: per la povertà di sali e di eventuali residui organici, era preferita la sabbia di fiume a quella di mare o di cava, quest'ultima era sconsigliata soprattutto quando presentava residui di argilla.

Pertanto le malte influenzavano e caratterizzavano come interfaccia la relazione tra struttura muraria ed interno-esterno e, attraverso i giunti e l'intonaco, anche il comportamento dei muri dal punto di vista igienico.

Le malte venivano distinte in malte *semplici*, o come potrebbero essere meglio definite paste, e malte *composte*. Le prime erano un semplice impasto legante ed acqua, tra queste le malte di terra, gesso, cemento, calce, e asfalto.

Le seconde, le malte propriamente dette, erano formate da materiale cementante e aggregati vari. Le malta a base di calce, le cui proprietà erano note da secoli, e quelle a base di cemento, di applicazione molto più recente, vennero studiate a fine Ottocento anche dal punto di vista igienico.

In particolare, gli studi degli igienisti sulle malte e sui leganti avevano già dei precedenti illustri: il primo a chiamare a supporto dell'architettura la chimica fu infatti Smeaton nel 1793 in occasione della costruzione del faro di Eddyston.

Il suo lavoro sulla composizione dei cementi maggiormente resistenti all'azione dell'acqua marina costituiva la parte più importante della sua opera<sup>30</sup> ed aprì la strada alle ricerche sulla proprietà idrauliche delle calce di chimici, Bergmann<sup>31</sup>, Guyton de Morveau<sup>32</sup>, naturalisti De Saussure<sup>33</sup>. Queste ricerche approdarono nel 1818 nell'opera di Vicat<sup>34</sup> che per primo compose interamente delle calce idrauliche con la calcinazione di diverse miscele di calce comune, estinta spontaneamente, e di argilla.

### La calce

Lo sviluppo dell'industria edilizia e l'esigenza di un numero sempre maggiore di alloggi in ambito urbano avevano ridotto notevolmente i tempi di edificazione, per tale ragione l'uso della *malta comune (ordinaria)* di calce venne progressivamente soppiantato dall'uso di malte

---

<sup>30</sup> Smeaton J., *Narrative of the building and description of the construction of the Eddystone lighthouse*, Londra, 1793

<sup>31</sup> Bergmann, *Opuscula phisica et chimica*, Lipsiae, 1786-1790

<sup>32</sup> Guyton de Morveau, *Mémoire sur le mortiers*, in *Annales de chimie*, Paris, 1797

<sup>33</sup> De Saussure H. B., *Voyage dans les Alpes, précédés d'un essai sur l'histoire naturelle des environs de Genève*. Neuchatel, 1796

<sup>34</sup> Vicat L. J., *Résumé des connaissances positives actuelles sur les qualités, le choix et la convenance des matériaux propres à la fabrication des mortiers et ciments ordinaires*, 1828



idrauliche. Le condizioni particolari di umidità che dovevano persistere affinché il processo di indurimento delle malte di calce aerea si attuasse, e che le ricerche di Lehmann e Nussbaum sul prosciugamento delle malte<sup>35</sup> avevano individuato in percentuali di umidità comprese tra il 10% e lo 0,6%, dimostravano come nel caso di edifici la cui copertura era realizzata in tempi brevi, il processo di indurimento dell'intonaco era limitato a pochi millimetri della superficie anche dopo alcuni anni dalla realizzazione. Questa circostanza era ancora più frequente nei muri interni, per i quali la riduzione eccessiva del contenuto d'acqua non consentiva più la carbonatazione. La presenza di masse di materiale sciolto all'interno dell'intonaco, attribuite alla scarsa quantità di calce adoperata nella malta, era più spesso dovuta all'abbassamento del livello di umidità al di sotto dello 0,6%, che non consentiva la trasformazione dell'idrossido di calcio in carbonato. Nei *Regolamenti di Polizia ed Igiene urbana* continuarono anche per tale ragione, oltre che per quelle di cui si è scritto in precedenza, ad essere imposti tempi minimi da rispettare prima di poter abitare un edificio. Alle malte a base di calce, utilizzate da sempre anche per le caratteristiche battericide, venivano preferite le malte idrauliche che, indipendentemente dalle condizioni atmosferiche ed alla penetrazione dell'aria, si indurivano in tempi ridotti.

La porosità delle malte di calce rese idrauliche con l'aggiunta di pozzolana risultava più elevata di quella delle malte aeree, tanto che Serafini riteneva si dovesse attribuire proprio alle malte dei giunti, ed in particolare alla pozzolana, la possibilità di una ventilazione interstiziale<sup>36</sup>.

Gli studi sulle malte palermitane condotti da De Blasi e Castiglia avevano evidenziato un ridotto assorbimento capillare delle malte aeree comuni, ed una notevole capacità per l'acqua. I due studiosi sottolineavano inoltre come *l'intonaco a mezzo stucco*, realizzato con calce e sabbia, per la sua compattezza incrementava *la conduttività del tufo calcareo* sul quale era applicato<sup>37</sup>.

Una particolare malta impermeabile, il cosiddetto *mastice di Vauban*<sup>38</sup>, era realizzato incorporando direttamente sei parti di calce spenta in olio di lino con due parti di cocchio pesto. Una composizione simile si ritrova nel confezionamento del cosiddetto *mastice da fontaniere* in cui alla calce e all'olio venivano aggiunte anche fibre di cotone.

L'uso dell'olio nelle malte di calce era pratica comune in Tunisia<sup>39</sup>: si componeva una malta con tre volumi di sabbia, tre di cenere e sei di calce; all'impasto appena umido si aggiungeva

<sup>35</sup> Lehmann, Nussbaum, *Ricerche sul prosciugamento delle malte*, Archv für Hygiene, 1892

<sup>36</sup> Serafini, *Alcuni studi d'igiene sui materiali da costruzione adoperati a Roma*, Annali della Società degli Ingegneri e degli Architetti italiani, 1890.

<sup>37</sup> De Blasi, Castiglia, *Ricerche sulla trasmissione del calore nei materiali da costruzione adoperati a Palermo*, in Rivista d'igiene, Roma, 1893.

<sup>38</sup> Fatta G., *Uso ed evoluzione dell'intonaco nella storia: materiali e tecniche*, Palermo, 1995.

<sup>39</sup> Barberot E., Griveaud L., *Aide-mémoire de l'Architecte et du Constructeur*, Paris, 1931.

olio fino a raggiungere la consistenza di un mastice. Questo mastice era mescolato e battuto in sei diverse riprese nell'arco di quarantotto ore. Trovava impiego nell'impermeabilizzazione delle cisterne – questo uso è attestato fin dall'antichità nelle cisterne puniche di Sanita in Tunisia – e per il rivestimento di terrazze. Al fine di rendere del tutto impermeabili le terrazze, come testimoniato in un manuale del 1931, l'*Aide-mémoire de l'Architecte et du Constructeur*, sulla di malta di calce veniva stesa della sansa che, pressata con rulli in granito, cedeva i residui di olio allo strato di finitura.

Dell'applicazione di una malta di questo tipo si è trovata testimonianza anche a Palermo, nella seconda metà dell'Ottocento, in occasione dei lavori di ristrutturazione dei locali del "Real Educandato Maria Adelaide": in particolare veniva utilizzata la malta di calce all'olio per la realizzazione dei lambris, per i quali era richiesta l'impermeabilità e soprattutto la lavabilità.

### Il cemento

Ancora nel corso dei primi decenni del XX secolo, l'importanza attribuita alle caratteristiche termiche dei materiali in rapporto all'igienicità degli stessi, in particolare riguardo alla possibilità di condensa superficiale, portò ad una certa prudenza nell'impiego delle malte cementizie e del calcestruzzo di cemento: *finora non si conoscono abbastanza bene il calore specifico e la conducibilità termica del calcestruzzo, cosicché non si può preventivamente combattere l'opinione dominante che sia freddo*<sup>40</sup>.

Tuttavia, le malte di cemento ebbero invece notevole diffusione proprio per la rapidità di indurimento e soprattutto per la loro *impermeabilità* all'acqua; ciò ne assicurò *l'impiego maggiore fra i materiali di cementazione, vuoi nei riguardi dell'arte, vuoi in quelli dell'igiene. Malte, calcestruzzo, tubi per condotta d'acqua, prismi e altri blocchi per fondazioni, per gettate, per murature a cassoni, per volte, per pavimenti ecc., tutti sono fabbricati col cemento per maggiore garanzia di solidità e salubrità dell'opera*<sup>41</sup>.

In Inghilterra, a fine Ottocento, le malte di cemento sostituirono progressivamente quelle di calce sia nelle murature, che negli intonaci; le migliori proprietà meccaniche, la rapidità di indurimento ed asciugamento, la conseguente riduzione dei tempi con cui potevano essere abitate le case, comportavano una notevole economia dovuta alla riduzione degli spessori delle murature stesse, e, pertanto, un incremento della superficie utile e del volume d'aria a disposizione. Se si considera che, soprattutto negli edifici a carattere sociale, l'economia dell'opera imponeva una limitazione nelle superfici e nei volumi, a parità di volume totale, l'assottigliamento dei muri forniva un maggiore volume d'aria a disposizione degli ambienti, fatto quest'ultimo non trascurabile dal punto di vista dell'igiene.

<sup>40</sup> Donghi D., *Manuale dell'Architetto*, Torino, 1927.

<sup>41</sup> Nonnis-Marzano F., *La pratica e la stima dei lavori e delle opere d'arte. L'ingegneria Sanitaria*, Vol. V, Torino, 1895.

Inoltre, l'uso del cemento come materiale igienico per le pavimentazioni all'interno di locali pubblici era molto diffuso; in particolare in Francia per i mercati coperti si ritrova spesso prescritto, a partire dagli anni '70 dell'Ottocento, l'impiego del *ciment Vicat*<sup>42</sup>. Anche a Palermo, nel corso della prima metà del '900, il battuto di cemento continuò ad essere considerato una soluzione preferibile dal punto di vista igienico rispetto ai basolati in calcare compatto che, soprattutto nei mercati, risultavano permeabili all'acqua e di più difficile punibilità per la presenza di numerose commessure.

Riguardo poi all'igiene nella sua accezione più ampia, i manufatti in cemento presentavano però un'elevata conduttività del suono e del calore che, come vedremo in seguito trattando in modo specifico degli elementi costruttivi in cemento, veniva attenuata generalmente introducendo fibre organiche di varia natura o realizzando componenti forati o alveolizzati.

### Il gesso

La pasta di gesso utilizzata come intonaco presentava l'inconveniente di asciugarsi molto lentamente, ma soprattutto di sequestrare all'interno delle murature l'umidità ancora presente al momento della stesura dell'intonaco stesso. Inoltre, l'intonaco in gesso era considerato freddo, la facilità con cui si screpolava, la scarsa resistenza agli urti e allo sfregamento - che era causa di polvere - non lo rendevano una soluzione idonea per l'abitazione salubre.

Anche gli apparati decorativi in *stucco comune*, ovvero a base di gesso e colla animale gettato in forme anch'esse di colla, erano considerati non igienici perché, rispetto allo stucco a base di grassello e polvere di marmo, risultavano molto porosi e particolarmente idrofili, inoltre sulla superficie non lavorata e ruvida si depositava facilmente la polvere.

La scarsa conduttività al calore ed al suono facevano però apprezzare il gesso se utilizzato sotto forma di lastre di rivestimento.

In particolar modo il *gesso ricotto*, cotto cioè ad una temperatura compresa tra 400 e 500° resisteva anche se esposto all'esterno<sup>43</sup>. Questo tipo di gesso era molto adatto per la realizzazione di pietre artificiali e lastre che presentavano una superficie dura e liscia che evitava l'attecchimento di microrganismi; l'effetto estetico era paragonabile a quello dei marmi e presentava una durata maggiore delle lastre in cemento. Per gli intonaci veniva utilizzato il *cemento selenitico*, una miscela di calce, gesso e sabbia con la quale si otteneva una *pietra artefatta*, lucidabile come il marmo, che, per la facilità con cui poteva essere lavata, si utilizzava soprattutto per i lambris interni.

---

<sup>42</sup> *Marché Sainte-Claire à Grenoble par M. H. Riondel, architecte*, in "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publiques", 1877.

<sup>43</sup> Fatta G., Fiandaca O., *L'uso del gesso nelle murature pre-moderne*, Palermo, 1990.

### L'argilla

L'uso dell'argilla adoperata in luogo della malta comune, consueto come vedremo anche a Palermo nelle murature in *pietra e tajo*, era considerato contrario alle norme di salubrità a causa della facilità con cui assorbiva l'acqua, di cui rimaneva a lungo imbevuta. Poiché l'argilla non ha la caratteristica di far presa ed il suo indurimento avviene soltanto in seguito alla evaporazione dell'acqua che contiene, non era impiegata nei luoghi umidi ed in ogni caso era sconsigliata per pareti esterne. Tuttavia in certe costruzioni di poca importanza a pareti intelaiate, in certi fabbricati rurali e per fabbricati non destinati a lunga durata, l'argilla era impiegata non solo come malta per le murature ma anche per la realizzazione di muri in argilla (*pisé*), che venivano poi intonacati, dopo l'essiccazione, per proteggerli dai danni della pioggia, ribadendo in tal maniera il legame tra durata dell'edificio e materiali che lo costituiscono.

### **7.8 - Le malte contenenti fibre di amianto**

In epoca moderna, la continua ricerca di materiali che potessero garantire prestazioni superiori orientò l'industria verso prodotti innovativi che riunivano le migliori caratteristiche dei diversi componenti. L'amianto, come già accennato, era largamente utilizzato per le sue ottime caratteristiche tecnologiche soprattutto in termini di resistenza termica, resistenza meccanica, resistenza ad agenti chimici, nonché per le capacità particolarmente elevate di isolante acustico e termico.

Tra le malte particolarmente apprezzate e pubblicizzate già a fine '800 nelle riviste tecniche che trattavano i temi della salubrità e dell'igiene edilizia, le malte di amianto erano quelle che purtroppo hanno avuto ampia e duratura diffusione. Queste, diffuse inizialmente come protettivo ignifugo per le strutture metalliche negli Stati Uniti, erano prodotte con i cascami della produzione dell'amianto. Si trattava quindi di fibre di dimensioni ridotte - quindi ancora più pericolose - impastate con un legante che poteva essere cemento, calce o gesso. Queste malte avevano il pregio dell'incombustibilità e di una ridotta conduttività termica, quindi, oltre a preservare ferro e legno dal fuoco, impiegate nelle murature e negli intonaci facilitavano il rapido riscaldamento dei locali ed una distribuzione più uniforme del calore poiché l'aria non si raffreddava al contatto con le pareti. Altro vantaggio che presentavano era la bassa conduttività del suono, pertanto il rivestimento con intonaco di questo tipo era considerato efficace quanto quello con tappeti. Se combinato con il gesso l'amianto faceva acquisire a quest'ultimo, grazie alla maggiore porosità, un elevato potere asciugante, che consentiva la finitura con pittura anche dopo pochi giorni.

Gli sviluppi che ha avuto il problema amianto negli ultimi decenni ci fa capire quanto alcune indicazioni che si ritrovano anche nei manuali d'igiene novecenteschi possano essere state insidiose in passato e possano esserlo tutt'oggi. Si consigliava, ad esempio, di non eccedere

con la quantità di agglomeranti, le cui qualità, opposte a quelle dell'amianto, tendevano ad abbassarne i pregi.

Altra consuetudine, che alla luce delle successive constatazioni sulla pericolosità dell'amianto si rivelata nefasta, consisteva in una spalmatura dell'intonaco ancora fresco con fibre di amianto puro, ciò per conferire alle superfici un aspetto simile al marmo. Inoltre questo tipo di malta venne largamente impiegata per realizzare elementi decorativi molto più leggeri di quelli in gesso, soprattutto se dovevano garantire anche caratteristiche di incombustibilità, come richiesto ad esempio nei teatri.

A seguito delle attuali conoscenze, le malte semplici di amianto, utilizzate come finitura superficiale ignifuga ma anche per le buone proprietà di coibenza termica ed isolamento acustico, risultano particolarmente pericolose dal punto di vista della salute umana: si ritrovano infatti esposte a contatto diretto con l'ambiente interno abitato, ed avendo una ridotta resistenza all'abrasione a causa della consistenza spugnosa che ne favorisce le proprietà fonoisolanti, possono liberare una notevole quantità di fibre nell'aria.

Le prescrizioni sulla limitazione dei rumori aventi come oggetto alcune particolari tipologie edilizie, in cui salubrità ed igiene erano oggetto di specifiche norme tecniche, trasformarono paradossalmente questi edifici in luoghi di sperimentazione per nuovi prodotti che ancora oggi costituiscono un'incognita sulle condizioni di salubrità del patrimonio edilizio pubblico. Ciò comporta spesso notevoli aggravii della spesa per gli interventi di manutenzione o ristrutturazione richiesti dalle operazioni di bonifica, ma soprattutto costituiscono una minaccia per la salute pubblica proprio perché la varietà dei prodotti utilizzati non consente spesso un riconoscimento immediato del potenziale pericolo.

### 7.9 - Il legname da costruzione

Molti studi effettuati dagli igienisti miravano a verificare la tossicità delle spore dei funghi che si sviluppavano nel legno all'interno di luoghi abitati. In particolare, a lungo furono indagate le presunte proprietà venefiche del fungo delle case, il *merulius lacrymans* - che attaccava soprattutto le essenze resinose - nel caso di ingestione o inalazione sotto forma di polvere, o come fonte di produzione di acido carbonico.

Così, gli effetti del *merulius lacrymans*, la cosiddetta muffa della casa, diffusosi dopo l'importazione massiccia di pino-pece dagli Stati Uniti e dell'abete dal Tirolo, che in Italia alla fine dell'Ottocento aveva provocato numerosi crolli di soffitti e solai<sup>44</sup>, avevano suscitato l'interesse non solo dei tecnici ma anche dei medici che sospettavano ripercussioni anche sulla

---

<sup>44</sup> Alla fine dell'800 la diffusione del *Merulius lacrymans* aveva causato alcuni crolli disastrosi, come quelli Genova nell'Ospedale di S. Andrea e nella Scuola tecnica Giovanni Carbone e a Padova il crollo dei solai di un edificio scolastico di recente costruzione, che avevano dato notevole diffusione al problema

salute umana. Ci si domandava se il fungo potesse essere causa di infezione negli inquilini di una casa ed in realtà gli studi svolti (Jahn, 1823; Ungefug, 1823; Hueppe, 1888; Gottschlich, 1888) non attribuivano una responsabilità diretta al fungo quanto una *predisposizione a contrarre malattie infettive sia pel pulviscolo, che per l'umidità, pei gas della putrefazione e pel fetido odore di muffa che si ha nei solai attaccati*<sup>45</sup>. Come accade in alcuni casi, il rimedio proposto e più usato si dimostrò più dannoso del presunto problema; fra le sostanze organiche da utilizzare come biocida, i prodotti a base di *creosoto (calcotar)*, come il *carbolineum* – un olio di catrame molto ricco di naftalina – ed il *carburiolo*, vennero impiegati per impregnare interamente sia le parti lignee che quelle murarie degli edifici contaminati. Tra i prodotti inorganici adatti allo scopo ritroviamo inoltre citati quelli a base di sali metallici come solfato di rame, il sublimato e il cloruro di zinco.

Data la diffusione delle ife anche all'interno delle murature in molti casi si procedeva alla spalmatura di tutte le superfici interne con creosoto, che proprio per la notevole profondità dell'impregnazione richiesta per la distruzione del fungo, risultavano contaminate anche per decenni da questa sostanza riconosciuta oggi come cancerogena.

A fine Ottocento le vernici a base di amianto si diffusero non solo per rendere incombustibile il legno, ma anche per preservarlo dall'umidità, dal calore e da tutte le emanazioni acide. La fiducia nei confronti di tale tipo di rivestimento era tale che in Inghilterra le società assicuratrici riducevano del 50% i costi di assicurazione per gli edifici in cui le strutture di legno erano rivestite con vernici contenenti amianto.

Questo tipo di presidio venne applicato in molti teatri ottocenteschi in cui il carattere effimero dell'apparato decorativo e la struttura prevalentemente lignea dei palchi e delle coperture li rendeva particolarmente soggetti al pericolo di incendi. Ma alle *pirofughe* all'amianto era attribuita anche una valenza estetica: erano in alcuni casi utilizzate come finitura per pareti poiché le fibre conferivano alle superfici l'aspetto dei più costosi rivestimenti in stoffa.

Inoltre, esigenze di natura economica avevano portato alla diffusione di apparati decorativi in *carton pierre* e in *carton cuoio* anche in edifici pubblici. L'ingegnere Antonio Cantalupi<sup>46</sup> nel 1874 citava, ad esempio, le decorazioni delle sale d'aspetto e dell'atrio della stazione centrale di Milano, che in molti casi erano protette dalle intemperie e dal fuoco con vernici a base di amianto.

Tra le varie preparazioni, la *Pirofuga* prodotta a Genova dalla ditta Cereghino<sup>47</sup> era adoperata soprattutto nei teatri; anche a Palermo nel 1896, il Genio Civile condizionò la concessione del permesso di apertura del Teatro Garibaldi all'attuazione di provvedimenti

---

<sup>45</sup> Spataro D., op. cit.

<sup>46</sup> Cantalupi A., *Istituzioni pratiche sull'arte di costruire le fabbriche civili*, Milano, 1874.

<sup>47</sup> Nonnis-Marzano F., *La pratica e la stima dei lavori e delle opere d'arte. L'ingegneria Sanitaria*, Vol. V, Torino, 1895.

contro il pericolo di incendi; in particolare consigliò ai proprietari di adottare il prodotto della ditta Cereghino piuttosto del silicato potassico proposto dagli stessi proprietari del teatro<sup>48</sup>.

Nella lettera che il proprietario del Teatro Garibaldi invia al Prefetto di Palermo in data 20 settembre 1896 leggiamo:

*[...] la Commissione di sorveglianza per i teatri, nell'ultima ispezione fatta al Teatro Garibaldi, di proprietà del sottoscritto, prescrisse un rivestimento completo con tessuto di canne ed intonaco a calce in tutti i corridoi e i palchi.*

*Ciò non parve al sottoscritto rispondente allo scopo della maggiore sicurezza ed incolumità del teatro perché, staccandosi la calce e restando il canneto, un possibile incendio era più facile a verificarsi. Ed allora si permise rassegnare alla S.V. di spalmare l'intero teatro con silicato potassico e sottoporla alla prova del fuoco.*

*Il Genio Civile all'uopo interpellato ritenne giuste le osservazioni dell'esponente, ma opinò di preferire al silicato potassico un preparato pirofugo, proponendo quello del Sig. Cereghino di Genova. Avuta questa comunicazione e sicuro di ottenere il permesso di apertura, l'esponente da un canto si rivolse alla Ditta Cereghino per la provvista del preparato, dall'altro s'impegnò con una Compagnia d'operette per il 1° Ottobre prossimo<sup>49</sup>.*

## **7.10 - La risposta dell'industria all'istanza igienica: i materiali "ibridi" a componenti vegetali e minerali**

### **7.10.1 - Sughero**

L'uso del sughero, celebrato in tutti gli odierni repertori di materiali bioecologici, era in realtà diffuso e consueto in tutte le aree in cui il *quercus suber* era presente. Testimonianza di diverse applicazioni in sughero e gesso possono ritrovarsi nelle Madonie<sup>50</sup>, inoltre la necessità di coniugare economia, leggerezza, coibenza, igienicità e uso di materiali locali fanno di queste applicazioni un perfetto esempio di ciò che oggi definiremmo "edilizia sostenibile". In proposito, un esempio locale esemplare di ottimizzazione dei materiali e rapidità di esecuzione è il caso

---

<sup>48</sup> Fatta G, Vinci C., *Specificità costruttive nei teatri storici. Il Garibaldi di Palermo tra incolti stravolgimenti e fortunate permanenze*, in "Atti del Convegno nazionale Tradizioni del costruire in territorio nazionale", Bologna, 2001.

<sup>49</sup> ASP, Fondo Prefettura – Archivio Generale, 1896.

<sup>50</sup> Imbornone P., *Elementi costruttivi in gesso. Repertorio di antichi magisteri*, Palermo, 1992.

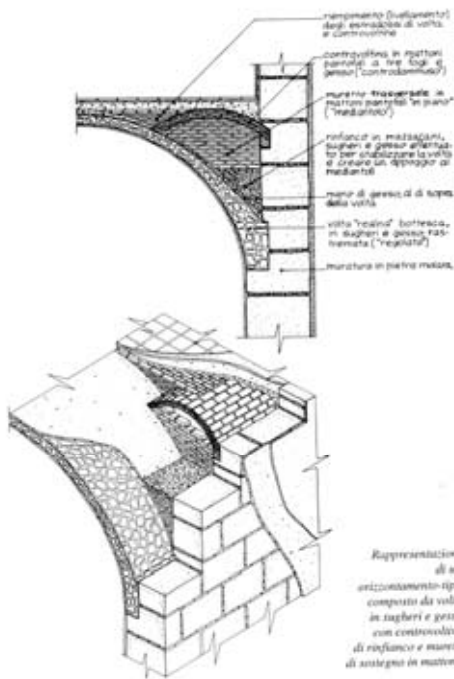


Fig. 7.14 – Volte in gesso e sughero nella Real Casina di caccia di Ficuzza (da Fatta, Campisi)

delle volte in gesso e sughero nella Real Casina di caccia di Ficuzza<sup>51</sup>, in prossimità di Palermo, realizzate nel 1803 da G. V. Marvuglia (Fig. 7.14).

Il sughero continuò ad essere la base di molti prodotti per l'edilizia ancora per tutta la prima metà del '900; ad esempio, con i residui della lavorazione dei turaccioli e di altri oggetti si preparava il *catrame di sughero* costituito da pezzi di sughero di dimensioni ridotte e fibre vegetali compressi a caldo. La polvere di sughero era aggiunta come aggregato anche a malte di calce, argilla per la realizzazione di strutture leggere. Ma l'applicazione più importante del sughero con finalità igieniche che ritroviamo nella letteratura tecnica di quasi tutto il XX secolo, è sicuramente il *linoleum*, una pasta formata con olio di lino seccativo, sughero e sostanze minerali, contenente dall'11 al 20% di olio di lino, dal 54 al 78% di sughero e dal 7 al 23% di sostanze minerali quali cenere, composti di silice, allumina, ossido di ferro e calce; questa pasta spalmata e compressa sopra un tessuto grezzo rivestito sul lato opposto con vernice all'ossido di ferro permetteva la realizzazione di tappeti continui, modellabili in corrispondenza degli angoli ed impermeabili.

Il linoleum, prodotto salubre per antonomasia, divenne col passare degli anni e con la diversificazione rispetto al prodotto originale, dovuto alla concorrenza tra le diverse ditte produttrici, una sorta di miscuglio alchemico in cui rientravano gli ingredienti più disparati, atti di volta in volta a migliorarne l'una o l'altra caratteristica: nel *corioleum* erano introdotti avanzi di cuoio ridotti in polvere, altro esempio estremo era il *linoleum-amianto*, con incorporate fibre di amianto che conferivano proprietà ignifughe e l'aspetto tipico del tessuto; per questa particolare caratteristica questo prodotto era destinato a rivestimento di superfici lavabili. Del linoleum e delle sue "applicazioni igieniche" si parlerà in seguito facendo riferimento alle finiture per pavimenti e rivestimenti.

### 7.10.2 Le fibre vegetali mineralizzate

Altra classe di prodotti molto diffusa, e celebrata per la presunta igienicità, era quella composta dai materiali a base di fibre vegetali mineralizzate con un legante idraulico, quasi sempre cemento, attraverso un processo di conformazione ad alta pressione. Questi prodotti riunivano leggerezza, incombustibilità, buone caratteristiche di isolamento termico e acustico ed economicità, essendo prodotti con scarti di altre produzioni.

Dopo i cessati entusiasmi per le strutture metalliche considerate come soluzione definitiva al problema degli incendi e nella generale tendenza che caratterizzò tutta la prima metà del '900 - che faceva coincidere la ridotta permeabilità all'acqua ed al vapore con l'igienicità dei materiali da costruzione, inducendo a preferire le malte di cemento a quelle aeree - risultava evidente

<sup>51</sup> Fatta G., Campisi T., *La costruzione delle Real Casina di Ficuzza*, in "Il Barocco nella regione corleonese", Palermo, 1999.



come l'industria proponesse un'infinita varietà di prodotti del tipo *legno pietra*. Questi erano prodotti sia come pannelli di rivestimento, ma anche come conglomerati e per la realizzazione di elementi decorativi leggeri ed incombustibili da utilizzare soprattutto nei teatri ed in altri edifici a rischio.

Lo *Xilolit*, un impasto di segatura e gesso, fu oggetto di una vera e propria disputa legale nei primi anni del '900: dopo alcuni incendi sviluppatasi in edifici pubblici, il Tribunale di Vienna sentenziò la non rispondenza di questo prodotto alle caratteristiche di incombustibilità richieste e ne limitò l'uso nei locali aperti al pubblico in sostituzione di stucchi e di apparati decorativi che ricoprivano superfici limitate. Pannelli di *pietra di sughero* (impasto di cascami di sughero con calce ed argilla pressati), *eraclit* (composto di fibre vegetali rese incombustibili, antisettiche e imputrescibili mediante speciali impregnazioni e pietrificate con cemento), *solomit* (steli di paglia fortemente compressi e legati con filo di ferro galvanizzato), *celotex* (feltrazione continuata delle fibre di canne da zucchero), soprattutto in periodo di autarchia, tra le due guerre, divennero materiali salubri per antonomasia. Ancora una volta, per questi materiali il pericolo derivava dalle sostanze utilizzate per le impregnazioni operate al fine di renderli antisettici e imputrescibili.

### 7.11 - I componenti delle pitture e delle vernici nell'edilizia storica

L'attuale diffusione di prodotti cosiddetti ecologici per l'edilizia, il recente allarme e le proposte di bonifica scaturite da constatazioni sull'incidenza del saturnismo dovuto al degrado delle antiche pitture a base di biacca di piombo, alla luce delle recenti scoperte sulla nocività di alcuni prodotti, in particolar modo di alcuni derivati del catrame, lo studio delle pitture per finiture, impermeabilizzanti, ignifughe e di quelle protettive, risulta di particolare importanza non solo per quanto riguarda la situazione attuale ma anche per una valutazione delle condizioni di salubrità del patrimonio edilizio esistente.

Le vernici da sempre sono considerate, con tutte le altre finiture, gli elementi che più direttamente possono condizionare la salubrità dell'ambiente abitato, proprio perché, costituendo la pelle degli edifici, sono la parte con la quale si viene più direttamente a contatto. Non a caso le prime norme a livello europeo sulla certificazione di qualità ambientale di singoli prodotti per l'edilizia, il marchio *ecolabel*, riguardano proprio le vernici e le pavimentazioni dure.

La salubrità delle pitture per interni era nel XIX secolo fundamentalmente correlata a tre aspetti: la *salubrità intrinseca*, l'assenza cioè di componenti, sia nei pigmenti, che nei diluenti ed essiccativi, di sostanze nocive; quelle che nell'Ottocento erano definite *proprietà fisico*



Fig. 7.15, 16 – (da Griffini).

*igieniche*<sup>52</sup>, come la permeabilità all'aria e all'acqua, l'aspetto superficiale; *l'asetticità intrinseca* nei confronti dei microrganismi.

Quest'ultimo è un aspetto che i protocolli attuali redatti a livello comunitario per l'assegnazione del marchio di qualità mettono poco in evidenza, aspetto considerato invece di fondamentale importanza dagli negli studi e prove degli igienisti tra '800 e '900.

Attualmente la pericolosità potenziale di una finitura viene più spesso correlata all'emissione di sostanze che compongono il materiale, o alla possibili emissioni in caso di incendio: il progresso della scienza medica e la diffusione capillare della vaccinazione preventiva ha permesso nel secondo dopoguerra di debellare molte delle temute malattie che potevano trasmettersi e svilupparsi a causa delle carenze igieniche a livello di singola abitazione; ciò ha fatto in molti casi trascurare l'aspetto igienico dei materiali, e delle pitture in particolare, considerati come substrato per lo sviluppo di microrganismi. Non a caso, le norme sempre più restrittive nei confronti dei biocidi nelle pitture, ha riportato in primo piano il problema dello sviluppo di muffe, considerate come uno dei principali agenti sensibilizzanti e scatenanti nei confronti delle patologie a livello polmonare.

#### 7.11.1 - Igiene e nocività delle vernici "storiche"

La tossicità e la nocività dei alcuni colori utilizzati in passato a base di piombo, di arsenico, e di molti altri pigmenti minerali, era già nota in passato, ma queste erano correlate alla possibilità di ingestione diretta, e più che altro alla fase di produzione e di posa in opera piuttosto che a quella di fruizione del prodotto finito. Non a caso, il saturnismo era considerato esclusivamente una malattia professionale di alcune categorie come i tipografi, pittori, e operai addetti alla produzione di biacca. Pertanto le prime normative nel campo edilizio facevano quasi esclusivamente riferimento ai coloranti per alimenti, stoffe, carte da parati, stoviglie nelle quali in particolare veniva utilizzato il *litargirio*, un monossido di piombo, che aveva la proprietà di far vetrificare più facilmente la silice, ma che poteva rilasciare l'ossido se messo ad esempio a contatto con vivande calde.

Per quanto riguarda la legislazione italiana, con R. decreto del 7 febbraio 1892, n. 55, in seguito alle disposizioni di legge sulla tutela dell'igiene e della sanità pubblica del 22 dicembre 1888, n. 5849 (riportate poi nel testo unico delle leggi sanitarie approvato con R. decreto del 1 agosto 1907, n. 636), e del regolamento 3 agosto 1890, n. 7045, fu pubblicato un elenco delle sostanze coloranti nocive. Infine, il R. decreto 30 ottobre 1924, n. 1938 dettò le disposizioni circa l'impiego delle sostanze coloranti nelle sostanze alimentari, e negli oggetti di uso personale e domestico e che vietava l'uso dei colori minerali per tali applicazioni.

---

<sup>52</sup> Nonnis-Marzano F., *La pratica e la stima dei lavori e delle opere d'arte. L'ingegneria Sanitaria*, Vol. V, Torino, 1895.

Negli anni '30 del Novecento, in periodo di autarchia, le pitture a base di pigmenti minerali tornarono essere impiegate in modo diffuso; le *deliberazioni ginevrine* riguardanti le sanzioni nei confronti dell'Italia e la conseguente messa al bando dei prodotti di provenienza straniera nel nostro Paese, oltre al ferro, al legno, aveva infatti limitato l'importazione di alcuni pigmenti. I Sindacati Fascisti Ingegneri indicavano per le finiture semplici o "pietrificanti" e pitture i colori grigio, rosso, bruno, giallo e avorio, tutti di produzione nazionale, e sconsigliavano l'uso di prodotti contenenti sostanze coloranti di importazione quali il verde e il blu<sup>53</sup>.

### 7.11.2 - La salubrità intrinseca

#### Creosoto ed altri derivati del catrame

Molti derivati dal catrame, compreso il creosoto che oggi è considerato un prodotto cancerogeno, erano utilizzati in passato sia come impregnanti del legno, con funzione biocidi, sia come componenti di alcuni colori come oli essiccativi.

A fine Ottocento, con lo sviluppo dell'industria chimica, il catrame (*goudron, theer, coaltar, tar*) e gli oli ottenuti da questo per distillazione frazionata ebbero successo in campo edilizio soprattutto nelle applicazioni sia come solventi di vernici e come soluzioni biocide per preservare non solo il legno dagli attacchi di insetti xilofagi e funghi, ma anche le pitture dalla comparsa di muffe.

La diffusione dei prodotti derivati dal catrame è da associare allo sviluppo dell'illuminazione a gas, infatti il catrame poteva essere prodotto attraverso la distillazione secca del carbon fossile, o, molto più economicamente, come prodotto secondario della fabbricazione del *gas luce*.

I componenti ottenuti per distillazione frazionata del catrame erano fondamentalmente gli oli leggeri, adoperati come solventi di vernici, il *creosoto* di carbon fossile e il *carbolineum*, un olio di catrame molto ricco di naftalina, utilizzati entrambi per preservare il legno dalla putrefazione ma anche come base per vernici. Il creosoto di carbon fossile va però distinto da quello che i dizionari di merceologia<sup>54</sup> chiamavano *vero creosoto*, molto più costoso ed utilizzato con gli stessi fini, ma ottenuto dalla distillazione secca del catrame vegetale (*goudron végétal, holztheer, vegetable tar*) del legno di faggio.

Tra le vernici<sup>55</sup> quelle al catrame, utilizzate per proteggere legname, muratura, ma anche i metalli, erano apprezzate anche per le presunte caratteristiche battericide.

---

<sup>53</sup> Gagliardi G., *L'impiego dei materiali italiani nell'edilizia*, in "Edilizia Moderna", n. 16, 1935.

<sup>54</sup> Bianchi A., *Merceologia e Istituzioni commerciali*, Milano, 1914.

<sup>55</sup> *Chiamasi vernici delle soluzioni più o meno limpide che distese in strato sottile sopra un oggetto qualunque, dissecano lasciando aderente all'oggetto una pellicola solida e dura. Le soluzioni che servono per verniciare*

Le tinte color verde sono formate da:

Biacca di Genova . . . . .	Chilogr. 1,00
Olio essiccativo . . . . .	0,16
Verderame macinato . . . . .	0,08

Le tinte color canna sono formate da:

Biacca di Genova . . . . .	Chilogr. 1,00
Olio essiccativo . . . . .	0,15
Ocra gialla macinata . . . . .	0,08
Ocra rossa . . . . .	0,08

Le tinte perline invece sono costituite da:

Biacca di Genova . . . . .	Chilogr. 1,00
Olio essiccativo . . . . .	0,16
Nero fumo . . . . .	0,08



Fig. 7.17, 18 – La biacca, molto resistente all'acqua, costituiva il principale componente delle pitture per infissi esterni. Dal degrado di questi ultimi derivano i maggiori rischi per la salute (da Cantalupi).

### Biacca di piombo

Dalla lettura di manuali e trattati di edilizia ottocenteschi risulta evidente quanto possa essere oggi giustificato un allarme riguardante la possibilità di avvelenamenti da piombo derivanti dal degrado di superfici trattate in passato con la biacca. La biacca, ovvero bianco di piombo o cerussa, è un carbonato di piombo ( $2PbCO_3$ ); la più pregiata era la *biacca di Genova* ed era posta in vendita in pezzi o in polvere da stemperare o in acqua e colla di pelle ovvero in olio. Si deve inoltre ricordare come la biacca fosse presente anche in alcune formulazioni di pitture impermeabili insieme alla pece, al catrame minerale, catrame vegetale ed oli pesanti del catrame<sup>56</sup>.

La biacca era utilizzata soprattutto per la verniciatura di legnami e serramenti sia interni che esterni, risultava infatti perfettamente aderente al supporto rispetto a qualsiasi altro tipo di finitura, inoltre la biacca ad olio era molto resistente agli agenti atmosferici. Il problema del suo uso è legato al fatto che le superfici degradate cominciano a polverizzare, spandendo nell'aria le particelle che possono essere ispirate o ingerite. La biacca ad acqua e colla per interni risulta più facilmente degradabile e sulle superfici tinteggiate con questo tipo di finitura l'assorbimento per contatto umido è facilitato proprio perché le colle animali possono sciogliersi velocemente. Solo nelle esecuzioni più raffinate il bianco di piombo ad acqua era rivestito da uno strato di copale, una resina naturale che rendeva difficilmente attaccabile lo strato sottostante.

La biacca ad olio era molto utilizzata anche come pittura protettiva per gli infissi esterni, in essa si stemperavano generalmente il verde, il color canna e il *perlino*.

### Arsenico

L'arsenico era utilizzato sia come impregnante per il legno, allo scopo di evitare gli attacchi di insetti xilofagi, sia come antisettico e biocida in molti di quei materiali fibro-minerali che, come si è detto, tanta diffusione ebbero tra Ottocento e Novecento.

*consistono essenzialmente in sostanze resinose ora sole, ora incorporate con un olio grasso seccativo, sciolte in un liquido volatile. Fra le sostanze resinose sono da citarsi: gomma lacca, mastice, ambra, colofonio, trementina. A tali sostanze, costituenti la parte di tali vernici che dà la pellicola solida dopo l'essiccazione, devolvi aggiungere ancora: asfalto, gomma elastica, guttaperca, saponi di resina. Fra i solventi delle sostanze succitate sono da notarsi: alcool, essenza di trementina, benzina, eteri, olio di lino e di catrame.*

Da Sapataro D., op. cit.

<sup>56</sup> Una delle formulazioni di vernice impermeabile prevedeva 25 parti di catrame minerale, 12 di catrame vegetale, 6 di olio di lino, 6 di olio antracene, 10 di silice, 8 di ossido di ferro, 8 di ossido di piombo, 4 di silicato di soda e 15 di magnesia.

I colori a base di arsenico erano fondamentalmente alcuni tipi di verde: come il verde di *Scheele* o *verde minerale*, che è un arsenito di rame, e il verde di *Schweinfurt*, che è un arsenico di rame, il verde di *Schweinfurt* o *verde di Vienna*, che è un aceto-arsenico di rame.

Erano disponibili anche altri colori a base di arsenico: il *realgar*, detto *arsenico rosso*, e l'*orpimento*, giallo.

In Italia, con Decreto Ministeriale in data 12 giugno 1890, ne venne vietato l'uso nelle carte da parati, tappezzerie, mobili ed abiti. Nonostante ciò l'arsenico continuò ad essere utilizzato come componente biocida in alcune pitture o nei materiali che contenevano fibre organiche.

Inoltre, la consuetudine di applicare i nuovi strati di carta da parati su quelli precedenti risultava particolarmente deleteria nel caso di presenza di arsenico, che poteva continuare ad essere volatilizzato anche grazie all'azione disgregante delle muffe.

### Cinabro

Si accenna solo brevemente all'uso del cinabro (solfuro di mercurio, HgS), che è tra i pigmenti minerali riconosciuti come tossici già sul finire dell'Ottocento, perché trattandosi di un pigmento molto pregiato, il suo uso in edilizia era limitato alle superfici decorate.

Il minerale si trova molto raramente in cristalli, quasi sempre in masse compatte di colore rosso e lucentezza adamantina, associato a volte a piccole gocce di mercurio.

Il cinabro è il principale minerale di mercurio. Fu usato colore o pigmento con il nome di Vermiglione, Cinabro di Mercurio, Cinnabarite, Cinabro della Cina, Cinabro d'Olanda, Vermiculium, Cinnabarium.

Il cinabro naturale era conosciuto da molte antiche civiltà, dai Cinesi, Egizi, Greci e Romani.

Già dal XV secolo cominciò a diffondersi anche il cosiddetto cinabro artificiale. Il metodo di preparazione era già noto nel secolo XV, quando Venezia diventò un importante centro di produzione del cinabro. Il cinabro artificiale veniva prodotto mescolando 5 parti di mercurio, 1 parte di zolfo in una soluzione concentrata di KOH, scaldando fino ad ottenere la polvere rosso vivo. Veniva talvolta sofisticato con altre sostanze di minor costo, generalmente minio ed ossido di ferro. Ha tonalità variabili: rosso chiaro, scuro, aranciato, porpora e violetto. Ha un aspetto fine ed omogeneo e un ottimo potere coprente. Si decompone in acidi e si altera con colori a base di piombo. Era utilizzato nell'affresco, tempera, olio ed acquerello.

L'avvelenamento da mercurio era molto frequente nei bambini, anche a piccole dosi provocava danni irreversibili al sistema nervoso, il Decreto Ministeriale in data 12 giugno 1890, ne fece specifica proibizione d'uso per la colorazione dei giocattoli. Il mercurio è oggi riconosciuto come cancerogeno per l'uomo.

### 7.11.3 - Proprietà fisico igieniche e asetticità intrinseca delle vernici

Uno degli studi di fine ottocento più completi sulle proprietà igieniche delle vernici è quello dal titolo *Sulle vernici* pubblicato negli Annali dell'Istituto d'Igiene di Roma nel 1892 dal dott. Orefice<sup>57</sup>. Lo studio prendeva in considerazione le vernici più utilizzate in quel periodo dal punto di vista della permeabilità all'aria, all'acqua, ai microrganismi e della loro azione microbica e della loro disinfezione.

Il nome di una delle vernici sperimentate, la *Sanitary Paint* prodotta a Liverpool, è sintomatico dell'importanza attribuita alle proprietà igieniche di queste finiture; i risultati ottenuti dalle prove ed i confronti fatti tra i diversi prodotti erano quasi sempre finalizzati all'individuazione della vernice che garantiva le migliori prestazioni per applicazioni particolari come gli ospedali. Orefice esaminò cinque diversi tipi di vernice<sup>58</sup>, tre italiane e due inglesi. Il "protocollo" di prova prevedeva l'esame della levigatezza, della durezza superficiale, della trasparenza, della permeabilità all'acqua, all'aria ed ai microrganismi, veniva testata anche la resistenza ai disinfettanti più comuni, ai cicli termici e la resistenza agli agenti meccanici.

Quanto alle proprietà antisettiche delle vernici Orefice constatò che quelle sperimentate non avevano azione biocida nei confronti delle spore del carbonchio, dei bacilli del tetano, dell'edema maligno e della difterite, ma esercitavano un'efficace azione disinfettante contro i bacilli del carbonchio.

Nonostante le due vernici di produzione italiana apparissero opache dopo la stesura ed *intaccabili all'unghia*, risultarono avere il miglior comportamento nei confronti dell'acqua ristagnante in superficie, prova che simulava il comportamento in presenza di condensa. Le prime applicazioni di queste vernici evidenziarono però agli stessi sperimentatori quanto potessero essere distanti i risultati di laboratorio dal rappresentare la situazione reale e quanto questa dipendesse dalla perizia degli operai che spesso si trovavano impreparati nei confronti di nuove metodologie di applicazione dei diversi prodotti. Un caso per tutti, rappresentativo della complessità dei sistemi di posa in opera, è quello della Vernice Pozzi, una delle più diffuse nelle applicazioni ospedaliere. Nei primi anni del '900 al Policlinico di Roma la non corretta esecuzione aveva portato al distacco totale della pellicola di vernice. Ciò aveva spinto la Ditta produttrice a fornire le dettagliate *Istruzioni per l'uso della vernice igienica antisettica Pozzi* la cui complessità e macchinosità di applicazione avrebbero sicuramente scoraggiato qualsiasi tecnico dal proporre l'impiego<sup>59</sup>.

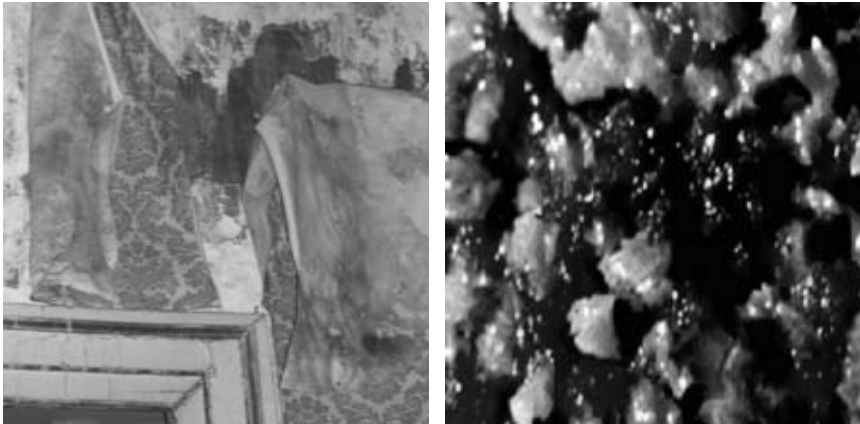
<sup>57</sup> Orefice C., *Sulle vernici*, Annali dell'Istituto d'Igiene, Roma, 1892

<sup>58</sup> Pozzi di Roma, *Zonca* di Venezia, *Alman* di Torino, *Mander* di Londra, *Sanitary Pain* di Liverpool

<sup>59</sup> *Istruzioni per l'uso della vernice igienica antisettica Pozzi*

La spalmatura di questa vernice è di grandissima facilità seguendo le seguenti norme:

1- Nei muri nuovi quando siano bene asciutti fa di bisogno passare la pomice e quindi una mano di olio cotto. Essiccato che sia questo, per chiudere tutti i pori e screpolature, si dà una mano generale di stucco, composto di gesso di



**Fig. 7.19, 20** – Le carte da parati trattate con arsenico rappresentano un pericolo soprattutto in fase di manutenzione (a sinistra). Cristalli di cinabro (a destra)

---

Firenze mescolato ad una parte di olio cotto e due d'acqua con l'aggiunta di un poco della vernice antisettica; e questo composto si applica con stecche di acciaio come si usa dai carrozzieri per l'imprimatura.

2- Dopo due o tre giorni che questa imprimatura si sia indurita si leviga con pomice e si dà la prima spalmatura della vernice antisettica.

3- Quando questa sia bene essiccata, se occorrerà, si fanno altre piccolissime stuccature ed in appresso si danno le ultime due mani alla distanza di tre o quattro giorni l'una dall'altra.

Si ottiene in questo modo un lavoro finito uso smalto, e dopo qualche giorno si può fare qualunque lavanda.

## Capitolo 8

### Le proprietà igieniche degli elementi edilizi a contatto con l'ambiente esterno

*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 potrà contare sulla preferenza del pubblico<sup>1</sup>.*

Enrico Salemi, 1872.

*Tratteremo infine della professione dell'architetto-costruttore, professione non facile quando egli, operando come progettista e direttore dei lavori, voglia soddisfare completamente a quelle condizioni di solidità, comodità e bellezza volute dai nostri antichi scrittori e maestri di architettura, ed alle quali oggi dobbiamo aggiungere una importantissima, quella di economia<sup>2</sup>.*

Daniele Donghi, 1927.

---

<sup>1</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.

<sup>2</sup> Donghi D., *Manuale dell'Architetto*, Torino, 1927.



La differenziazione, l'ottimizzazione qualitativa e quantitativa dei materiali - anche in previsione della durata nel tempo della struttura da realizzare – erano, tra XIX e XX secolo, principi improntati alle nuove esigenze di economia, come sottolineava l'ingegnere Daniele Donghi nel suo *Manuale dell'Architetto*; attualmente, questi stessi principi sono considerati un imperativo per un'*attività edilizia sostenibile*<sup>3</sup>, in cui il concetto di economia fa soprattutto riferimento ad una corretta gestione delle risorse ambientali.

In questo capitolo si rileva, prendendo in esame differenti soluzioni costruttive desunte da manuali e periodici pubblicati tra Ottocento e Novecento, come la diversificazione materica negli elementi che costituivano l'involucro esterno dell'edificio rispondesse in realtà anche a criteri di igiene.

Nella stessa ottica si vedrà come anche gli interventi manutentivi, in particolare per alcuni componenti edilizi, fossero considerati un presidio per la salubrità: la possibilità di operare sostituzioni di parti della fabbrica, anche strutturali, garantiva infatti l'eliminazione di quei materiali eventualmente inquinati. Questa circostanza attuava una vera e propria rivoluzione del modo di concepire l'edificio, derivante, come sottolineava nel 1870 l'architetto palermitano Enrico Salemi, dalle *abitudini utilitarie del nostro secolo*<sup>4</sup> e dalla constatazione della ingenua pretesa, da parte dei progettisti del tempo, di poter realizzare edifici ritenuti eterni. I

<sup>3</sup> CIB, Agenda 21 on sustainable construction, CIB Report Publication 237, July 1999.

<sup>4</sup> *Dalla conservazione dei molti tempii, dei conventi vastissimi e innumerevoli che la superstizione dei nostri antenati faceva sorgere in ogni canto, da quella dei castelli baronali, delle anguste strade medioevali di cui molte città sono piene; qual vantaggio ne ridonda a noi? Se avessimo la fortuna di possedere intatte le costruzioni erette dall'uomo sin dall'era della pietra, forse l'archeologia sarebbe soddisfatta, ma dove troveremmo campi da coltivare? Quale sarebbe stato il danno se men saldi e men robusti avessero prima cessato di esistere e ci avessero risparmiata la pena di vivere in mezzo ad edifici nei quali ci è forza accomodarci per trar frutto dal capitale eccedente impiegato nella loro costruzione? A che serve addossarci un significante aumento di spesa per lasciare ai nostri pronipoti dei fabbricati che probabilmente gli saranno d'impiccio? Questo ragionamento avrà il suo lato di eccesso ma nel fondo non è poi così strano, a mio modo di vedere, come alla prima appare. Bando alle illusioni, sacrifichiamo sull'ara dell'utile i sogni romantici della poesia dei nostri primi anni. Studiamo l'economia industriale piuttosto che il greco ed il latino o la confezione di progetti accademici che non potranno mai avere esecuzione, e riusciremo, senza affibbiarci il titolo d'ingegneri, che compete a chi si addice alla specialità dei lavori d'intercomunicazione, a mantenere la posizione che ci compete. Ci sforzeremmo invano se cercassimo di fare deviare il pubblico dalle sue tendenze cercando d'imporgli dei bisogni fittizi. Saremmo travolti dalla corrente, senza ottenere alcun risultato pratico. La nostra missione non è quella di modificare le tendenze della società in cui viviamo (cosa per la quale siamo impotenti); ma di trovare nell'espressione dei suoi bisogni e delle sue convenienze gli elementi che debbono costituire l'architettura coeva. È su questa via feconda che gli artisti sono oggi chiamati a far mostra di quel genio che lo studio non può dare; ma a cui può aprire la via per isvilupparsi. Né l'Italia, culla delle arti, vorrà in questa lotta di artistico rinnovamento riposarsi sui vecchi allori, ma acquistarsene dei nuovi, per mantenersi quel primato di cui per tanti secoli ha goduto. Che se poi si teme che lo studio profondo delle matematiche inaridisca il genio inventivo degli architetti, ed estenda la cerchia delle loro conoscenze oltre a quanto la capacità umana possa abbracciare; perché non associarci agli ingegneri con voto consultivo; nel caso, del resto poco comune, in cui gli studi e la pratica loro speciale potrebbe esserci utile, ed offrire in compenso la nostra cooperazione nel decorare le grandi stazioni. Col reciproco sacrificio di un poco di vanità non si otterrebbero risultati più soddisfacenti? È a voi signori che sommetto siffatte quistioni comeché competentissimi a risolverle. In Salemi E., op. cit..*



Fig. 8.1, 2 – Bethoncourt, Montbéliard (F). L'intervento dell'architetto Lucien Kroll.

contemporanei dell'architetto palermitano, infatti, avevano già intuito come il rapido evolversi delle istanze cui erano chiamati a rispondere gli edifici rendeva questi ultimi spesso inadeguati nel corso di pochi decenni, e certamente non in grado di rispondere alle esigenze future. L'edificio veniva così paragonato al prodotto industriale, in grado di soddisfare in modo molto efficace bisogni immediati ma, in alcuni casi, dotato di scarsa "flessibilità", come diremmo oggi, condizione questa derivante dall'elevato grado di specializzazione.

A supporto di questa nuova concezione del "prodotto edilizio", che diventava quasi un "prodotto di consumo" o, per meglio dire, un "prodotto che si consuma", a fine Ottocento cominciarono a diffondersi le analisi del *periodo di durata delle strutture di fabbrica*. Si trattava di vere e proprie valutazioni del *numero d'anni che deve trascorrere perché le medesime possano continuare in utile servizio*<sup>5</sup>, argomento tutt'oggi di grande attualità. Il trattato del 1895 dell'ingegner Francesco Nonnis Marzano riportava una tabella con l'indicazione della *durata possibile in anni* dei diversi componenti dell'edificio (Fig. 8.3). In questa, a dimostrazione di una fiducia ancora entusiastica nei confronti delle strutture in ferro, si stimava una durata di 120-150 anni per i solai metallici, una durata di 100 anni per le volte in mattoni ed una di appena 50-60 anni per quelle in pietrame. La possibilità di sostituire, ad intervalli di tempo determinati, alcuni componenti edilizi, garantiva allo stesso tempo l'adattabilità a nuove esigenze ed un periodo di vita utile dell'edificio più lungo e, di conseguenza, un considerevole risparmio.

In un'ottica di "manutenzione trasformativa", che considera gli edifici esistenti come una risorsa energetica, si possono inquadrare alcuni interventi contemporanei dell'architetto belga Lucien Kroll (Fig. 8.1, 2). Si fa riferimento, un caso per tutti, al suo progetto di *recupero e restituzione*<sup>6</sup> di un quartiere degli anni '70, realizzato a Bethoncourt in Francia, nel quale il progettista, mediante smontaggi, sostituzioni e tagli degli elementi prefabbricati che costituivano gli edifici, ha nuovamente "antropizzato" il quartiere che risultava disabitato da dieci anni.

Sempre in questo capitolo, come si è già fatto nel precedente e come si farà nel successivo, si pone l'accento sull'uso di sostanze e prodotti che, utilizzati in passato, sono attualmente considerati pericolosi per la salute pubblica; di volta in volta verrà specificato il tipo di sostanza, la funzione che era chiamata ad assolvere e, dove si è ritrovata testimonianza, anche le modalità di applicazione. Quest'ultimo aspetto riveste notevole importanza in quanto, come è ben noto, in molti casi è proprio il sistema di posa in opera che determina il grado di pericolosità della sostanza stessa.

<sup>5</sup> Nonnis-Marzano F., *La pratica e la stima dei lavori e delle opere d'arte. L'ingegneria Sanitaria*, Vol. V, Torino, 1895.

<sup>6</sup> Sasso U., *Costruire sostenibile. Lucien Kroll: la fantasia (dell'abitare) al potere*, Firenze, 2000.

Numero d'ordine	SPECIALITÀ DELLA STRUTTURA	DURATA POSSIBILE in anni	Numero d'ordine	SPECIALITÀ DELLA STRUTTURA	DURATA POSSIBILE in anni
1.	Fondamenti, strutture di ferro, solai di ferro, volte, coperture di rame o di ferro, imposte di ferro, murature semplici di granito . . .	da 120 a 150	44.	Intonaco di stucco lucido . . . . .	» 15 a 20
2.	Muri (esterni) di mattoni con malta . . . . .	» 80 » 100	45.	Imposte di legno dipinte, semplici, interne . . .	» 20 a 50
3.	» (interni) » » » . . . . .	100	46.	» » » » » esterne . . . . .	» 12 a 18
4.	» (esterni) di pietrame con malta . . . . .	» 40 a 60	47.	» intalciate di legno dolce, esterne . . . . .	25
5.	» (interni) » » » . . . . .	70	48.	» » » » » interne . . . . .	» 50 a 70
6.	Volte di mattoni . . . . .	100	49.	» » » » » resinose, esterne . . . . .	50
7.	» di pietrame . . . . .	» 50 a 60	50.	Persiane di legno dolce dipinte . . . . .	» 15 a 20
8.	Impalcature di legno da solai, all'asciutto . . .	» 40 » 60	51.	» » » » » resinose e forti . . . . .	40
9.	» » » » » all'umido . . . . .	10	52.	Inferriate, ringhiere di ferro . . . . .	100
10.	» di ferro e legname . . . . .	» 75 a 100	53.	Dipinture ad olio sul legno, esterne . . . . .	» 5 a 7
11.	Osatura da tetti di grossa squadratura in legno	50	54.	» » » » » interne . . . . .	10
12.	» di legnami minuti . . . . .	20	55.	» » » sul ferro, esterne . . . . .	10
13.	Centature di legno per soffitti . . . . .	40	56.	» » » » » interne . . . . .	20
14.	Coperture di tetti in tegole (per 1/3 della partita)	10	57.	Dipinture di calce sui muri esterni . . . . .	5
15.	» » » ardesie ( » 1/3 » ) . . . . .	12	58.	» » » » » interni . . . . .	12
16.	» » » zinco ( » 1/3 » ) . . . . .	15	59.	» » » sui muri di cucina . . . . .	3
17.	Pavimenti di piastelle ( » 1/3 » ) . . . . .	» 12 a 20	60.	Tappazzerie delle stanze secondarie . . . . .	20
18.	» esterni ( » 1/3 » ) . . . . .	» 8 » 12	61.	» » » principali . . . . .	» 12 a 20
19.	» ciottolati interni ( » 1/3 » ) . . . . .	12	62.	Fornelli da cucina e camini principali . . . . .	» 30 a 40
20.	» » » esterni ( » 1/3 » ) . . . . .	» 8 a 10	63.	Camini delle stanze comuni . . . . .	40
21.	» di piastrelle di marmo, interni . . . . .	» 30 » 40	64.	Stufe di cotto comuni . . . . .	12
22.	» » » esterni (per 1/3 della partita)	10	65.	Forni comuni . . . . .	» 50 a 70
23.	Lastricati di granito o breccia, interni . . . . .	80 a 100	66.	Latrine, vasi, tubi, apparati speciali . . . . .	12
24.	» » » per rotule, esterni . . . . .	30	67.	Cloache comuni . . . . .	25
25.	Pavimenti d'asfalto, esterni . . . . .	10 a 15	68.	Fogge mobili . . . . .	12
26.	» » » interni . . . . .	25	69.	Bagni e trambe, apparecchi completi . . . . .	20
27.	» di lava, esterni . . . . .	12	70.	Tubi di rame per condotte d'acqua . . . . .	40
28.	» » » interni . . . . .	25	71.	Gronde complete . . . . .	30
29.	Battuti alla veneziana . . . . .	50 a 75	72.	Canali di lamiera di ferro per gronde . . . . .	» 15 a 20
30.	Pavimenti di stucco . . . . .	8	73.	» » latta . . . . .	» 8 a 12
31.	» di legname, interni . . . . .	30	74.	Tubi o doccioni di cotto per acqua . . . . .	12
32.	» di pezzi prismatici, esterni . . . . .	12 a 20	75.	Pozzi ordinari . . . . .	40
33.	Massicciate insabbiate . . . . .	15	76.	Parafolmini, apparati completi . . . . .	30
34.	Stucchi per soffitti intonacati . . . . .	da 20 a 30	77.	Bottini e chiaviche . . . . .	25
35.	Intonachi di malta, esterni, all'umido . . . . .	10	78.	Torrette di camini o fumaroli . . . . .	da 30 a 40
36.	» » » interni . . . . .	30	79.	Intalciati di legname all'asciutto . . . . .	» 60 a 60
37.	Membature di pietre concie semplici, esterne .	25	80.	Strutture di legname nelle stalle . . . . .	15
38.	» » » » » ricche, » . . . . .	50			
39.	» » di marmo semplici . . . . .	» 80 a 100			
40.	» » » » » ricche . . . . .	70			
41.	» di granito assai ricche, all'umido . . . . .	100			
42.	» di stucco » » » esterne . . . . .	12			
43.	» » » » » interne . . . . .	25			

Fig. 8.3 - "Durata possibile in anni" di materiali e componenti edilizi (da Nonnis-Marzano).



**Fig. 8.4** - Per evitare la risalita capillare, le fondazioni ed i muri controterra erano realizzati con materiale lapideo compatto. L'immagine mostra il piano cantinato di un edificio palermitano di fine Ottocento, in cui i conci di calcarenite erano posti in opera sopra un apparecchio murario costituito dal più compatto calcare di Boccadifalco.

### 8.1 - Le strutture al disotto del piano di campagna: le fondazioni ed i muri d'ambito

L'isolamento di tutti i muri d'ambito dal terreno e dall'acqua proveniente da esso era giudicata condizione di primaria importanza per la salubrità dell'intero edificio; a maggior ragione anche le fondazioni dovevano poggiare su terreno sterile e asettico. Se questo risultava invece inquinato, si poteva ricorrere alla disinfezione per mezzo di cloro insufflato in tubi metallici infissi nel terreno; tale sistema, oltre ad essere tutt'altro che economico, risultava anche di efficacia limitata nel tempo. In ambito urbano, la pavimentazione impermeabile di strade e spazi esterni con raccolta e smaltimento delle acque e l'impermeabilizzazione delle fondazioni divennero pertanto i mezzi più comuni ed economici per il risanamento. Proprio tali circostanze favorirono, a partire dalla metà del XIX secolo, la diffusione di guaine, impregnanti, pitture a base di catrame e dell'asfalto per pavimentazioni esterne. Queste consentivano la pulizia superficiale delle strade, ma impedivano il prosciugamento del suolo e l'ossidazione di eventuali sostanze organiche, favorendone così la putrefazione. Per tale ragione si sperimentarono diversi sistemi che coniugavano le diverse esigenze: a Berlino, ad esempio, le coperture impermeabili di asfalto non si estendevano a tutta la larghezza stradale, ma lungo i marciapiedi una striscia di terreno era coperta a mosaico con elementi lapidei in maniera da lasciare una certa permeabilità.

Per evitare la risalita capillare, dove la disponibilità di materiale lo consentiva, le fondazioni ed i muri controterra erano realizzati con materiali molto compatti posti in opera con ridotte quantità di malta (Fig. 8.4). Per risolvere il problema dell'umidità nei muri d'ambito dei piani seminterrati, si realizzavano anche muri doppi (Fig. 8.4), collegati con elementi a permeabilità ridotta quali mattoni forati, diaconi in pietra compatta o con elementi metallici. Altre soluzioni prevedevano l'interposizione di archi in laterizi contro il terreno (Fig. 8.5), che realizzavano un'intercapedine ventilata per mezzo di canali di ventilazione posti all'interno della muratura, o da più consuete indiane (Fig. 8.6, 7, 8). Se queste erano scoperte, il sole e l'aria esercitavano un'azione diretta, permettendo l'evaporazione rapida dell'acqua e dell'umidità di condensa che, prodottasi all'interno di ambienti seminterrati, veniva assorbita dai muri. Dove tali intercapedini esterne non potevano realizzarsi, se ne prevedeva la realizzazione all'interno del muro (Fig. 8.9); la parete esterna si realizzava con materiale poco poroso, che impediva la penetrazione dell'acqua dal terreno, quella interna con materiali permeabili che assorbivano l'umidità interna, eliminata attraverso un camino che sboccava sul tetto.

Contro l'umidità da risalita capillare, l'inserimento di lastre di piombo, facilmente degradate dal cemento e dalla calce, i cartoni di bitume, lacche e le pitture al catrame non erano risolutivi; maggiore affidabilità forniva l'inserimento di corsi di mattoni vetrificati o mattoni di vetro allettati con cemento o mastice ad olio.

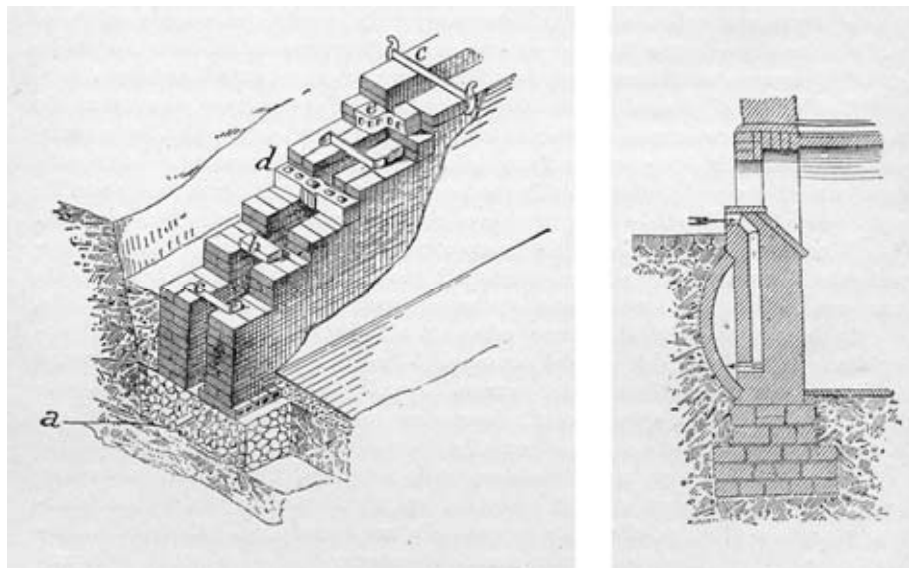


Fig. 8.4, 5 - Sistemi di protezione dei muri d'ambito dall'umidità: a sinistra, sistema a muro doppio con elementi di collegamento metallici, laterizi e lapidei; a destra con arco in mattoni ed intercapedine ventilata (da Spataro).

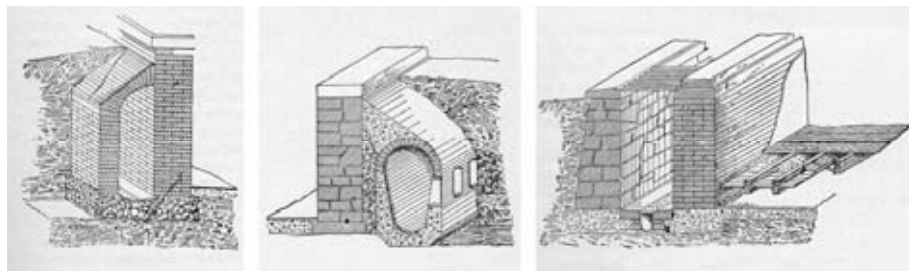


Fig. 8.6, 7, 8 - Sistemi di protezione dei muri d'ambito dall'umidità: indiana, canale di drenaggio, indiana ventilata (da Spataro).

Fig. 8.9 - Muro con intercapedine.

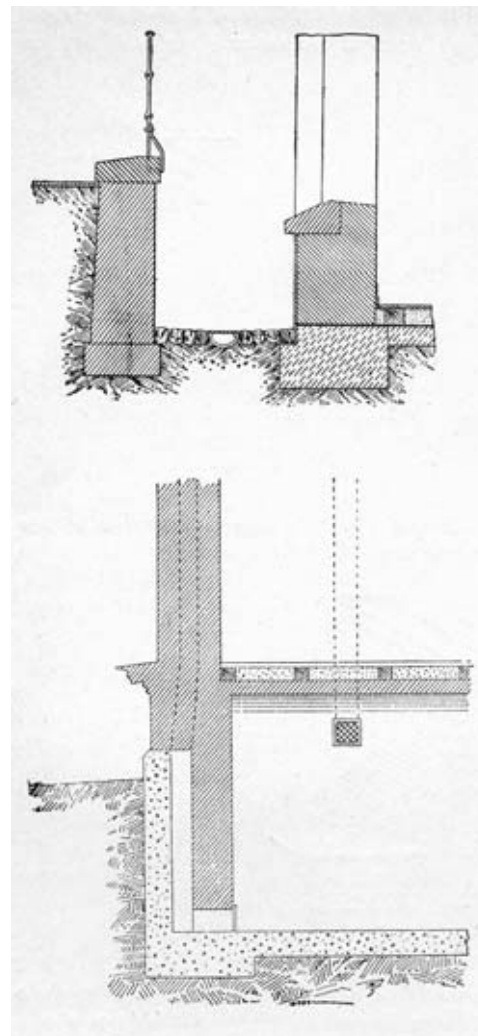
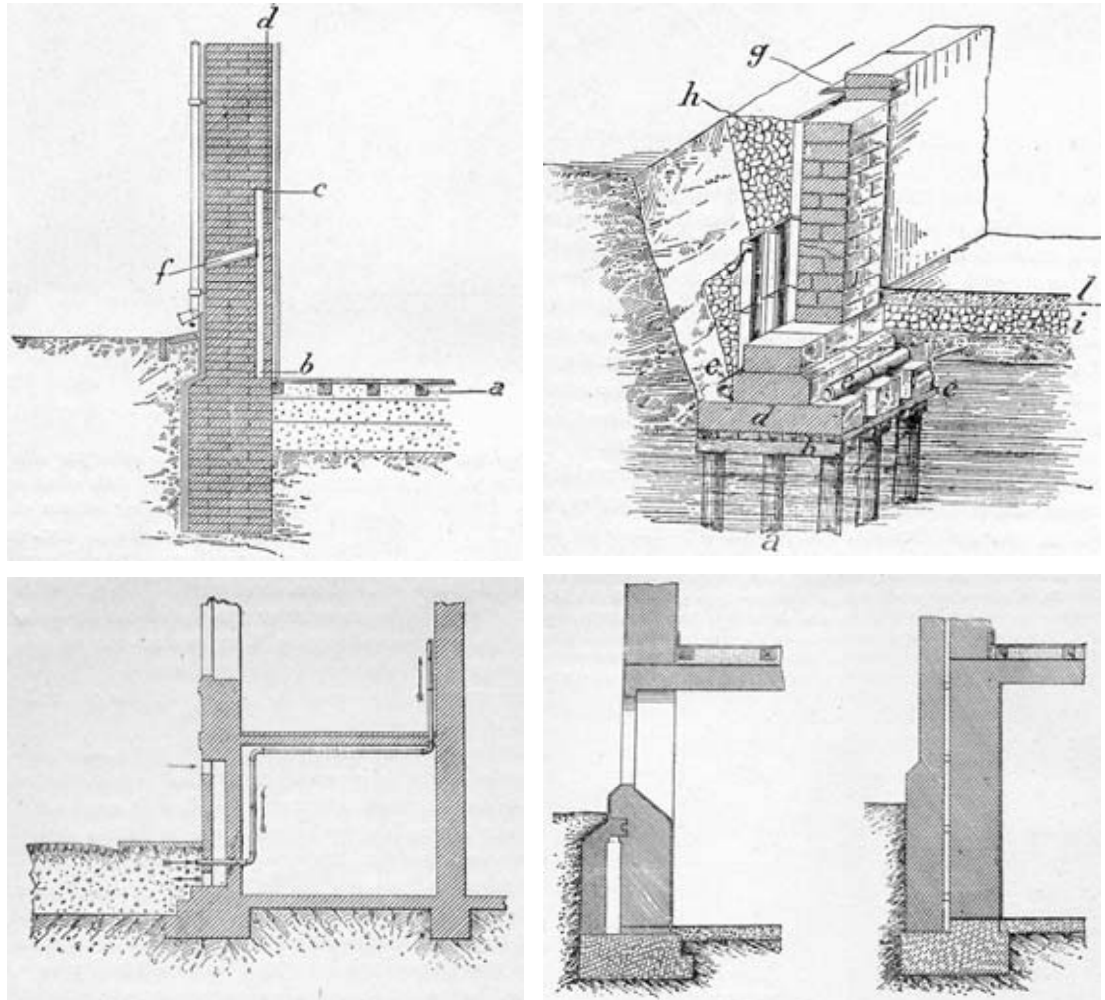


Fig. 8.10, 11, 12, 13 – Sistemi di protezione ad intercapedine (da Donghi).



## 8.2 - Criteri costruttivi e regole dell'arte per la costruzione "igienica" dei muri d'ambito fuori terra

Le caratteristiche igieniche dei muri d'ambito dipendevano fondamentalmente dai materiali utilizzati, da come questi venivano assemblati e dalla opportuna diversificazione dei materiali stessi relativamente alla loro funzione.

La differenziazione dei materiali nelle murature ha spesso caratterizzato la prassi costruttiva delle stesse, in particolare nelle architetture di pregio che potevano contare sulla varietà dei componenti e sulla capacità economica della committenza pubblica e privata: basti pensare che tra il 1875 e il 1891, nella fabbrica del Teatro Massimo a Palermo, l'architetto G. B. F. Basile utilizzò per le murature otto tipi diversi di pietra e cinque di mattoni<sup>7</sup>.

Questa pratica continuò ad essere consueta fino a quando la diffusione delle strutture intelaiate impose una netta distinzione tra parte strutturale ed elementi di tamponamento e, di conseguenza, tra materiali che dovevano garantire una buona resistenza meccanica e quelli che dovevano caratterizzarsi per la leggerezza e la coibenza termica ed acustica.

La diversificazione, presupponendo una conoscenza completa delle caratteristiche dei materiali, contraddistingueva le opere dei progettisti più colti; questo principio tuttavia non rispondeva esclusivamente ad esigenze meccaniche ed economiche, ma anche igieniche: l'uso di calcare compatto per la muratura in fondazione o nella parte basamentale degli edifici (Fig. 8.14, 15), o l'introduzione di *catene*<sup>8</sup> di mattoni semivetrificati o incatramati, garantiva anche dalla risalita capillare.

Il criterio della differenziazione dei materiali rispondeva ad esigenze di carattere salubre: di fatto, si distingueva tra le parti inferiori e le parti superiori dei muri fuori terra; le prime risultavano più esposte all'umidità presente in prossimità del suolo ed all'acqua proveniente da cornicioni e tetti, le seconde, nel caso in cui non fossero opportunamente protette, erano più esposte agli eventi meteorici. Le porzioni murarie esterne meno esposte alle intemperie e agli agenti atmosferici risultavano quindi quelle centrali. Così, le pietre con cui realizzare le diverse parti del setto si sceglievano considerando che quelle più compatte assorbivano meno acqua rispetto a quelle porose, ma queste ultime consentivano un'evaporazione più rapida. La scelta in questo caso poteva essere indirizzata da considerazioni di tipo economico e alla disponibilità del materiale in loco.

Per le parti intermedie dei muri, come detto in precedenza meno esposti agli agenti atmosferici, erano consigliabili esclusivamente pietre porose che si asciugavano più facilmente ed inoltre non presentavano l'inconveniente dei fenomeni di condensa sulla faccia interna che

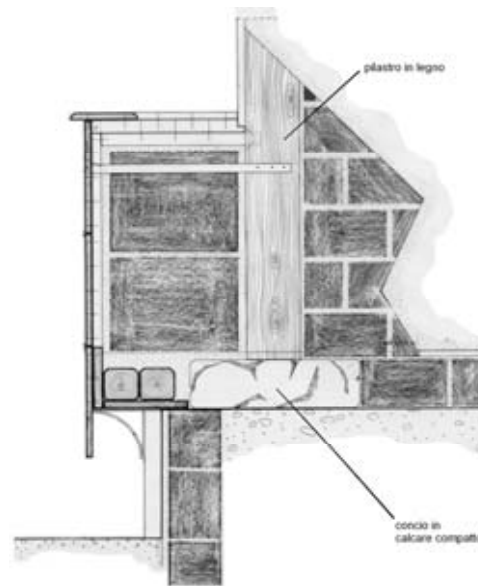


Fig. 8.14, 15 - Particolare del piede di un pilastro in legno al teatro Garibaldi a Palermo (1861); un conco di calcare compatto era posto alla base dei pilastri per impedirne il deterioramento dovuto all'umidità.



<sup>7</sup> Fatta G., *La fabbrica del Teatro Massimo*, in "Bollettino dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di Palermo", Palermo, 1996.

<sup>8</sup> Il termine catena è attestato nei documenti tecnici di fine ottocento nell'accezione di ricorsi.

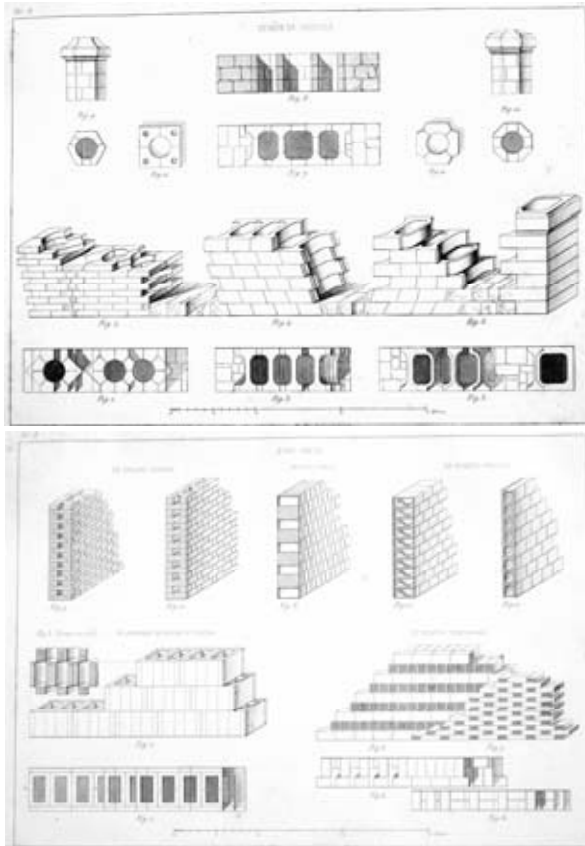


Fig. 8.16, 17 - Murature ad elementi laterizi cavi e forati (da "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publics").

avevano molto spesso luogo quando si utilizzavano materiali molto compatti. La scelta di tamponamenti realizzati con materiali lapidei con porosità elevata diventava pertanto indispensabile in quei locali dove si produceva vapore come cucine, lavanderie o ambienti che ospitavano molte persone, nei quali i fenomeni di condensa dovevano essere opportunamente evitati.

### 8.3 - Le murature ad intercapedine. Un nuovo criterio costruttivo economico e salubre

La diffusione del sistema costruttivo a muri doppi ed intercapedine d'aria, a partire dalla metà del XIX secolo, fu incoraggiata da esigenze economiche ed igieniche; tra le prime la necessità di ridurre i carichi gravanti sulle strutture di edifici sempre più alti e quella di economia di materiali e manodopera. Nello stesso periodo, riguardo gli aspetti igienici, alcuni studi dimostravano come l'incremento di spessore dei muri portava un vantaggio sempre più limitato riguardo alla coibenza termica e alla protezione dall'umidità<sup>9</sup>. Infine, la possibilità di ridurre la malta presente nelle murature consentiva tempi più brevi affinché l'edificio potesse essere abitato e, in generale, migliori condizioni igieniche per la minore quantità d'acqua di costruzione. La diffusione del sistema a muri doppi incentivò la produzione dei laterizi forati; inoltre l'affermazione dei mattoni forati come *materiali igienici* contribuì ad un ampliamento della varietà dei prodotti disponibili in commercio già a partire dal 1850 (Fig. 8.16, 17).

In Inghilterra i regolamenti d'igiene tardo ottocenteschi prevedevano per lo strato d'aria uno spessore di 7,5 centimetri; in generale esso era realizzato dello spessore di 6-7 centimetri.

L'intercapedine poteva interessare tutta l'altezza del fabbricato, e contribuire a risolvere i problemi di deumidificazione, raffrescamento estivo ed anche ventilazione degli ambienti. Nei primi due casi il movimento dell'aria all'interno dell'intercapedine si favoriva mediante fori praticati in basso ed in alto, in modo da ottenere una sorta di moderna parete ventilata. Nel caso in cui si volesse garantire anche la ventilazione dei locali interni, mettendo in comunicazione l'intercapedine con gli ambienti, venivano create delle aperture interne; per evitare che l'aria guasta di un locale inferiore passasse ai locali superiori, era necessario che a ciascun piano corrispondesse un proprio strato d'aria, stabilendone la comunicazione fra interno ed esterno. Poiché il movimento dell'aria risultava agevolato quando le pareti interne dell'intercapedine erano ben lisce e le commessure fra i materiali ben spianate, durante la costruzione si aveva cura di non far cadere malta o rottami nell'intercapedine, la malta attaccandosi alle pareti le avrebbe rese scabre, ed inoltre i rottami al piede dell'intercapedine avrebbero ostruito le bocche inferiori e compromesso l'efficacia del sistema costruttivo.

<sup>9</sup> vedi Ferrini, *Tecnologia del calore*, Milano, 1903

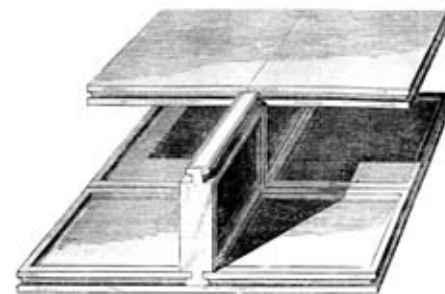
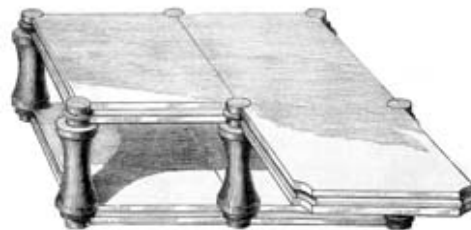


L'intercapedine, oltre ad essere suddivisa in senso orizzontale in corrispondenza dei solai di piano, poteva esserlo anche verticalmente per mezzo di pilastri. Particolare attenzione era posta in questo caso alla possibilità che i pilastri potessero costituire dei ponti termici o punti preferenziali per l'infiltrazione di umidità: riguardo quest'ultimo problema, gli eventuali collegamenti fra i due muri si realizzavano con materiale molto compatto ed erano resi impermeabili mediante imbibizione con catrame a caldo o *vetrificazione* con vernici o smalti.

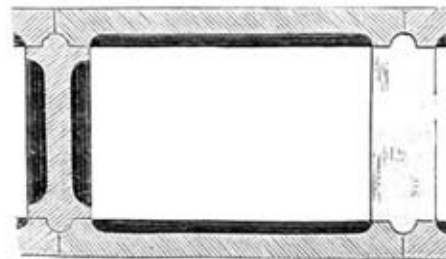
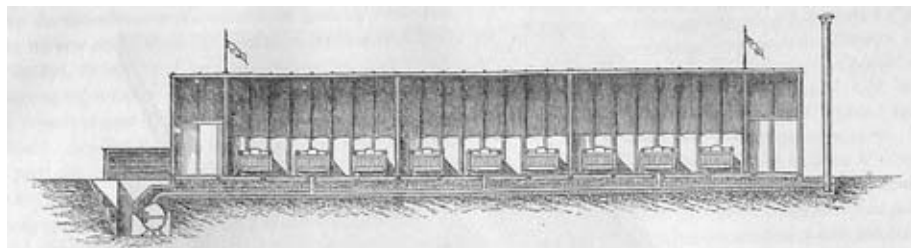
Il sistema a *doppio muro*, oltre a proteggere contro l'umidità e le variazioni termiche, realizzava quasi sempre un vantaggio economico; era quindi considerata una soluzione ineccepibile dal punto di vista igienico non solo per le fabbriche di pregio ma anche per quelle improntate all'economia di esecuzione, come nei casi della costruzione di case operaie<sup>10</sup>.

Lo spazio vuoto che garantiva la ventilazione si prestava però anche alla propagazione del fuoco, per tale ragione alcuni regolamenti prescrivevano il riempimento dell'intercapedine con materiali incombustibili; era in ogni caso preferito come presidio contro la propagazione delle fiamme il sistema con ingresso ed uscita dell'aria a livello di piano piuttosto che la soluzione con intercapedine a tutta altezza.

Possiamo ritrovare un'interessante interpretazione del sistema a doppia parete e ad ipocausto, che aveva qualificato le architetture termali romane a partire dal I secolo a.C., nel sistema di riscaldamento e ventilazione adottato intorno al 1860 dalla *Army sanitary commission* degli Stati Uniti per le proprie infermerie da campo<sup>11</sup>.

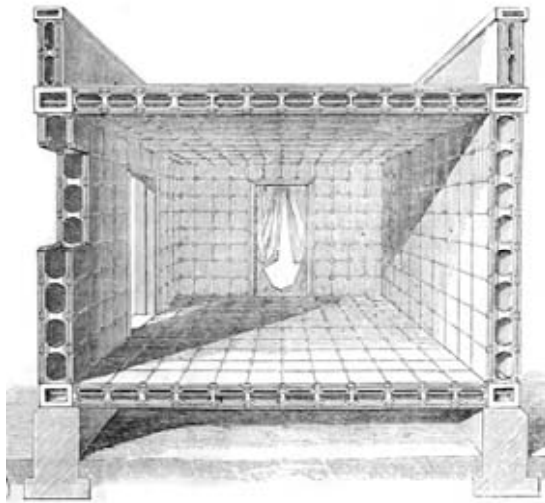


**Fig. 8.18, 19** – (sotto) Sistema ad ipocausto e doppia parete per infermeria da campo. (a destra) Elementi componibili per pavimenti e chiusure verticali (da "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publics").



<sup>10</sup> Détain M., *Murs creux dans les habitations ouvrières*, in "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publics", Paris, vol. XXIII, 1872.

<sup>11</sup> Joly M. E., *Note spéciale sur les ambulances de campagne proposées par le Conseil de l'armée aux États-Unis*, 1870, Parigi.



**Fig. 8.20** - Il sistema costruttivo con solaio e muri ad intercapedine proposto nel 1870 dall'architetto M. Chadwick (da "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publiques")

Queste strutture (Fig. 8.18), costituite da cinque moduli giustapposti realizzati con montanti metallici e pannelli in legno, erano montate su una trincea ricoperta da grandi lastre di pietra. Al di sotto delle lastre erano posti tubi metallici nei quali fluivano i fumi di combustione provenienti da una caldaia posta in corrispondenza del lato corto della tenda, fumi che venivano aspirati da un camino situato sul lato opposto.

Il sistema proposto nel 1870 dall'architetto M. Chadwick, di cui troviamo testimonianza nelle pagine della *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publiques*<sup>12</sup>, rappresenta un'evoluzione del precedente: egli estese l'uso di solai e pareti cave anche per le abitazioni. I fumi di combustione in inverno circolavano direttamente all'interno dell'intercapedine (Fig. 8.19, 20).

Le pareti di delimitazione dell'intercapedine erano realizzate con lastre in ardesia o in cemento giuntate con sistema a scanalatura e linguetta, che avrebbe dovuto garantire una perfetta, ma quanto mai improbabile, tenuta ai fumi.

Gli elementi di collegamento tra le due pareti ed i sostegni delle due superfici che costituivano il solaio erano in ferro o in ghisa. Potevano essere puntuali o continui, in quest'ultimo caso fungevano da elemento portante per il solaio.

La realizzazione di pareti cave, molto diffusa in quel periodo soprattutto per l'edilizia sociale, si sconsigliava tuttavia per alcune tipologie edilizie, come i reparti per malattie infettive degli ospedali, per il pericolo della diffusione dei microrganismi; in questi casi era preferito l'uso di semplici mattoni cavi, che non determinavano canali interconnessi.

#### 8.4 - Le chiusure verticali a setti multipli

##### Le proprietà igieniche

Il dibattito tecnico sull'igienicità delle chiusure verticali a muri multipli forniva tuttavia pareri contrastanti. Gli igienisti erano infatti piuttosto divisi soprattutto sull'opportunità di ventilare o meno l'intercapedine, problematica tutt'oggi attuale.

La ventilazione dell'intercapedine poneva infatti due ordini di problemi, uno di carattere strettamente igienico, l'altro riguardante le possibilità di regolazione della temperatura interna.

Dal punto di vista dell'igiene la ventilazione non era considerata una soluzione opportuna: la temperatura dell'aria si doveva necessariamente mantenere inferiore a quella della parete interna e di quella esterna; in caso contrario, piuttosto che un prosciugamento delle murature si sarebbe ottenuto un inumidimento. L'aria, inoltre, trascinava all'interno dell'intercapedine polveri che col tempo inquinavano lo spazio vuoto e si depositavano, accrescendo il grado di umidità e creando le condizioni ideali per lo sviluppo di batteri e di funghi delle strutture lignee a contatto con la muratura.

<sup>12</sup> Lavezzari E., *Traité pratique du chauffage et ventilation*, op. cit..

Dal punto di vista della regolazione termica alcune soluzioni sembravano dimostrare grandi vantaggi nel caso si scegliesse di non ventilare l'intercapedine: proprio riguardo alla coibenza l'architetto C. Tollet<sup>13</sup> sottolineava come un muro formato da una parete esterna di 25 cm ed una interna di 12 con un'intercapedine di 20 cm equivalesse ad un muro pieno di 80 cm.

Nel caso si volesse ventilare l'intercapedine, per ovviare agli inconvenienti di carattere igienico sopra descritti, si rendevano impermeabili e perfettamente lisce le due facce interne dell'intercapedine e si curava lo smaltimento dell'acqua che si raccoglieva al piede di essa per effetto della condensa. Un esempio di questo sistema a "parete ventilata" ante litteram ci è offerto dal progetto di case d'affitto<sup>14</sup> della fine dell'Ottocento, dell'ingegnere Janssen ad Amburgo. In questo edificio gli strati d'aria erano resi comunicanti dalla cantina al sottotetto, inoltre, gli stessi solai risultavano ventilati ed in comunicazione con l'intercapedine verticale (Fig. 8.21). Particolari accorgimenti erano stati adottati affinché le teste delle travi, poggianti sul muro interno, che per tale ragione risultava più spesso di quello esterno, restassero isolate dalla muratura. Lo strato d'aria era in comunicazione in basso con aperture poste ad una distanza di 2-3 metri l'una dall'altra in corrispondenza del pavimento della cantina, in alto con delle aperture corrispondenti nel sottotetto. Il sistema di ventilazione faceva in modo che in estate l'aria dalla cantina arrivava nel sottotetto, e che in inverno l'aria dal sottotetto scendesse in cantina.

L'economicità della soluzione a doppia parete era uno dei fattori che contribuì notevolmente al diffondersi di tale sistema costruttivo, soprattutto in quelle tipologie che facevano dell'economia di esecuzione e manutenzione una delle loro caratteristiche peculiari.

Inoltre, il sistema a muro doppio, dal punto di vista dell'igiene, aveva altri vantaggi: ad esempio consentiva negli ospedali una sorta di "manutenzione profonda", che, non limitandosi agli strati di finitura superficiale, non comportava una semplice tinteggiatura di pareti e soffitti ma prevedeva la demolizione e il rifacimento periodico della parete interna che poteva assorbire e far sviluppare germi nocivi. La doppia parete consentiva anche di alloggiare al suo interno canne di ventilazione e condutture che, richieste dalle nuove esigenze impiantistiche, se addossate alle pareti diventavano ricettacoli per la polvere.

La manutenzione periodica, come detto in precedenza e come specificato nel paragrafo successivo, era in ogni caso considerata un'operazione indispensabile all'igiene e alla salubrità degli edifici.

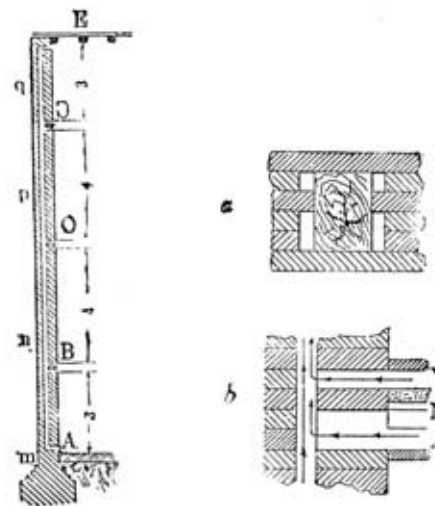


Fig. 8.21 - Il sistema a "parete ventilata" progettato alla fine dell'Ottocento dall'ingegnere Janssen per case d'affitto ad Amburgo. Sezione e particolare dell'appoggio ventilato delle travi in legno (da Spataro).

<sup>13</sup> Tollet C., *De l'assistance publique et des hôpitaux jusq'au XIX siècle. Plan d'un Hôtel-dieu attribué à Philibert Delorme*, Paris, 1889.

<sup>14</sup> *Un progetto per case d'affitto ad Amburgo*, in "L'ingegneria sanitaria", Torino, 1898.

### 8.5 - Manutenzione dell'involucro murario quale presidio della salubrità

La rinnovata sensibilità nei confronti dei materiali da costruzione dimostrata da ingegneri ed architetti, lo sviluppo dell'industria chimica e, non ultime, nel caso di edifici di pregio, le prassi del restauro, condussero, nella seconda metà dell'Ottocento, ad una proliferazione di sistemi per la conservazione degli edifici in tutte le loro parti.

I prodotti innovativi dell'industria chimica cominciarono a far parte delle costruzioni edilizie come additivi per malte, protettivi, impermeabilizzanti, isolanti termici ed acustici ed anche come biocidi.

In alcuni casi, la fascinazione nei confronti delle nuove alchimie fu tale da far considerare superflui ed inutilmente onerosi, semplici ma spesso efficaci, quegli accorgimenti che garantivano il mantenimento delle caratteristiche dei materiali e ne conservavano più a lungo le proprietà.

Diversamente da quanto accade oggi, la manutenzione dell'involucro era considerata indispensabile alla salubrità della fabbrica al punto che nei manuali è possibile ritrovare riferimenti ai presunti tempi di mantenimento dei requisiti igienici non solo di parti strutturali, ma anche delle finiture (Fig. 8.1).

Questa concezione della manutenzione era strettamente collegata a condizioni economiche del tutto differenti da quelle che si vennero ad instaurare a partire dalla metà del XX secolo, quando l'edilizia cominciò la sua trasformazione da attività quasi artigianale ad attività industriale, con l'inversione dei costi dovuti alla manodopera rispetto a quelli dovuti per la fornitura dei materiali.

Lavori oggi irrealizzabili, per il dispendio di manodopera, e che attualmente sarebbero considerati molto più vicini ad un intervento di restauro, si consideravano allora come correnti interventi manutentivi. Venivano addirittura raccomandate puliture, stuccature e scialbature periodiche dei muri esterni, anche con cadenze annuali, in grado di mantenere inalterata la porosità naturale dei materiali ed al tempo stesso l'impermeabilità all'acqua, e di eliminare eventuali incrostazioni e patine biologiche che mantenevano a lungo umidi i paramenti murari. Come esempio significativo tra i sistemi diffusi a fine Ottocento per la pulitura delle facciate degli edifici di pregio, ricordiamo quello che consisteva nello sfregarle con una miscela di soda e calce in polvere disciolta in cloruro di calce o cloruro di ferro; si procedeva quindi a trattare le superfici con una miscela di acido cloridrico o solforico<sup>15</sup> che svolgevano anche un'azione biocida.

In Italia, murature realizzate con pietra da taglio a vista e senza malta di allettamento, al fine di ottenere *il vantaggio di non esporre le pietre alla corrosione per effetto dei sali di tali malte, così come operavano i Greci, i Siculi, e così come si è fatto pel Teatro Massimo di Palermo,*

---

<sup>15</sup> Spataro D., op. cit..

venivano puliti *con lo sfregarli a mezzo di pezzi di arenaria a finissimi pori o col lavarli con acqua e spazzole dure*<sup>16</sup>.

Altri sistemi di protezione dall'umidità meteorica prevedevano: l'applicazione superficiale di smalto o l'impregnazione con catrame per i mattoni, il trattamento con "l'acqua di bario" o con l'acido borico per i calcari, mentre per le pietre porose poteva essere utilizzato il silicato di potassa. Per le pietre calcaree si prevedeva anche una prima spalmatura con solfato d'allumina, una seconda di acido ossalico ed una terza di acqua di bario: con tale procedimento la superficie restava protetta da una pellicola di ossalato d'allumina.

Non di rado i prodotti impermeabilizzanti erano poco igienici, se non tossici; secondo quanto riportato dal già citato ingegnere Francesco Nonnis Marzano, nel suo trattato del 1895<sup>17</sup>, un metodo utilizzato soprattutto a Bologna a protezione dei paramenti murari a vista, realizzati con *l'arenaria poco durevole dell'Appennino*, che garantiva dalla penetrazione dell'umidità, consisteva in una spalmatura di una tinta composta da 0,6 parti in peso di biacca, 0,09 di essenza di trementina e 0,31 d'olio cotto e con l'aggiunta di eventuali sostanze coloranti; della pericolosità collegata all'impiego della biacca di piombo e del saturnismo si è accennato in precedenza e si tratterà in modo specifico successivamente.

Sempre in tema di nocività, dovuta alla presenza di particolari prodotti utilizzati nell'edilizia storica, allora come oggi l'uso di biocidi introduceva sostanze che sappiamo essere dannose anche per l'uomo. A proposito del creosoto, già citato in precedenza come protettivo per il legno, alla fine dell'Ottocento in America e in Germania rientrava nella composizione di una pasta protettiva per pietra a vista formata da calce, creosoto, trementina, e paraffina; questa pasta era spalmata a caldo dopo avere fiammeggiato le superfici lapidee da rivestire<sup>18</sup>.

Per completare il quadro della protezione dei materiali lapidei, si fa brevemente cenno ai metodi adottati in passato soprattutto per l'edilizia monumentale: la *silicatizzazione* e la *fluossilicazione* o *fluatazione*. La *silicatizzazione* proposta da Fuchs già nel 1925 per la protezione degli edifici monumentali aveva provocato uno stato avanzato di degrado in quanto, occludendo del tutto i pori del materiale e variandone le caratteristiche fisiche, provocava il distacco dello strato superficiale su cui era applicata la soluzione e lo sbiancamento della superficie. Per porre rimedio a questi difetti Kulmann propose il metodo della *fluossilicazione* sulle pietre contenenti carbonato di calcio: i *fluossilicati* non provocavano alterazioni cromatiche ed erano più compatibili con il supporto dal punto di vista fisico e meccanico<sup>19</sup>, garantendo

<sup>16</sup> Da Spataro D., *Architettura sanitaria*, Milano, 1908.

<sup>17</sup> Nonnis-Marzano F., *La pratica e la stima dei lavori e delle opere d'arte. L'ingegneria Sanitaria*, Vol. V, Torino, 1895.

<sup>18</sup> Nonnis-Marzano F., op. cit..

<sup>19</sup> "ponendo infatti a contatto col carbonato di calcare il fluossilicato d'allumina si ha subito per reazione il fluoruro d'alluminio nascente in soluzione nell'acqua, il quale agisce sul calcare sviluppando allumina, fluoruro di calcio e acido carbonico. Questo sfugge nell'atmosfera, e gli altri due che sono insolubili nell'acqua, restano fissati nei pori della pietra.

pertanto una protezione nei confronti dell'umidità senza le controindicazioni dei metodi proposti da Füchs.

### 8.6 - La muratura in mattoni crudi ed in “*pietra e tajo*”

#### Materiali e tecniche costruttive “primitive” a ridotto contenuto energetico

La muratura in mattoni crudi, ed in generale l'architettura in terra cruda<sup>20</sup>, come pratica costruttiva consapevole, è attualmente considerata uno degli archetipi della sostenibilità. Questa tecnica povera prevedeva l'uso di materiali presenti *in situ*, pertanto a costo zero o quantomeno ridotto, e non cotti, e pertanto a basso contenuto energetico. Già Vitruvio descriveva due formati di blocchi in terra cruda: il *Pentadoron*, con il lato maggiore di 0,74 metri, e il *Tetradoron* con lato maggiore di 0,60; ma questa tecnica costruttiva non era certamente desueta, se nel 1895 veniva citata nel trattato dell'ingegnere Nonnis-Marzano, che sottolineava come: *le belle prove di questi mattoni, specie nella costruzione di case rustiche, di stalle, ed i muri di cinta o chiudenda, continuano a suffragarne l'applicazione, anche dal lato dell'economia del costo e della facilità di fabbricazione*<sup>21</sup>. L'esperienza diretta che egli possedeva, fornita da molti degli edifici, anche a due elevazioni, presenti a Cagliari e ad Oristano, dimostrava come questi mattoni acquistassero *maggiore resistenza e maggiore compattezza colla maggiore essiccazione che fanno in opera*. La resistenza a compressione era tale che nella cittadina di Assemmini, a pochi chilometri da Cagliari, venivano realizzati anche archi a pieno centro, di tre metri di diametro, nei muri di cinta dei cortili delle abitazioni. La terra utilizzata era quella *vegetale argillosa dei primi strati del suolo* che veniva impastata nelle aie mescolando fusti di paglia che *danno corpo e agevolano l'essiccazione del mattone all'aria e al sole*. I mattoni crudi avevano dimensioni maggiori di quelli cotti, circa 45x22x12 centimetri, e venivano prodotti preferibilmente in primavera quando l'essiccazione lenta impediva la formazione di lesioni. Prima di essere disposti al riparo della pioggia, gli spigoli dei mattoni si regolarizzavano battendoli con una tavoletta di legno o di ferro.

---

[...] I fluossilicati più consigliati all'uopo, pei buoni risultati anche nell'inalterabilità del colore della pietra, essendo essi incolori, e per la tenuità del costo, sono quelli di magnesia, di zinco o d'allumina, e i sali doppi di questi due metalli. [...] I fluossilicati di piombo, di rame, di manganese, si impiegano quando si vuole comunicare alle pietre un colore diverso dal loro naturale.". In Nonnis-Marzano F., *La pratica e la stima dei lavori e delle opere d'arte*, op. cit..

<sup>20</sup> Galdieri E., *Le meraviglie dell'architettura in terra cruda*, Roma, 1982.

Gilbert A., Mattone R. (a cura di), *Terra: incipit vita nova. L'architettura di terra cruda dalle origini al presente*, Torino, 1998.

Sanna A. (a cura di ), *Architetture in terra. Tipologia, tecnologia, progetto*, Cagliari, 1993.

<sup>21</sup> Nonnis-Marzano F., op. cit..

Per gli aspetti di economia e “sostenibilità”, si potrebbe dire che i sistemi costruttivi in mattoni di terra cruda e pisé avevano il loro corrispettivo palermitano nella più volte citata muratura in *pietra e tajo*.

Questo tipo di muratura, sicuramente a basso costo energetico e ambientale, era diffuso a Palermo nel XVII e XVIII<sup>22</sup> secolo, non solo nell'edilizia più povera, ma anche in quella di pregio. I costi erano ulteriormente ridotti dall'uso invalso nel corso del '600 e del '700 della cosiddetta “pietra del locale”, come si ritrova in molte “relazioni di misura e stima”<sup>23</sup> dell'epoca, cioè della pietra derivante dal recupero selettivo del materiale proveniente da demolizioni, ovvero cavata dalla stessa area sulla quale sarebbe sorto l'edificio. D'altra parte, nel corso del XVIII secolo, la consuetudine di intonacare le superfici murarie, consentiva la messa in opera di conci di dimensioni diverse; al problema degli spessori differenti si avviava mediante la realizzazione di fodere che regolarizzavano la superficie (Fig. 8.22, 23).

Questo “trarre da sotto i piedi” le materie prime per la realizzazione di edifici e il riutilizzare materiali recuperati da demolizioni, faceva della muratura palermitana in *pietra e tajo* un sistema rappresentativo di un modo di costruire sostenibile.



Fig. 8.24, 25 – Palazzo Comitini e Palazzo Bonocore nei primi anni del XX secolo.

Il sistema costruttivo aveva dato risultati sorprendenti, testimoniati, ancora nel corso del XX secolo, dallo stato eccellente di alcuni dei più importanti edifici di Palermo, tra i quali palazzo Comitini e Palazzo Bonocore ai Quattro Canti<sup>24</sup> (Fig. 4.24, 25). La possibilità di realizzare muri



Fig. 8.22, 23 – Fodere realizzate con pietrame informe e con conci regolari di piccole dimensioni.

<sup>22</sup> Per una trattazione completa di altri tipi di murature palermitane del XVIII secolo vedi Campisi T., Mutolo S., *Palermo pietra su pietra. Apparecchi murari dell'edilizia settecentesca*, Palermo, 2003.

<sup>23</sup> Le “Relazioni di misura e stima”, nella documentazione attinente al cantiere edilizio palermitano a partire dal XVIII secolo, erano il corrispettivo degli attuali computi metrici estimativi.

<sup>24</sup> Umiltà M., *L'antica tecnica siciliana del muro di “pietra e tajo”*, in “Rivista internazionale di ingegneria sanitaria ed urbanistica”, n. 29-31, Roma, 1937.

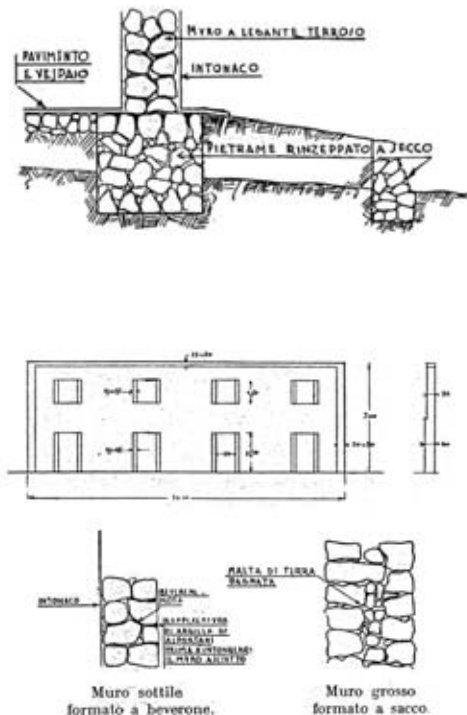


Fig. 8.26 – Muratura in “pietra e tajo” (da Umiltà).

in *pietra e tajo*, venne riproposta tra la prima e la seconda guerra mondiale, in periodo di autarchia<sup>25</sup>. In particolare, sembrò la soluzione ideale per le architetture coloniali dell’Impero Etiope, in cui le condizioni climatiche erano particolarmente favorevoli grazie alla scarsa piovosità. La notevole incidenza dei costi della malta in quei Paesi, rendeva inoltre più evidente l’economicità di tale sistema costruttivo che non prevedeva appunto l’impiego di malta.

In un articolo comparso sulla “Rivista internazionale di ingegneria sanitaria ed urbanistica” del 1937, l’ingegnere palermitano Mario Umiltà illustrava pregi e limitazioni derivanti dall’applicazione della tecnica costruttiva della *pietra e tajo*: questo modo di comporre l’apparecchio murario non differiva molto da quello in malta comune e conci. Alla malta era sostituita un impasto di terra argillosa ed acqua. Le pietre che costituivano l’apparecchio si rinzeppavano attentamente in modo da farle ben poggiare l’una sull’altra.

L’esame degli antichi muri rivela che, in alcuni casi, il riempimento degli interstizi veniva eseguito con un *beverone* di acqua e terra, mentre i giunti dei paramenti venivano lasciati aperti per essere otturati, man mano che questo impasto molto fluido arrivava sulla superficie del paramento, con una rabbocatura di argilla plastica (Fig. 8.26).

Se era prevista l’applicazione di intonaco, non necessitava alcuna speciale lavorazione dei paramenti.

L’intonaco andava steso solo quando il muro era perfettamente asciutto, cosa che poteva richiedere anche alcuni mesi. Ovviamente l’intonaco in calce rappresentava un presidio indispensabile per la buona conservazione del muro. Gli spigoli e gli stipiti erano realizzati con ottima pietra da taglio. Si aveva l’accortezza di salvaguardare in modo particolare la parte sommitale del muro che rappresentava un accesso privilegiato per l’acqua: a tal scopo si poneva sul coronamento una pesante cornice aggettante. Riguardo le sorprendenti caratteristiche meccaniche di queste strutture non erano rari muri che, iniziati con uno spessore variabile tra un metro ed ottanta centimetri, arrivavano al quarto piano con lo spessore di sessanta, sopportando pesanti solai, coperture ed in alcuni casi anche volte a crociera con i loro rinforchi.

I danni che si potevano verificare nei muri in *pietra e tajo* dipendevano in genere da ragioni speciali ed estranee alla struttura: *non sopportano spinte laterali, né eccessiva localizzazione di carichi. Esso poi sussiste in quanto la terra nel suo interno si mantiene asciutta e costipata. La cattiva rabbocatura o la caduta dell’intonaco permettendo l’uscita della terra dal muro sono quindi cause di rapido decadimento, mentre l’assorbimento di umidità, rendendo viscida la terra che contiene, la muta da elemento legante in causa di disfacimento*<sup>26</sup>.

<sup>25</sup> Per l’economia dei materiali da costruzione, in “Rivista internazionale di ingegneria sanitaria ed urbanistica”, n. 29-31, Roma, 1937.

<sup>26</sup> Umiltà M., op. cit..



Nel 1886 apprendiamo che venne avanzata una proposta per la classificazione qualitativa delle murature in tre classi; *l'opera in pietra incerta unita in maggior parte con pasta argillosa* era quella più economica ma anche la più scadente dal punto di vista igienico<sup>27</sup>.

L'umidità era anche una delle principali cause di insalubrità per queste murature, considerate così scadenti dal punto di vista igienico che A. Paternostro nella *Relazione della Commissione consiliare pel Risanamento della Città di Palermo* del 1888, riferendosi ai *catodi* scrive: *Le pareti di questi tuguri, spesso formate di una muratura incerta detta pietra e "tajo", impregnate dall'umidore, che con lenta ma continua azione capillare s'innalza attraverso le mura, non fanno che peggiorare le condizioni di queste topinaje [...] una gran parte delle nostre classi inferiori, dimora nei Catod*<sup>28</sup>.

Oltre a ciò, questo tipo di apparecchio non si prestava all'apertura di nuovi vani. A sottolineare il fatto che tale muratura manteneva discrete proprietà portanti purchè non vi fossero interventi di riconfigurazione che comportavano operazioni come tagli per apertura di vani, un antico detto siciliano sentenziava: *petra e taju, nun mi tuccari ca staju* (pietra e tajo, se non mi tocchi resto in piedi).

Attenuati i difetti costruttivi intrinseci, in termini di qualità e stabilità, i muri in *pietra e tajo* garantivano delle buone prestazioni a costi molto ridotti, l'ingegnere Umiltà, riproponendone l'impiego per le colonie in Etiopia, suggeriva alcuni accorgimenti per una migliore riuscita: limitare il carico a 2,5 kg/cmq; integrare all'impasto di terra argillosa fibre vegetali; nel caso non fosse previsto l'intonaco si consigliava di utilizzare un impasto di buona argilla, ma meno plastico, per listare le commessure esterne, in modo da non far fuoriuscire la terra. Per evitare che l'umidità del suolo potesse risalire attraverso i giunti, rendendo insalubri le abitazioni, le fondazioni venivano realizzate con uno scavo, più largo del muro in elevazione, riempito di pietra a secco ben battuta e inzeppata con scaglie fino al livello del suolo.

## 8.7 - Criteri e tecniche per la difesa dell'edificio contro la pioggia e la neve

### L'intonaco ed i rivestimenti esterni

L'igiene dei muri d'ambito era in primo luogo correlata alla penetrazione dell'acqua dall'esterno: particolare cura era riposta pertanto nella messa in opera di accorgimenti concretizzati da soluzioni differenti, in funzione delle condizioni climatiche e dei materiali locali.

---

<sup>27</sup> Fatta G., *L'intonaco nella tradizione palermitana*, in "Bollettino dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di Palermo", Palermo, 1998.

<sup>28</sup> A. Paternostro, *Relazione della Commissione consiliare pel Risanamento della Città, "Aeramento"*, pag. 16, Palermo 1888.

  
**MINISTERO DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE**  
 DIVISIONE PER I MONUMENTI E LE SCUOLE D'ARTE

Scheda n. \_\_\_\_\_  
 Antiche cave di materiali da costruzione esistenti nel Comune di \_\_\_\_\_  
 in Provincia di \_\_\_\_\_

Materiale \_\_\_\_\_  
 Utilizzazione della cave \_\_\_\_\_  
 Proprietario o economo \_\_\_\_\_  
 Caratteri del materiale e sua durata \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Edifici e ruderi nei quali si trova impiegato \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

di \_\_\_\_\_ app. \_\_\_\_\_

**Fig. 8.27** – Scheda raccolta dati allegata alla Circolare n. 9, del 5 Febbraio 1895 del Ministero dell'Istruzione Pubblica. Antiche cave italiane.

Tra XIX e XX secolo, le realizzazioni e gli studi attenti alle caratteristiche igienico-salubri dei materiali da costruzione avevano ipotizzato che le caratteristiche più importanti per un intonaco esterno fossero l'impermeabilità all'acqua e la permeabilità all'aria. Da ciò la predilezione per gli intonaci preminentemente idraulici, anche nello strato più esterno. Quelli di calce idraulizzata erano preferiti agli intonaci cementizi, che presentavano il problema delle fessure capillari che rendevano permeabile il materiale, inoltre la maggiore porosità manteneva anche una certa permeabilità all'aria dei muri, era pertanto considerato il più idoneo al mantenimento delle condizioni di salubrità ambientale, soprattutto rispetto all'intonaco di malta di cemento che risultava del tutto impermeabile all'aria.

L'istanza di salubrità nei confronti dei materiali per l'edilizia, ed in particolare per gli intonaci, era a tal punto sentita che molti produttori richiedevano presso gli Istituti d'Igiene delle varie Università italiane una certificazione di igienicità per i propri prodotti. Si trattava di una sorta di certificazione di qualità *ante litteram*, relativa non solo agli aspetti di impermeabilità all'acqua e coibenza, ma anche pertinente all'asetticità e ad altri aspetti che oggi definiremmo di biocompatibilità. Riguardo questa attività, l'Istituto d'Igiene di Palermo fu sicuramente uno dei più attivi, tant'è che i risultati delle prove svolte, non solo sui materiali locali, venivano riportati nelle più importanti riviste d'igiene e d'ingegneria sanitaria del tempo.

Alla fine dell'Ottocento, il nuovo interesse "scientifico" nei confronti dei materiali da costruzione ed il gusto tipicamente romantico per l'apparecchio murario a vista fu incoraggiato anche dagli interventi di restauro che si eseguivano in quegli anni su tutto il territorio nazionale.

Questa tendenza, che come vedremo più avanti influenzò anche le modalità di trattamento superficiale degli intonaci e dei rivestimenti esterni, venne sottolineata nel 1895 da un ambizioso progetto del Ministero dell'Istruzione Pubblica: la catalogazione, a livello nazionale, dei materiali lapidei e delle cave che avevano fornito materie prime per la realizzazione dei maggiori monumenti italiani, ciò al fine di realizzare una carta geologica degli edifici monumentali. (Fig. 8.27)

È rilevante sottolineare come, ancora una volta, veniva posta in evidenza la reciprocità tra materia e forma: i materiali locali erano considerati come principi informativi tanto della *fisionomia caratteristica* dell'ambiente costruito, quanto della genesi delle forme decorative. Come risulta evidente, il concetto di *fisionomia caratteristica* richiama quello di "tipologia ambientale", affermato attualmente come uno dei criteri per la sostenibilità: l'ambiente circostante diviene fonte primaria di materia ed energia, determinando così tecniche costruttive e forme caratteristiche specifiche di quel luogo.

*I monumenti di più civiltà, dei quali è così ricco il suolo d'Italia, sono importanti anche per i materiali impiegati nel costruire, nel difendere o nell'abbellire i templi e le necropoli, le*

*strade, gli acquedotti ed ogni edificio capace di divenire monumentale, cioè di tramandare ad altre generazioni ed altre razze un antico ricordo. I materiali costruttivi, sottratti alle condizioni ordinarie di esistenza, rivelano nei monumenti architettonici, oltre alla propria utilità relativa, le limitazioni del trattamento cui si prestano, le cause prime della fisionomia caratteristica di intere città e territori, e la genesi di molte forme decorative. [...] Importa di studiare questi materiali per conoscere i monumenti nei quali si trovano impiegati, per cercare i mezzi più atti a riparare i guasti che subirono, a prevenire gli ulteriori deterioramenti e per tracciare una carta geologica degli edifici monumentali la quale, divisa per età storiche, possa rivelare quelle loro caratteristiche ed analogie che ora sono appena intravedute*<sup>29</sup>.

Pertanto, anche se contemporaneamente si assistette alla diffusione delle cosiddette *pietre artificiali*, delle lastre di cemento variamente trattato, gres, clinker, *pietre di vetro bucate* ed altri materiali impermeabili per il rivestimento delle superfici esterne, il gusto romantico per il materiale lapideo a vista decretò il successo di tutti quei sistemi atti a riprodurre l'aspetto delle pietre naturali attraverso rivestimenti dell'apparecchio murario con lastre ed elementi, anche di notevole spessore, o con particolari lavorazioni degli intonaci.

---

<sup>29</sup> Si riporta di seguito il testo integrale della Circolare.

*Circolare n. 9, del 5 Febbraio 1895 del Ministero dell'Istruzione Pubblica. Antiche cave italiane.*

*I monumenti di più civiltà, dei quali è così ricco il suolo d'Italia, sono importanti anche per i materiali impiegati nel costruire, nel difendere o nell'abbellire i templi e le necropoli, le strade, gli acquedotti ed ogni edificio capace di divenire monumentale, cioè di tramandare ad altre generazioni ed altre razze un antico ricordo. I materiali costruttivi, sottratti alle condizioni ordinarie di esistenza, rivelano nei monumenti architettonici, oltre alla propria utilità relativa, le limitazioni del trattamento cui si prestano, le cause prime della fisionomia caratteristica di intere città e territori, e la genesi di molte forme decorative. Il lavoro dei secoli li riavvicina lentamente a quello stato naturale a cui l'uomo li aveva sottratti, ma al tempo stesso l'azione della natura, quando non sia deleteria, produce sulle opere d'arte le forme più alte del pittoresco, diversificate secondo i materiali impiegati, la loro lavorazione ed esposizione. Importa di studiare questi materiali per conoscere i monumenti nei quali si trovano impiegati, per cercare i mezzi più atti a riparare i guasti che subirono, a prevenire gli ulteriori deterioramenti e per tracciare una carta geologica degli edifici monumentali la quale, divisa per età storiche, possa rivelare quelle loro caratteristiche ed analogie che ora sono appena intravedute. Furono già raccolte, per mezzo dell'Ispettorato del Real Corpo delle miniere, varie indicazioni intorno alle cave italiane che il personale dei distretti minerari ebbe l'opportunità di visitare. Sommate a quelle contenute nei trattati di geologia, di mineralogia ecc., queste indicazioni offrono una base sufficiente per le ricerche ulteriori, ma dimostrano anzitutto la necessità di completare le indagini, estendendole in modo uniforme ad ogni Circondario, Mandamento e Comune del Regno. Perciò questo Ministero si rivolge agli architetti direttori degli Uffici Regionali per la conservazione dei monumenti ed agli Ispettori dei monumenti e scavi, con preghiera di corredare delle notizie riferentisi alle antiche cave italiane le schede corrispondenti al modello qui riprodotto, che verranno fornite a richiesta, e d'inviarle assieme al campione (della misura di centimetri 12x8x3) del materiale tipico estratto da ciascun gruppo di cave. Il nome dei donatori verrà pubblicato nel Bollettino Ufficiale assieme all'elenco delle fotografie delle cave antiche, e dei campioni inviati. Tutte queste notizie ed illustrazioni verranno coordinate e stampate in apposito volume, insieme al risultato degli studi che si stanno compiendo, a cura di questo Ministero, sui marmi orientali e sulle pietre ricavate da antiche cave non italiane.*

Fig. 8.28 – (da “Rivista internazionale di Ingegneria sanitaria e urbanistica”).

Con il cemento idraulico di Casale Monferrato si producevano, per mezzo di stampi, delle pietre artificiali che presentavano resistenza a rottura intorno ai 250 Kg/cm<sup>2</sup>, superiore quindi a quella di molti calcari ma soprattutto meno porose di questi, in più, potevano inoltre essere lavorate con scalpello, il che ne faceva un ottimo materiale anche per le decorazioni.

A Palermo, ad esempio, i fratelli Francesco Paolo e Antonio Li Vigni nel 1901 brevettarono un tipo di finitura *per la imitazione di tutte le pietre tufacee nella decorazione dei prospetti degli edifici*<sup>30</sup>. L'intonaco era costituito da un 40% di grassello e dal 60% di sabbia dolomitica con l'aggiunta di terre coloranti; oltre ad avere tempi di presa molto ridotti, circa trenta ore, era particolarmente apprezzato per le sue caratteristiche igieniche: risultava infatti molto permeabile all'acqua, poteva pertanto essere applicato anche su murature ancora umide, ed era addirittura considerato come intonaco per interni nel caso ci si volesse premunire dagli effetti dell'umidità interna.

Nei primi anni del '900 l'igiene diventò, con l'economia, requisito fondamentale per i materiali da costruzione moderni, ed in particolare per gli intonaci ai quali era demandata la funzione di pelle esterna dell'edificio, e di superficie a diretto contatto con l'ambiente fruito. Così, molto spesso, gli intonaci venivano pubblicizzati facendo uso, ed in alcuni casi abusando, dell'aggettivo igienico e riportando certificazioni ufficiali rilasciate dagli Istituti d'Igiene delle Università Italiane.

Lo stesso intonaco Li Vigni, venne certificato nel 1902 dal direttore dell'Istituto d'Igiene di Palermo professore L. Manfredi: *avendo avuto occasione di esaminare gli intonaci brevettati dei Signori Fratelli Li Vigni imitanti le pietre tufacee che si adoperano nei prospetti delle costruzioni civili ho constatato che essi, oltre a rispondere bene alle esigenze dell'estetica, hanno delle proprietà apprezzabili anche dal punto di vista dell'igiene e cioè: una minore capacità per l'acqua, un maggiore potere evaporante e una più notevole resistenza agli agenti esterni, rispetto alle comuni malte di calce grassa e sabbia di mare o di fiume*<sup>31</sup>.

In Germania, la nascita dell'intonaco Terranova<sup>32</sup> (1893), premiscelato e colorato in pasta, precede di almeno pochi anni il brevetto dei Li Vigni, ma la sua diffusione in Italia si ebbe a partire dal 1932, quando cominciò ad essere prodotto negli stabilimenti Sironi a Milano; tra i vari prodotti della ditta Sironi compare anche l'intonaco *Fibrite*, un intonaco cellulare per liscivatura di interni, *a base di fibretta di amianto già pronto per l'uso in modo da assicurare – con una*

<sup>30</sup> Vedi a tal proposito: Fatta G., *Intonaci a Palermo. Materiali e tecniche costruttive nella tradizione palermitana*, in “Recupero e Conservazione”, nn. 24 e 25, Milano 1998.

<sup>31</sup> Trascrizione da Fatta G., *L'intonaco nella tradizione palermitana*, in “Bollettino dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di Palermo”, Palermo 1998.

<sup>32</sup> Bardelli P. G., Garda E., *L'intonaco Terranova e la poetica razionalista*, in Atti del convegno “Curare il moderno. I modi della tecnologia. Torino, 1999.

*asciugatura sollecita – una omogenea distribuzione di pigmenti amalgamati, difficilmente ottenibile con preparazione di circosanza in cantiere*<sup>33</sup> (Fig. 8.28).

Nel clima di esaltazione che all'inizio del XX secolo coinvolge tutti i nuovi materiali prodotti industrialmente, i prodotti per l'edilizia che tendono ad imitare materiali naturali sono, in molti casi, più apprezzati di quelli che imitano, proprio per le migliori prestazioni igieniche e per i costi ridotti. Anche in questo caso, nel certificato di brevetto del 1894 viene specificato che l'intonaco Terranova consentiva di realizzare superfici che imitano un paramento lapideo.

Il paramento murario a vista era considerato un valore estetico irrinunciabile a tal punto che, pur di mantenerlo, si idearono anche macchinose soluzioni: è il caso dell'*Ospedale d'infezione* di Newcastle (Fig. 8.29), in cui le lastre impermeabili non erano applicate sulla superficie esterna ma nell'intercapedine tra le due pareti che costituivano il muro esterno.

Dovendo in più conciliare le migliori caratteristiche di impermeabilità che gli intonaci idraulici offrivano rispetto ai materiali lapidei naturali con la predilezione coeva per i paramenti a vista, si misero a punto o si ripresero antiche tecniche di mimesi: *quando si vuole dare alla facciata l'aspetto di pietra da taglio, l'impasto si fa sostituendo alla pozzolana l'arena e sfregando poi con strofinacci. Altre volte allo stesso scopo invece di dare il colore o la tinta si spruzzano sull'intonaco delle sabbie*. Questa tecnica, citata ancora nel 1908 dall'ingegnere Donato Spataro, riprendeva quella che a Palermo veniva definita *incantonato* o *spolvero*. La finitura ad *incantonato* consentiva di riprodurre l'aspetto delle diverse pietre locali, in particolare la calcarenite, mediante una spolveratura sull'intonaco fresco di inerte frantumato. Ancora a Palermo, in molti edifici realizzati tra XIX e XX secolo, la volontà imitativa si spingeva a tal punto da far imprimere sulla superficie dell'intonaco ancora fresco, con stampi in negativo, forme di conchiglie ed intrusioni fossili tipiche della calcarenite conchiliare locale. Si otteneva così una superficie ad intonaco che forniva migliori garanzie nei confronti dell'umidità, ma che simulava perfettamente, sia nella grana che nel colore, la più porosa pietra locale. Questo trattamento era applicato esclusivamente ai filari di bugne posti più in basso e quindi più visibili (Fig. 8.31, 32, 33).

Alle stesse esigenze di natura estetica ed igienica rispondeva *l'intonaco a finto mattoncino* ottenuto mediante listature di un impasto con cocchiopesto o con la spolveratura di polvere di mattone molto fine che rendeva idraulico solamente lo strato superficiale dell'intonaco. (Fig. 8.33)

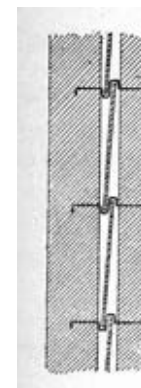


Fig. 8.29 – Lastre impermeabili applicate all'interno dell'intercapedine, Ospedale d'infezione di Newcastle (da Spataro).

<sup>33</sup> Locandina pubblicitaria *Terranova* in "Rivista internazionale di ingegneria sanitaria ed urbanistica, n. 29-31, Roma, 1937.



**Fig. 8.30, 31, 32** – Trattamento superficiale dell'intonaco ad imitazione della calcarenite conciliare in alcuni edifici palermitani.

Un discorso a parte, riguardo le finiture per esterni, merita la scialbatura o *imbiancatura* con latte di calce dei muri esterni.

Questa operazione, finalizzata ad un'azione disinfettante, era talmente consueta e diffusa, non solo per l'edilizia più comune ma anche per quella di pregio, che una Circolare del Ministero dell'Istruzione Pubblica del 14 novembre del 1903, indirizzata ai Prefetti del Regno, invitava questi ultimi a prendere provvedimenti per impedire questa pratica che, richiesta da ragioni igieniche e di pubblico decoro, risultava comunque deturpante.

**Fig. 8.33** – Intonaco a finto mattoncino.



*Circolare n. 76 del Ministero dell'Istruzione Pubblica  
Ai Prefetti del Regno*

*Imbiancatura dei prospetti di case e di edifici pubblici  
Roma, 14 Novembre 1903*

*In tutte le città d'Italia, a determinati periodi, si effettua l'imbiancatura dei prospetti delle case e degli edifici pubblici. Questo provvedimento, richiesto da ragioni igieniche e di pubblico decoro, a cagione del modo col quale viene eseguito non sempre e senza inconvenienti nei riguardi dell'estetica e dell'arte. In fatti, ogni tanto si deplora che edificii veramente artistici o di singolare importanza storica, venerabili per quella bella tinta severa che il tempo vi ha diffuso, siano deturpati da velature di bianco o di altri colori stridenti. Tinte di ogni sorta ed anche intonachi ricoprono talvolta bugnature, fascie, modanature, finestre e porte maestrevolmente intagliate nel marmo; senza nessun rispetto alle ragioni della storia e della bellezza, il pennello dell'imbianchino giunge fino ai modiglioni lavorati, ai cornicioni mirabili di cui vanno superbi molti antichi edificii. È necessario porre rimedio a*

*questi inconvenienti. Ogni città d'Italia può dirsi di per sé un museo, dove il genio degli antenati ha profuso immortali immagini di bellezza; ha il suo carattere particolare, determinato dal lento svolgersi delle tradizioni locali, che serve a farla distinguere da tutte le altre con una impronta di schietta originalità paesana. È nostro dovere conservare intatto il patrimonio che i secoli ci hanno tramandato, e non accomunare in una sola fantasmagoria di tinte chiassose i mille edifici che hanno trovata la loro luce e il loro colore nel tempo. Una balaustra, un balcone, una cornice intagliata, uno stipite graziosamente decorato ridestano gradevoli ricordi nella mente di chi li studia e amorosamente li ricerca: in nessun modo essi debbono essere alterati o sottratti all'ammirazione pubblica. Prego pertanto le SS. LL. di render pubblica questa mia lettera, affinché in ciascun Comune di codesta provincia si cerchi di conciliare i diritti dell'igiene con quelli dell'arte e della storia. Nella maggior parte dei Comuni vigono regolamenti edilizi, i quali contengono disposizioni concernenti l'estetica delle case e delle vie; siano esse fatte osservare rigorosamente e, se non bastano, si prendano altri provvedimenti per togliere lo sconcio più volte lamentato.*  
 Il Ministro Orlando

In generale, nelle città marittime si doveva garantire protezione non solo contro la pioggia ma anche contro il sale depositato dai venti sulle superfici degli edifici. Il sale, per igroscopicità, manteneva umidi i muri ed ostruiva i pori del paramento murario.

*A Palermo per il facile scorrimento delle acque esterne viene usato un rivestimento di mattoni bene smaltati, o si usano tegole o lastre che si pongono in opera come nei tetti<sup>34</sup>.*

In ambito palermitano, per quest'ultima soluzione si è trovato riscontro solo in pochi casi: in particolare venivano utilizzati i *coppi allatinati*, immersi cioè in latte di calce, posti con la concavità verso l'esterno (Fig. 8.34).

Riguardo la prima soluzione, si è trovato diffuso e significativo riscontro in molti edifici palermitani: questo tipo di rivestimento caratterizzava i prospetti anche dal punto di vista estetico. I mattoni smaltati, provenienti spesso da dismissioni di pavimenti diversi, venivano combinati a formare riquadrature e motivi geometrici. Il rivestimento con mattoni smaltati si eseguiva soprattutto sui prospetti esposti a nord o a nord-ovest, direzione predominante delle piogge a Palermo. Questa modalità di finitura impediva, grazie alla superficie perfettamente liscia ed impermeabile, anche l'attecchimento e la proliferazione di incrostazioni biologiche scure, che mantenevano umida la superficie e al contempo ne deturpavano l'aspetto con diffuse macchie scure. Il confronto tra due pareti ugualmente esposte, una semplicemente intonacata, l'altra rivestita di mattoni smaltati, dimostra l'effettiva efficacia del secondo sistema (Fig. 8.35).



Fig. 8.34 – Coppi utilizzati come rivestimento verticale.



Fig. 8.35 – Rivestimento con mattoni smaltati.

<sup>34</sup> Spataro D., op. cit..





Una soluzione più economica, rispetto ai mattoni smaltati, per il rivestimento di pareti esterne, prevedeva l'uso di *mattoni palmari*, con lato di circa 25 centimetri, *tinciuti* (tinteggiati) con malta di calce e cocciopesto. In questo caso, per rendere più impermeabile la superficie, anche le commessure erano stilate con lo stesso tipo di malta. In altri casi, soluzione ancora più economica della precedente, si intonacava direttamente la parete con malta di cocciopesto.

#### **8.7.1 - Influenza del colore dell'intonaco sul benessere termico e sull'illuminazione dei locali interni**

Il tipo di rivestimento ed i colori degli edifici, negli anni a cavallo tra XIX e XX secolo, furono anche oggetto di un dibattito inerente a quali fossero quelli più adatti per garantire opportune condizioni termiche e di illuminazione dei locali interni, influenzando così la definizione cromatica delle città a partire dalla fine dell'Ottocento.

Gli studi del periodo ponevano in evidenza come nei climi freddi fosse opportuno utilizzare intonaci dotati di *un modesto potere assorbente ed emissivo del calore*, mentre nei climi caldi si giudicava opportuno *impedire tale potere*. A tal fine, si sottolineava come nei Paesi caldi da sempre fossero utilizzati intonaci bianchi e lucidi, come quello a *mezzo stucco* palermitano che presentava una superficie molto liscia e talvolta lucente.

Per aumentare il potere riflettente dell'intonaco veniva addirittura proposto l'uso, come rivestimento esterno, di lastre di vetro allettate in malta di calce. Lo svantaggio dei rivestimenti lucidi o chiari era però quello di provocare un riflesso che poteva risultare molesto specie nei Paesi meridionali: *in Roma gli abitanti del lungo Tevere si lamentano della forte irradiazione dei muraglioni rivestiti di travertino; questa proprietà per contro è molto utile nelle strade strette per accrescere la illuminazione*<sup>35</sup>.

#### **8.7.2 - Asciugamento artificiale delle nuove costruzioni e dei muri affetti da umidità**

Oltre all'umidità apportata alle murature dall'esterno, estrema attenzione era rivolta anche all'umidità dovuta all'*acqua di costruzione*, cioè quella impiegata per confezionare la malta, per inumidire mattoni e pietrame, ed anche quella contenuta nel materiale stesso, nei legnami e nelle coloriture ed intonaci; la cosiddetta *acqua di cava* era invece quella presente nelle pietre o in materiali già saturi di umidità recuperati da demolizioni.

Poiché parte dell'acqua contenuta nella muratura si conservava a lungo, in funzione dei tempi di indurimento della malta, quando la costruzione doveva essere finita in breve tempo si preferiva sostituire alla malta di calce, la cui presa avveniva assai lentamente e continuava anche per parecchi mesi, quella di cemento.

---

<sup>35</sup> Spataro D., op. cit.



Fig. 8.36 – (da Griffini).

Il processo di indurimento poteva essere favorito *dal calore e dalla secchezza dell'aria, nonché dall'evaporazione, che sarà tanto maggiore quanto più calda e secca sarà l'aria e minore la grossezza del muro*. Il tempo necessario all'asciugamento di una nuova costruzione, che, come già scritto, veniva indicato dai Regolamenti d'igiene edilizia del tempo, oscillava pertanto tra limiti molto distanti; oltre allo spessore del muro e alla temperatura esterna, era influenzato dall'esposizione del setto stesso e dalla porzione che si considerava, *giacché si asciugano più presto le parti superiori che non le inferiori. Si comprende poi come l'asciugamento avvenga più presto per i muri esterni, esposti alla favorevole azione del vento, che non per gli interni, meno esposti a tale azione ed a quella dei raggi solari. Non si dovrebbe quindi procedere all'intonacatura se non dopo un perfetto asciugamento della muratura greggia, il quale però si può ottenere, fino a un certo punto, artificialmente, sebbene quello spontaneo sia assai. più favorevole alla buona presa della malta*<sup>36</sup>.

Si riteneva anche possibile asciugare artificialmente le murature fresche con fornelli che si trasportavano presso i muri, ma il sistema non era considerato efficace giacché l'acqua che evaporava da una parte del muro si depositava sopra altre parti fredde dell'ambiente aumentandone l'umidità, inoltre difficilmente il calore penetrava profondamente nella muratura, che rimaneva umida. Un risultato più uniforme poteva essere ottenuto, nei casi in cui fosse previsto il riscaldamento centrale, facendo funzionare i caloriferi e lasciando le finestre aperte per qualche mese prima di procedere all'intonacatura.

Un altro metodo prevedeva l'uso di *sali deliquescenti*, in genere cloruro di calce, che, posti in un vaso di terracotta nell'ambiente, ne assorbivano, a detta di chi ne proponeva l'uso, l'umidità anche dai muri.

Per risanare apparecchi murari affetti da umidità si poteva procedere, dopo aver eliminato l'intonaco, scarnificato i giunti in profondità e scaldata la parete, ad abbondanti spalmature di *catrame scaldato con fior di zolfo* e ad un nuovo rivestimento in cemento. Tale costosa operazione consentiva semplicemente di mantenere asciutta la faccia interna del muro ma non arrecava nessun vantaggio dal punto di vista dell'isolamento termico, anzi spostava e allargava la zona umida.

Un accorgimento sicuramente meno costoso, che aveva, ed ha tutt'oggi, larga applicazione, era il *sifone atmosferico monobrancha a movimento automatico continuo* proposto da Knapen<sup>37</sup> nel 1926. Questo sifone era costituito da un tubo in terra cotta porosa, con diametro interno variabile tra 26 e 30 mm e con sezione poligonale ricavata sperimentalmente; i tubi venivano murati con asse inclinato rispetto all'orizzontale per una profondità e ad una distanza

<sup>36</sup> Donghi D., *Manuale dell'Architetto*, op. cit..

<sup>37</sup> Knapen A., *Précis d'hygrométrie du bâtiment*, Parigi, 1926.

dipendente dal tipo di apparecchio murario e dallo spessore del muro stesso.

Quando i *sifoni di Knaben* erano applicati sulla superficie interna del muro era consigliabile fornire i locali da deumidificare di aperture contrapposte per la ventilazione orizzontale differenziale<sup>38</sup> per evitare che l'aria all'interno si saturasse.

Nel caso di nuove costruzioni l'adozione dei sifoni consentiva, a detta delle case produttrici, di abitare le costruzioni subito dopo costruito il tetto poiché le coloriture e gli intonachi si asciugavano in breve tempo e gli odori, che persistevano a lungo nei nuovi fabbricati, sparivano rapidamente.

L'efficacia dei sifoni è stata attualmente ridimensionata, sia come sistema di risanamento, sia nell'ambito del restauro architettonico, poiché la superficie di evaporazione risulta in ogni caso molto ridotta rispetto al volume di muratura da deumidificare.

### 8.9 - Il tetto

Tra i requisiti igienici delle coperture, la protezione dalla pioggia e dalla polvere erano considerati di primaria importanza. Allo stesso tempo si comprendeva però che anche per questo elemento non era auspicabile una completa impermeabilità all'aria e all'acqua della copertura: il vapore d'acqua, penetrato dai locali inferiori nel sottotetto, avrebbe infatti deteriorato le strutture lignee.

Nel più generale dibattito sui materiali salubri, lo studio di sistemi di copertura e materiali che fossero al contempo impermeabili all'acqua di pioggia ed alle intrusioni di polvere, ma permeabili all'aria e all'acqua in fase di vapore, mise a confronto le nuove tecniche costruttive con quelle codificate, i materiali innovativi di produzione industriale con quelli tradizionali.

Il vapore era sottratto dal sottotetto con due sistemi: sfruttando la permeabilità del pacchetto di copertura, ovvero, se questo risultava impermeabile all'aria ed al vapore, per mezzo della ventilazione artificiale del sottotetto attraverso bocche di presa e di espulsione. Quest'ultima soluzione si adottava soprattutto in presenza di manti di copertura metallici, di cartoni catramati da tetto e, in generale, con tutti quei massetti impermeabili prodotti negli ultimi decenni del XIX secolo, che assicuravano un'assoluta impermeabilità nei confronti di aria ed acqua, caratteristica questa che contribuì alla diffusione di alcuni prodotti come soluzioni ideali dal punto di vista igienico. Tra questi materiali, il *legno-cemento*, si produceva con una miscela di *catrame o asfalto, pece nera e zolfo a cui va mischiata della lacca in scaglie o colofonio, in cui la pasta si sottopone per più ore a bollitura nel vapore a quattro atmosfere*<sup>39</sup>, trovò numerose

---

<sup>38</sup> La ventilazione orizzontale differenziale risulta più efficace in quanto necessita di differenze di temperatura ridotte rispetto a quelle necessarie per una ventilazione verticale (14-20 °C).

<sup>39</sup> "L'*Holz-cement* fu inventato da Samuel Häussler in Hirschberg (Slesia), ma il suo nome è improprio, perché esso

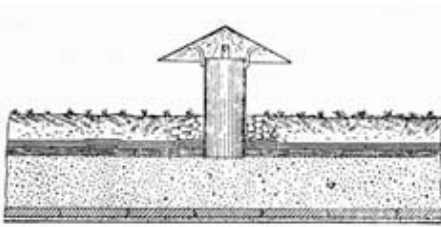


Fig. 8.58 – Copertura con rivestimento erboso dei primi anni del XX secolo (da Spataro).

applicazioni, soprattutto in Germania. Qui la tradizione dei giardini pensili non era mai venuta meno, pertanto, le migliori caratteristiche di impermeabilità dei nuovi prodotti per l'edilizia, brevettati a fine Ottocento, diedero spunto per la realizzazione a costi ridotti di *tetti giardino*. Questo sistema, considerato al contempo igienico ed economico per la protezione termica dei tetti, risultava pertanto adatto all'edilizia per i ceti meno abbienti. Anche nelle coperture metalliche a blanda pendenza la sovrapposizione di uno strato di *lehm*<sup>40</sup> o di argilla, coperta a sua volta con ghiaietta ornamentale e terra da giardino permetteva la creazione di un prato d'erba con funzione di isolamento termico ed acustico. La fiducia dei contemporanei nei confronti dei nuovi impermeabilizzanti era tale che, sempre in Germania, si realizzavano tetti giardino piani su coperture con struttura facilmente deteriorabili, come quelle in legno e cemento (Fig. 8.58). Nonostante oggi vengano riconosciute ai giardini pensili altre importanti funzioni oltre a quelle di coibenza termica ed isolamento acustico, tra le altre anche la regolazione del deflusso delle acque dalle coperture e la riduzione del surriscaldamento in ambito urbano, questi sono considerati una soluzione tutt'altro che economica, contrariamente a quanto avveniva in passato.

In altri tipi di copertura ad elementi impermeabili, tra le tante citiamo quelle con lastre di lavagna o di vetro: le commessure venivano accuratamente sigillate, il più delle volte con malta di cemento, per evitare che la polvere non trattenuta dalle superfici di questi elementi, estremamente lisce per facilitare il deflusso delle acque, penetrasse all'interno.

---

non ha alcuna proprietà idraulica, o di indurimento sott'acqua, ma solo richiama il cemento per la sua resistenza, o durata nell'acqua.

Il legno-cemento è una massa vischiosa, bituminosa, quindi gommosa-minerale o simile a caoutchouc, che col tempo raggiunge una durezza metallica, senza perdere la sua flessibilità. La sua composizione è un segreto di fabbrica; si sa però che esso consiste in catrame o asfalto, pece nera e zolfo a cui va mischiata della lacca in scaglie o colofonio, e la pasta si sottopone per più ore a bollitura nel vapore a quattro atmosfere (o secondo altri nel vuoto). In pratica si dà poi il nome di *holz-cement* allo insieme degli strati di cartoni spalmati di questa pasta.

Il legno cemento viene impiegato a formare tetti piani, o poco inclinati (da 1: 20, fino a 1: 7 e anche 1: 6). Sulle travi disposte orizzontalmente, o quasi, dell'ultimo piano si dispone un tavolato, senza fare sporgere chiodi o altro, sul tavolato si distende uno strato di sabbia e su questo un primo strato di legno-cemento, perfettamente libero, onde il legno sotto possa muoversi in modo indipendente. I rotoli del cartone sono lunghi fino a 90 metri e larghi da 140 a 160 cm., il primo strato di cartone va dalla gronda al comignolo e i rotoli si ricoprono lateralmente per 15 cm., assicurati solo agli angoli con piccoli chiodi; questo primo strato di cartone è privo di rivestimento sia sulla faccia inferiore che nel ricoprimento; e invece vi si cola sopra caldo da apposite caldaie il cemento-legno e vi si strofina con ferri nelle parti che subito vanno coperte col secondo strato di cartone e così poi si distende il terzo o il quarto strato di cartone sempre colando il cemento caldo; su quest'ultimo si distende poi uno strato di sabbia o di humus, o di scorie di carbone o di ghiaietta, o anche un miscuglio di argilla e di *lehm*. La ventilazione delle travi ha luogo con apposito tubo che attraversa gli strati di cartone e tavolato". Traduzione da Emmerich H., *Die Wohnung in Pettenkofer*, Handbuch der Hygiene, Leipzig, 1894.

<sup>40</sup> Argilla formata da quarzo sotto forma di granuli e calcite. Il caratteristico colore giallo o giallo scuro è conferito dall'alta percentuale di ossido di ferro.

Il problema della polvere non si poneva invece per le coperture più comuni in cotto: questa veniva sequestrata all'interno dei pori delle tegole, in tal maniera si riduceva anche la permeabilità all'acqua pur consentendo la possibilità di ventilazione attraverso la tegola stessa. Nel caso non fosse prevista la ventilazione del sottotetto, scongiurata l'intrusione di polvere, era possibile, ed auspicabile nei climi caldi, realizzare un sistema di copertura che garantisse la circolazione dell'aria. Tipico esempio palermitano - che caratterizzava sia l'edilizia più povera che quella di maggior pregio e coniugava leggerezza, economicità e la possibilità di ventilazione attraverso la falda stessa - era quello che prevedeva la posa in opera dei coppi, con la concavità verso l'alto a formare *corridori* (embrici), direttamente sul *serratizzato a distanza*<sup>41</sup> che veniva realizzato con tronchetti di castagno spaccati a metà (*mezzi ginelli*) e posti alla distanza di appoggio dei coppi rivoltati. La copertura priva di tavolato di posa risultava in tal modo perfettamente impermeabile all'acqua ma consentiva allo stesso tempo il flusso dell'aria tra interno ed esterno non in corrispondenza di determinate aperture ma sull'intera superficie coperta (Fig. 8.59).

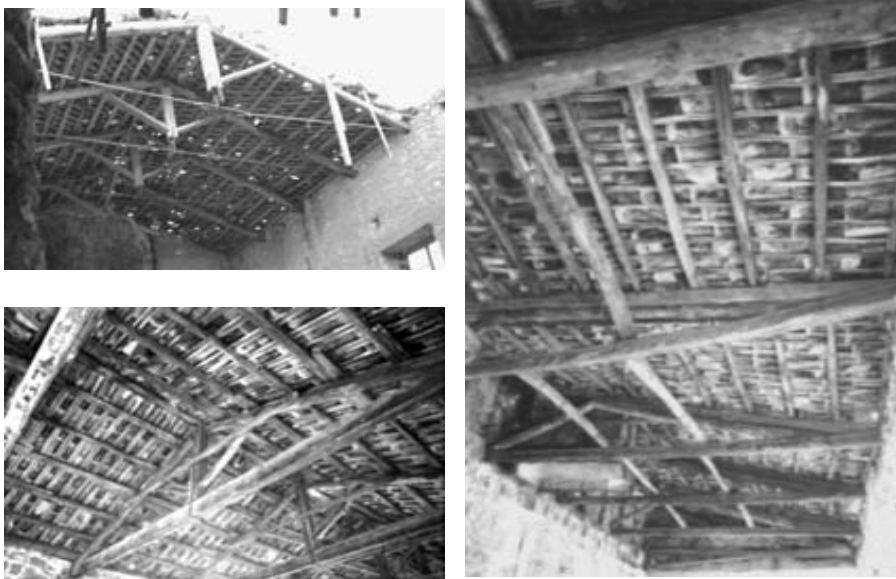
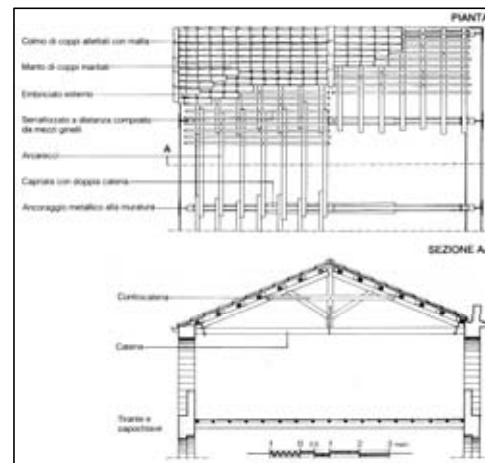


Fig. 8.59 – Coperture con manti di coppi su *inserratizzato a distanza*.



<sup>41</sup> Listelli, in genere di castagno, spaccati a metà e applicati accostati l'un l'altro, da cui la dizione di *serratizzato*.

I manti in cotto presentavano però lo svantaggio che, facendo evaporare molto lentamente l'acqua assorbita d'inverno, mantenevano sempre freddo il locale sottostante; per evitare questo inconveniente nelle coperture e fare in modo che non vi crescessero sopra *le erbe, che con le loro barbille tendevano di più a fenderle e a renderle permeabili all'acqua [...] si usava in Italia di immergere le tegole a coppa in un bagno di latte di calce prime di metterle in opera*<sup>42</sup>.

A Palermo, in alcuni casi, i coppi venivano spalmati con una malta di calce e cocchiopesto, l'*intuffato*, per renderli perfettamente impermeabili all'acqua, successivamente erano imbiancati con calce per evitare che, come suggeriva lo stesso Vitruvio (De Architectura, VII, 4), rigettassero lo strato di base in cocchiopesto.

Ma i coppi venivano *allatinati*, ovvero imbiancati, in latte di calce per perseguire anche altre due finalità: la prima era di impedire non solo lo sviluppo di vegetazione superiore, ma anche la proliferazione di quelle forme di incrostazioni biologiche, molto diffuse nei climi caldo umidi, che mantenevano a lungo l'umidità in superficie; la seconda finalità era quella di conferire alla superficie un colore molto chiaro che riduceva l'assorbimento di radiazione luminosa da parte del manto di copertura.

Un'importante conferma dell'uso del colore bianco della calce in modo consapevolmente "bioclimatico", anche nell'architettura siciliana del '700, viene fornita da una relazione redatta dall'architetto *Gianbattista Vaccarini* nel 1765, in occasione della sistemazione di alcune locande, magazzini e fondaci nel piano di Santa Teresa, odierna piazza Indipendenza, a Palermo. Dalla relazione tecnica consultata si evince come la scelta di alcune coloriture da parte di colti architetti, con lo scopo di migliorare le condizioni di benessere termico negli ambienti, fosse consuetudine costruttiva e regola dell'arte. Viene infatti confermato in modo esplicito l'imbiancatura dei coppi con latte di calce fosse un espediente per mantenere più freschi i locali al di sotto della copertura: *per aver fatto lo copertizzo* (manto di copertura) *di canali nuovi [...] commigliato e scommigliato* (rimesso in opera dopo aver dimesso) *lo copertizzo [...] e rimessoci li canali novi con li vecchi tutti allatinati seu biancheggiati per evitare la calura dillo copertizzo*.

La diffusione in Italia, ed in particolar modo in Sicilia, di sistemi di copertura che favorivano più l'aspetto della *traspirazione* attraverso il manto di copertura piuttosto che quello perfetta impermeabilità, rendeva opportuna la realizzazione di sistemi di controsoffittatura che garantivano un isolamento termico, grazie alla camera d'aria che si veniva a formare e che doveva essere in ogni caso ventilata, ma anche una protezione nei confronti della penetrazione della polvere che, come detto sopra, costituiva l'aspetto negativo delle coperture ad elementi non perfettamente sigillati. Nel *Regolamento edile di Roma* vigente nei primi anni del '900 la realizzazione di controsoffitti era addirittura prescritta anche per ragioni di salubrità: *nei sottotetti*

<sup>42</sup> Spataro D., op. cit.

*abitabili il solaio non dovrà essere costituito dalle nude falde del tetto, ma vi dovrà essere un contrasoffitto. Nello stesso periodo, riguardo la diffusione dei sistemi di impermeabilizzazione delle coperture che non consentivano più la ventilazione attraverso gli interstizi tra gli elementi costituenti il manto di copertura, il Regolamento d'Igiene di Roma prescrive: quando si voglia in tutto o in parte ricoprire di asfalto un edificio destinato ad uso di abitazione, la stratificazione del detto asfalto non può farsi immediatamente nel solaio della sottoposta abitazione, ma sopra un piano che resti separato dal solaio medesimo per l'interposizione di uno spazio libero dell'altezza non minore di cinquanta centimetri e avente i necessari spiragli per numero e ampiezza sufficienti ad un'attiva ventilazione.*

Riguardo i manti di copertura veniva fatta una distinzione a secondo che il sottotetto fosse o meno ventilato: nel primo caso era possibile scegliere anche un manto di copertura impermeabile come il *carton cuoio*, le lastre di asfalto o le lamiere metalliche, nel secondo erano preferiti materiali porosi come il laterizio.

## Capitolo 9

### Le proprietà igieniche degli elementi edilizi nell'ambiente interno

La produzione industriale di alcuni materiali e semilavorati per l'edilizia ed il contemporaneo sviluppo delle reti di comunicazione a livello nazionale e sopranazionale diedero inizio, a partire dalla metà del XIX secolo, a quella che può essere considerata una prima forma di "globalizzazione" delle modalità costruttive, legata all'uso del ferro, del vetro e del cemento.

A questa cultura comune, correlata all'impiego degli stessi materiali, corrispondeva spesso un'indifferenziazione architettonico-costruttiva dei nuovi edifici che difficilmente era in grado di rispondere in modo adeguato alle diverse condizioni ambientali.

Questa circostanza era il risultato dell'applicazione al campo edilizio di considerazioni esclusivamente di carattere economico, come osservava a proposito delle costruzioni in ferro l'architetto francese Jules Garnier nel 1878<sup>1</sup>, che prescindevano spesso dalla cultura del luogo e da specifiche caratteristiche ambientali. Ad esempio, era opinione corrente che le costruzioni in ferro presentassero un'eccessiva *sottigliezza* ed *inconsistenza*, che non consentivano un'adeguata protezione dalle escursioni termiche. Si rimproverava inoltre ai tecnici del tempo di rispondere esclusivamente ad istanze economiche dimensionando quelle sezioni metalliche che, con minimo impiego di materiale, offrivano la maggiore resistenza possibile. Limitandosi così ad adottare i profili che risultavano dalla *pura trattazione teorica*, essi venivano paragonati al primo uomo che eresse una capanna: *si preoccupava forse di costruire secondo un qualche stile? Certamente no, si accontentò di dare ai materiali dimensioni tali da poter essere sufficientemente resistenti*<sup>2</sup>. Questo schietto funzionalismo, sicuramente idoneo alle nuove

---

<sup>1</sup> Garnier J., *Le Fer*, Paris, 1878.

<sup>2</sup> *Depuis quelques années les constructions en fer ont pris une place importante chez les peuples civilisés. Cette innovation s'est produite plutôt sous l'empire de calculs économiques que par l'inspiration de sentiments artistiques. On reproche aux constructions en fer trop de maigreur et de sécheresse; notre œil accoutumé aux formes pleines, moelleuses de nos monuments de pierre qui semblent être plus à notre échelle, demeure souvent froid, en face des formes géométriques des édifices de fer. Mais si l'art n'est pas encore assez intervenu, il faut cependant reconnaître dès aujourd'hui que, sous bien d'autres rapports, le fer, dans les constructions, surpasse la pierre. Quoi de plus hardi, par exemple, de moins épais, de plus aérien, que la plupart des édifices en fer, gares, ponts, halles, etc. Mais, il est vrai, notre œil n'y est pas fait, et nous trouvons mesquin, grêle, ce que nos petits neveux admireront peut-être; et quoiqu'il y ait assurément des règles du beau, il est certain que nos goûts artistiques se modifient souvent selon le milieu dans lequel nous sommes appelés à vivre. On peut d'ailleurs prévoir que nos architectes et nos ingénieurs arriveront à dessiner pour les fers des profils plus en rapport avec les principes de l'art. Ils se sont contentés jusqu'ici de calculer mathématiquement les formes qui, sous le plus faible poids, offrent la plus grande résistance possible, et ils ont*



“attrezzature” urbane ottocentesche, pose immediatamente in evidenza come non fosse possibile prescindere da peculiarità ambientali e culturali che decretavano o meno il successo di alcune soluzioni costruttive rispetto ad altre. I progettisti si ponevano già allora il problema della riproducibilità di modelli e soluzioni costruttive già consolidate in altri Paesi.

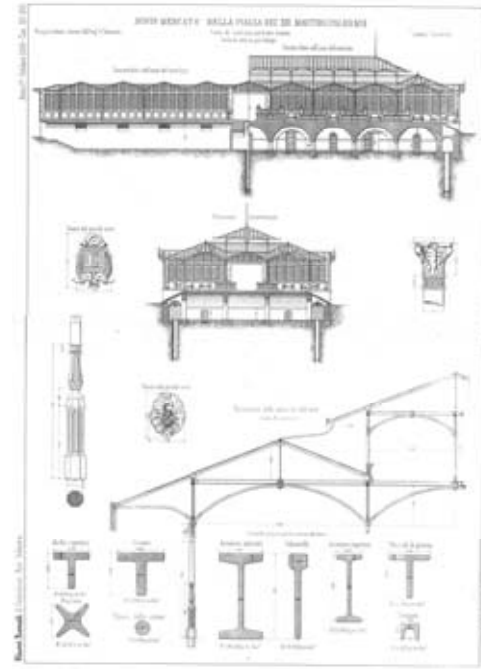
Si cita un caso significativo per tutti: nel 1869, l'architetto palermitano Giuseppe Damiani Almeyda<sup>3</sup>, di cui si è scritto in precedenza riguardo al Politeama di Palermo, si ispirò per il nuovo mercato ittico da costruirsi in prossimità del porto ad un altro mercato parigino dell'epoca; egli aveva però sottovalutato, oltre alle peculiarità culturali, quelle climatiche che avrebbero decretato l'insuccesso, l'abbandono ed infine la demolizione di questa struttura (Fig. 9.1). L'edificio, molto apprezzato quale dimostrazione delle potenzialità delle strutture in ferro, aveva suscitato allo stesso tempo numerose critiche da parte dei contemporanei: l'architetto Enrico Salemi evidenziava come i costi elevati del ferro rispetto a quelli della pietra locale e la difficoltà di garantire adeguate condizioni termiche, sia in estate che in inverno, rendevano il sistema costruttivo adottato da Damiani sicuramente *alla moda*, ma assolutamente non conveniente né dal punto di vista economico né per l'igiene:

*[...] Abbondando di ferro e di cristallo ed avendone esteso l'applicazione alla copertura di vaste stazioni e di palazzi di esposizione, gl'inglesi 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 zinco 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*

*judicieusement appliqué les profils que leur donnait ainsi la théorie; ils ressemblent au premier homme qui éleve la première hutte. S'occupait-il alors d'un style quelconque? Non, certes, il se contenta de donner à ses matériaux des dimensions suffisamment résistantes et tout fut dit; c'est plus tard, que les nations aspirèrent au beau; l'artisan se fit artiste, les pierres, sous l'inspiration de ses rêves, se modelèrent, et leur superposition se produisit suivant des lois qui furent si bien reconnues pour fournir les types de la beauté architecturale que, de ces types, on a fait les divers styles que nous admirons, que nous imitons...et ne dépassons pas. Peut-être resterons-nous pendant un certain temps rivés aux formes sèches que nous fournit le seul raisonnement, mais il viendra quelque homme de génie qui saura assouplir aux belles formes les futures construction en fer.*

*Une voie nouvelle est ouverte, croyons-nous, devant l'architecture moderne; nous nous plaignons de la stérilité architecturale de notre siècle, peut-être nous parlons en aveugles, et sommes-nous au début d'un genre merveilleux, s'il en fut, l'architecture de fer. In Garnier J., Le Fer, Paris, 1878.*

<sup>3</sup> Mercato coperto nella piazza XIII Martiri in Palermo, in “Nuovi Annali di Costruzioni, Arti, Industrie”, Palermo, agosto 1869.



**Fig. 9.1** – Progetto di mercato del pesce del 1869 dell'architetto palermitano Giuseppe Damiani Almeyda (da “Nuovi Annali”).

*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<sup>4</sup>.*

Un altro interessante spunto di riflessione sul tema della riproposizione pedissequa di sistemi costruttivi, materiali e forme tratte da aree geografiche diverse viene fornito dall'architettura coloniale ottocentesca. In alcuni casi sistemi costruttivi, e spesso anche materiali e semilavorati, della madrepatria erano chiamati ad interpretare tipologie caratteristiche delle Colonie; in altri, con materiali locali si rivisitavano invece modelli di importazione perché questi potessero meglio rispondere a specifiche esigenze ambientali.

In questo capitolo si analizza come, anche nel caso degli elementi edilizi a contatto con l'ambiente interno, tra XIX e XX secolo, il confronto tra tecniche tradizionali e quelle "innovative", in particolare l'uso del ferro, si specializzò anche sul piano delle qualità igieniche, oltre che su quello economico.

Si farà riferimento alle necessità espresse dai progettisti, in particolare quelli palermitani, di giudicare alcune soluzioni costruttive "industriali" in rapporto all'istanza igienica e di come adeguarono l'uso di materiali e tecniche tradizionali alle nuove esigenze di salubrità.

La ricchezza e la specificità di soluzioni costruttive, caratterizzante la produzione edilizia di quegli anni, consentì il raggiungimento di un livello di qualità del costruito che, dopo i due conflitti mondiali e per l'urgenza della ricostruzione, non poteva più essere mantenuto come obiettivo primario. L'odierna attenzione nei confronti dei materiali e delle tecniche costruttive locali, come patrimonio inesauribile di suggerimenti per un costruire sostenibile e "sano", dà oggi nuovo valore proprio alla produzione edilizia tra XIX e XX secolo in cui, forse per l'ultima volta, i materiali caratteristici delle diverse tradizioni costruttive furono utilizzati con quella consapevolezza conseguente all'applicazione delle regole dell'arte e con quella scrupolosità derivante dagli studi che ne ponevano in evidenza proprio le specifiche qualità igienico-salubri.

---

<sup>4</sup> *Applicazione di un sistema di costruzione mista in pietra ed in ferro nei mercati*, in "Nuovi Annali di Costruzioni, Arti, Industrie", Palermo, ottobre 1872.

## 9.1 – Gli orizzontamenti.

### I nuovi sistemi costruttivi a servizio dell'igiene

In un periodo di forte speculazione edilizia, come quello che accompagnò lo sviluppo industriale di fine '800, minimizzare gli spessori dei solai consentiva sicuramente di realizzare un maggior numero di piani pur rispettando le altezze minime di luce libera imposte dai regolamenti edilizi; la fortuna e la diffusione dei solai in ferro, e successivamente di quelli latero-cementizi, aveva anche delle motivazioni di carattere igienico: permettevano infatti la riduzione dello spessore del solaio e quindi, a parità di interpiano, un volume maggiore di aria disponibile<sup>5</sup>.

Al contrario i solai in legno non si confacevano ai precetti dell'igiene sia per la permeabilità all'aria, che consentiva il passaggio del *venefico acido carbonico* da un ambiente a quello soprastante, sia per il convincimento generale che microrganismi temibili, in particolare quelli della tubercolosi, potessero svilupparsi con facilità nel legno e permanervi a lungo. Per isolare ambienti sovrapposti, al di sotto del solaio si realizzava un controsoffitto, in tal caso si raccomandava di attendere la completa asciugatura dell'acqua di costruzione prima di iniziare la posa in opera. Era anche opportuno ventilare la camera d'aria che si veniva a creare e riscaldarla facendo passare all'interno di essa i tubi dell'impianto di riscaldamento in modo da favorire anche l'evaporazione dell'acqua penetrata accidentalmente.

#### 9.1.1 - Caratteristiche igieniche degli orizzontamenti

Se, come già detto, si riteneva che le strutture che costituivano l'involucro dell'edificio dovessero garantire una qualche permeabilità all'aria, ciò risultava dannoso per gli orizzontamenti piani ed i tramezzi interni: l'esigenza era infatti quella di impedire che l'aria contaminata da un ambiente si trasferisse in quelli contigui.

L'esame dei più comuni sistemi costruttivi, adottati in Italia e all'estero, faceva maggiormente apprezzare le caratteristiche di quelle soluzioni in grado di garantire un'adeguata impermeabilità ad aria ed acqua. Il particolare apprezzamento degli igienisti per i materiali impermeabili decretò la diffusione degli orizzontamenti ad orditura metallica, e, in alcuni casi, anche il ritorno ai sistemi voltati, considerati più economici dei solai in ferro e più igienici di quelli in legno.

In particolare, nella Sicilia della seconda metà dell'Ottocento, l'impiego del ferro nel campo dell'edilizia non poteva considerarsi diffuso a causa delle difficoltà di trasporto e dei costi elevati delle materie prime. Le fonderie e le ferriere presenti a Palermo<sup>6</sup>, d'altra parte, si limitavano ad una produzione di tipo artigianale del tutto inadeguata alla lavorazione del ferro per uso

---

<sup>5</sup> Fatta G., Bellomo V., *I solai tradizionali ad orditura metallica*, Palermo, 1996.

<sup>6</sup> Fatta G., Ruggieri Tricoli M. C., *Palermo nell' "età del ferro" – Architettura – Tecnica – Rinnovamento*, Palermo, 1983.

edilizio<sup>7</sup>. Per tale ragione la realizzazione di orizzontamenti su volte, ed in particolare su volte *realine*<sup>8</sup> divenne, come vedremo, prassi costruttiva nella Palermo tra XIX e XX secolo, consuetudine che concretizzava la duplice istanza di economia ed igiene.

I solai ed i tramezzi dovevano nondimeno possedere, oltre a quelli sopraccennati, i seguenti *requisiti igienici*<sup>9</sup>:

1. *non trasmettere attraverso di essi l'aria possibilmente infetta dei locali che dividono;*
2. *non causare ristagni d'aria, né offrire superfici esterne capaci di dar ricetto a microrganismi;*
3. *non essere formati di materiali dotati di igroscopicità e non essere permeabili all'acqua;*
4. *non essere buoni conduttori di calore;*
5. *non essere buoni conduttori di suono;*
6. *non essere causa di pulviscolo nelle abitazioni;*
7. *non offrire ai germi e alle muffe un buon terreno di sviluppo;*
8. *non permettere il deterioramento del materiale impiegatovi;*
9. *essere incombustibili.*

Il problema dei solai e dei tramezzi permeabili, in particolare quelli in legno, si pose soprattutto con la diffusione dei sistemi di riscaldamento che in inverno creavano notevoli differenze di temperatura tra ambienti confinanti, promovendo così flussi d'aria attraverso gli interstizi nei solai.

L'aria poteva possedere autonomamente una carica batterica, ovvero contaminarsi passando attraverso gli strati degli elementi divisorii eventualmente inquinati. Da queste considerazioni, e dal fatto che in realtà i materiali per l'edilizia quasi mai presentavano una permeabilità all'aria nulla, derivava l'interesse da parte dei tecnici e dell'industria nei confronti delle vernici in grado di rendere impermeabile qualsiasi superficie, argomento che sarà in seguito trattato in modo puntuale.

Ritornando al problema dei materiali contaminati, si riteneva che l'inquinamento dell'aria della casa a causa delle esalazioni prodotte dallo strato di tercisato fosse uno dei maggiori

---

<sup>7</sup> Per tutta la seconda metà dell'Ottocento il ferro destinato all'uso edilizio, proveniva soprattutto dal Belgio e dall'Inghilterra. Dalla Francia venivano importati, oltre a semi-lavorati, anche strutture complete per la realizzazione di complementi per l'edilizia, serre, giardini d'inverno, lucernari, proposti come tipi adattabili ai più svariati contesti.

<sup>8</sup> Le volte *realine* erano realizzate con tre fogli di mattoni pantofali, mattoni prodotti a Palermo, di dimensioni 11x23x1,5 cm.

<sup>9</sup> Spataro D., op. cit.

pericoli d'infezione. Le analisi microbiologiche evidenziavano infatti come i materiali di riempimento dei muri divisorii e dei solai risultavano addirittura più inquinati del terreno in prossimità di pozzi neri e fognature; ciò dipendeva dalle sconessioni presenti tra gli elementi della pavimentazione che consentivano all'acqua di lavatura di percolare attraverso i vari strati portando all'interno batteri presenti sulla superficie e mantenendo allo stesso tempo condizioni ideali per il loro sviluppo.

Ma i materiali di riempimento potevano anche essere inquinati all'origine. Difatti, ancora nei primi decenni del Novecento era invalsa l'abitudine di utilizzare per le nuove costruzioni tutti i materiali recuperabili provenienti dalle demolizioni, in quel periodo quanto mai frequenti perché rese necessarie dai programmi di risanamento urbano che prevedevano il diradamento ed in alcuni casi l'inserimento all'interno del tessuto consolidato di nuove attrezzature. Queste operazioni mettevano a disposizione grandi quantità di materiali che certamente non finivano a discarica e venivano riutilizzati, in maniera industriosa e versatile, oltre che magari improntata ad un riuso per così dire "cannibale", dai nuovi edifici che non facevano altro che dare una nuova forma alla materia presente *in situ*<sup>10</sup>. I calcinacci, che in molti casi presentavano un'elevata percentuale di materia organica ed erano altamente inquinati dagli usi precedenti, venivano invece impiegati come riempimento, a danno della pretesa salubrità dei nuovi edifici. Studi svolti in quegli anni avevano dimostrato la presenza nei materiali derivanti da demolizioni dei *germi del tifo addominale*, il *bacillo del tetano*, quello dell'*edema maligno* e di altri: *si hanno esempi di case ove si ripetono infezioni di tifo, di differite di scorbutto, di polmonite, di erisipela, di cancro, infezioni a cui non devono essere estranee le coperture, infezioni talvolta non più ripetute dopo la ricostruzione di solai e pavimenti*<sup>11</sup>.

Il materiale di riempimento ed ogni altro riciclato, pertanto, doveva essere reso asettico attraverso un eventuale processo di torrefazione ottenuto con apposite stufe (Fig. 9.2): i detriti venivano fatti passare sopra una lamina di ferro arroventata, oppure posti entro un cilindro di ferro a doppia parete, disposto con l'asse inclinato. Nel cilindro interno era posta una coclea rotante: fra le due pareti passavano i prodotti della combustione di un focolare; il materiale,

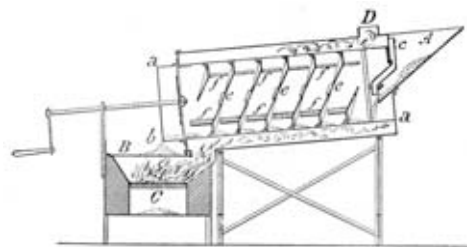


Fig. 9.2 – stufa per la torrefazione dei materiali di riempimento (da Pagliani).

<sup>10</sup> I materiali provenienti dalle demolizioni di edifici esistenti erano oggetto di appositi contratti che ne regolavano l'uso da parte degli appaltatori di nuove costruzioni. È il caso del contratto di appalto per la costruzione delle prime case per operai a Palermo. L'imprenditore Onofrio Napoli presenta nel 1866 un'offerta che ha per base *impiegare i materiali della demolizione delle case agli Aragonesi nella costruzione delle case al Noviziato*. Vedi *Relazione al Consiglio Comunale sopra un'offerta relativa alla costruzione delle case per gli operai al Noviziato*, Palermo, 1866.

<sup>11</sup> Gli studi di fine secolo mettono in evidenza le pessime qualità igieniche dei materiali destinati al riempimento di solai e divisorii verticali: *Emmerich ha trovato nel materiale di riempimento i cocchi della pneumonite (1882), Birch-Hirschfeld i germi del tifo addominale (1884) Hueppe il bacillus coli communis, Bonome, Emmerich e altri il bacillo del tetano, Rullmann quello dello edema maligno, Uptadel un germe aerobio patogeno per gli animali*. Vedi a tal proposito Spataro D., op. cit.

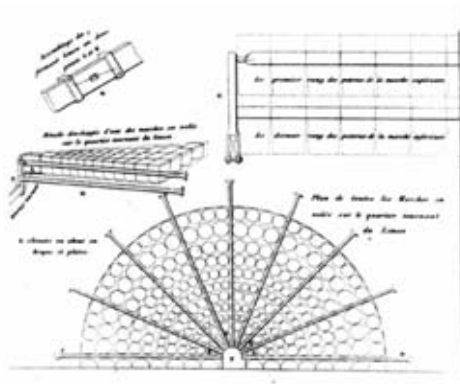


Fig. 9.3 – Scala con tubi fittili (da Eck).



Fig. 9.4 –Mattone *pantofalo* con cui venivano realizzate le *volte realine*.

cadendo sulla coclea, veniva *arrostito* e trasferito dalla bocca inferiore del cilindro su una piastra di ferro, sotto cui stava il focolare.

Inoltre il materiale di riempimento doveva mantenersi non inquinato sigillando accuratamente le commessure della pavimentazione, preferendo ai solai in legno, che per la loro elasticità davano luogo a sconnessioni tra gli elementi di pavimentazione, i solai in ferro. Tra i materiali di riempimento, si sceglievano quelli asettici per loro stessa natura: tra questi era raccomandata la sabbia e la lana di scorie entrambe derivate dagli scarti d'altoforno che però producevano, soprattutto se sottoposte all'azione di carichi, una polvere sottile, vetrosa e tagliente che poteva provocare danni agli occhi ed ai polmoni se gli strati che la contenevano non erano ben isolati<sup>12</sup>.

### 9.1.2 - Le volte

I sistemi di orizzontamento voltati vennero rivalutati dagli studi degli igienisti proprio per le loro caratteristiche di solidità, ridotta deformabilità, incombustibilità, e coibenza termica. Quest'ultima caratteristica era garantita dalla presenza di *controvoltine* che creavano una camera d'aria, o dall'uso di tubi fittili - soluzione adottata anche dall'architetto G. B. F. Basile nella costruzione del Teatro Massimo, ultimato nel 1897 (Fig. 9.3) - che garantiva una buona resistenza al fuoco<sup>13</sup>.

Come accennato in precedenza, a Palermo nello stesso periodo erano largamente utilizzate le cosiddette *volte realine* realizzate con tre fogli di *mattoni pantofali*<sup>14</sup> (Fig. 9.4) posti in opera con pasta di gesso. Le *volte realine* erano considerate rispondenti ai precetti igienici sia per l'esigua quantità di materiale di riempimento necessario, grazie alla presenza delle *controvoltine*, che per la notevole rigidezza. Ciò permetteva la posa in opera di elementi di pavimentazione di grandi dimensioni evitando il prodursi di lesioni e riducendo anche il numero di fughe. Queste volte risultavano anche abbastanza economiche: l'uso del gesso consentiva una considerevole riduzione dei tempi di realizzazione, inoltre venivano impiegati materiali locali a basso costo.

In un interessante articolo del 1872<sup>15</sup> l'architetto palermitano Enrico Salemi illustrava i vantaggi ottenibili con l'uso di quelle che chiamava *volte cementizie*. Salemi, descrivendone accuratamente il sistema costruttivo, ne metteva in evidenza l'igienicità e l'economicità. Le volte

<sup>12</sup> Tra gli altri materiali di riempimento comunemente impiegati per le loro caratteristiche antisettiche, che ritroviamo citati nella letteratura di fine '800, sono presenti la *torba calcinata*, prodotta facendo assorbire alla torba del latte di calce, la *farina fossile* o *terra d'infusori* ed i cascami di sughero.

<sup>13</sup> Fatta G., *La fabbrica del teatro Massimo*, in "Bollettino dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di Palermo", n. 1, 1993.

<sup>14</sup> Mattone di produzione palermitana, di dimensioni 11x23x1,5 cm.

<sup>15</sup> Sulla costruzione del palazzo del Barone de Ponti nella via Bentivegna a Palermo vedi Salemi E., *Sulle volte cementizie*, "Nuovi Annali di Costruzioni, Arti ed Industrie di Sicilia", Palermo, Marzo 1872.

*realine* risultavano più economiche, per la rapidità di realizzazione e per i minori costi del gesso proveniente da Villafraati, paese a 22 miglia da Palermo, e dei mattoni di Castelvetro, rispetto ai più costosi solai in legno: in quegli anni il prezzo del legname e delle *canne da stuoiate*, stuoie di canne intrecciate, utilizzate per realizzare controsoffitti, era particolarmente elevato. Il risparmio, secondo quanto calcolato dallo stesso Salemi, in definitiva poteva ammontare anche al 50%, considerando anche il fatto che la superficie di intradosso delle volte si presentava ben definita e pronta per ricevere direttamente il rivestimento di intonaco.

Come scriveva l'architetto: *nel secolo nostro utilitario spero che vorranno essere apprezzati gli sforzi coi quali ho cercato conciliare la stabilità all'economia*<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> [...] L'uso delle volte di mattoni disposti a foglia con malta di gesso dette cementizie non è punto nuovo basterà ricordare in Roma le volte del Panteon, de' templi della Pace, di Venere e di Minerva Medicea e la navata principale del Vaticano.

*In Palermo era molto in voga questo sistema di costruzione verso il principio di questo secolo; ma siasi che a causa della distanza delle cave e della mancanza di strade si trascurasse di adoperare sempre il gesso appena uscito dalla fornace; siasi per la frequente e copiosa lavatura dei pavimenti costruiti in quadrelli mal cementati che costumavasi prima che si fosse generalizzato appo noi l'uso dei quadrelli smaltati; siasi che de' costruttori imprudenti le avessero edificate con poca saetta o con iscarsi o cattivi materiali; accadde che la caduta improvvisa di talune volte discreditasse in Palermo questo genere di costruzione.*

*Dopo mezzo secolo d'interruzione però vedendo ancora reggersi intatte non poche volte costruite in quel tempo, convinti che la cattiva costruzione o lo abuso dell'acqua aveano solo potuto cagionare i danni deplorati, abbiamo ripreso coraggio e siamo ritornati ad un sistema che presenta tanti vantaggi. Ed in vero nella nostra città, ove il legname e le canne da stuoiate sono così care, la differenza di spesa tra un solaio di travi di castagno con tavolatura di abete ed una volta sotto di centine di pioppo e stuoiate, come ordinariamente si usa presso noi; ed una volta di mattoni a tre foglie cementata in gesso con controvele su cui poggia direttamente il pavimento della stanza superiore, è tale da non trascurarsi; potendosi calcolare ad oltre 50 per 100. Si aggiunga la incombustibilità e la rigidità dei pavimenti, la minore spessore occupata dalla volta a vantaggio dell'altezza delle stanze, e si vedrà che non senza ragione ci siamo impegnati a ritornare in voga un materiale così prezioso. Però nel ritornarci abbiamo procurato di evitare tutti quei pericoli che potrebbero per nostra colpa tornarli in discredito. Abbiamo eliminato questa specie di volte dagli ultimi piani ove potrebbero esser soggette ad infiltrazioni eventuali di acque dai tetti ed ove non recherebbero molta economia non dovendo sostenere pavimenti. Li abbiamo eliminato dai suoli di cucine, lavatoi, latrine ed ovunque si faccia uso abbondante di acqua. Abbiamo limitato la saetta delle volte a non meno di un quarto della corda. Abbiamo lasciato scorrere un certo intervallo prima di rivestirlo. Per evitare poi le macchie che osservavansi nello intonaco di queste volte, cagionate dallo impiego dell'acqua salsa del mare nei nostri laterizi, si è disteso, prima dello intonaco, una vernice di cera vergine, olio e litargio, e si è andata ricoprendo d'intonaco prima che si raffreddasse. Non essendo ancor sicuro della riuscita di quel sistema io ho ritirato da Castelvetro città posta a discreta distanza dal mare, quei mattoni che abbisognavano per la foglia che forma intradosso delle volte della casa del signor Barone de Ponti, onde esser sicuro che non fossero manifatturati con acqua di mare. Dettaglierò adesso il sistema impiegato per la costruzione delle volte che sostengono i pavimenti dei due piani della casa del signor Barone de Ponti. Il pianterreno occupato da un largo androne per carrozze e da varie botteghe è stato coperto da volte a botte ellittiche nel prospetto più lungo e da volte a crociera nel prospetto più breve onde la bottega in angolo e le due in seguito riunite per mezzo di due grandi arcate potessero separarsi o congiungersi secondo la richiesta. Il primo piano è stato coperto da volte a schifo. Le centine di salde tavole di pioppo a 2 foglie a distanza di infra un metro l'una dall'altra venivano sostenute da colonne di legname di cui la cima si appoggiava alle pareti e la base riposava su di una lunga trave distesa in piedi delle pareti medesime a distanza di circa 10 centimetri. Dei regoli di tavola di abete a grossezza di due centimetri e larghi da 5 a 7 centimetri secondo la distanza delle centine venivano posati su di queste; distando tra loro quanto richiedeva perché un mattone disposto per la sua larghezza di centimetri 12 potesse abbracciare il centro di due regoli. Ogni*

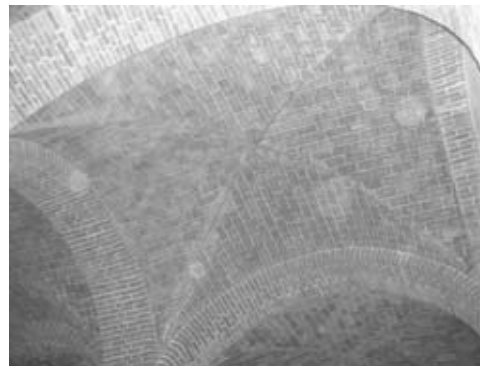


Fig. 9.5, 6 – Volte recline a tre foglie..



murifabro era servito da un ragazzo che portava acqua, gesso e mattoni ed innaffiava i mattoni stessi e da un manuale che impastava il gesso coll'acqua in un trugolo e quindi ne rivestiva i tagli della prima foglia di mattoni e li porgeva al murifabro che li andava disponendo sulla centinatura tagliando i mattoni ai punti d'intersezione delle volte a crociera o a schifo colla martellina Avanzatasi così la prima foglia per la lunghezza di circa due metri e la larghezza di circa 60 centimetri si cominciava a distendere la seconda e la terza foglia di mattoni che il manuale porgeva dopo averne rivestito una superficie con gesso a ribocco. Il murifabro ricevendo il mattone ne posava sulla foglia precedente la superficie coperta di malta, freccandovela un pezzo onde la malta sgizzasse da ogni parte fra le connesure; badando che le giunture si alternassero tanto in lunghezza che in larghezza e togliendo le sbavature del gesso nella superficie superiore. Siccome le mura di questa casa non si elevavano in totale a più di m. 12 furono costruite di un tufo calcareo tenero (delle cave dell'Acquasanta) che si trova a poca distanza dalla città e della spessorezza di m. 0,48 al pianterreno e di 0,35 agli altri due piani. Il tagliare delle mura così sottili da due aspetti per incastrarvi il piede delle volte e lo impostarli sopra pietra più o meno friabile sarebbe stato poco prudente. Nella costruzione quindi di quei muri si pensò di far correre a m. 0,50 circa dal piede delle volte, per tutte le pareti ove impostavano, un filare di conci più tenaci (delle cave dell'Aspra) della spessorezza di m. 0,25 sporgenti m. 0,08. dalla parete. Finita la costruzione della volta questo filare di conci veniva intagliato, per seguirne il contorno, che continuavasi per i m. 0,25, sottostanti, sino ad incontrare la parete, con una fodera di frantumi di pietra e malta ordinaria. Un riempimento di frantumi di pietre e mattoni e di gesso eseguivasi poi sopra il suddetto filare di conci tra la volta e la parete per rinfiancarla. In tal guisa assicuravasi la stabilità della volta impiantandola sopra base solida senza tormentare le mura che doveano sorreggerla e ciò si faceva senza accrescerne la spesa; mentre i m. 0,50 di sviluppo che si risparmiavano in giro a tutto il piede della volta diminuivano la superficie di volta a pagarsi, sufficientemente per indennizzare il maggior costo della pietra e la fodera sottostante. Per ottenere sullo estradosso una superficie piana che potesse ricevere il pavimento si eseguivano delle controvele. A sostegno di queste elevavansi dei muretti di lastre di calcareo tenero (delle cave dell'Acquasanta) della spessorezza di metri 0,10 circa ed a distanza di m. 1,20 a m. 1,50, l'uno dall'altro; cercando di farne succedere uno dinanzi ciascun vano per offrire la maggior resistenza nel sito di maggior transito. Questi muretti che si elevavano sino a m. 0,20 circa sotto il culmine della volta servivano da controforti e sorreggevano le controvele di mattoni. La centinatura di queste volte era composta di una tavola contornata a segmento di circolo lunga m 1,30 circa e colla saetta di m. 0,16 a 0,20 circa. Su di questa e su di un incastro alla parete di forma uguale posavansi i regoli di tavole di abete che sosteneano delle piccole volte a botte a due foglie le quali, prolungandosi su di un asse ortogonale a quello della volta principale, andavano a perdersi su di essa in un angolo; presentando all'estradosso la forma di lunette. La centinatura di queste controvele veniva sottratta gradatamente, mentre i tramezzi di sostegno venivano costruiti dopo che era compita la controvela di mattoni. Allora tolti i supporti la centinatura si ribassava e si ritirava dal fianco ove restava a costruirsi il tramezzo.

In tal guisa non si perdeva che la centinatura dell'ultima controvela nell'angolo di ciascuna volta a schifo e se ne perdeano due pelle controvele di ciascuna volta a botte. Dei tubi di creta inservibili e pochi frantumi di pietra bastavano a conguagliare gli estradossi onde fossero pronti a ricevere lo strato di terriccio sottostante al pavimento di quadrelli.

Per rinforzare gli spigoli delle volte a crociera si affermava con gesso sullo estradosso un primo filare di mattoni largo m. 0,12 murato a ribocco con gesso sino a m. 1,30 circa dalla impostatura. Un secondo filare simile sino a m. 2 circa ed un terzo disposto secondo la larghezza dei mattoni di m. 0,24 sino all'incrociamento. Una foglia simile di mattoni nel senso della larghezza di m. 0,24 aggiungevasi sull'estradosso delle volte, ove su queste venissero a posare dei muretti divisorii. Questi muretti di tramezzo venivansi a poggiare sulla volta principale e ricevevano le controvele già menzionate ed in questo caso, essendo soggetti a maggior carico, erano costruiti di lastre di calcareo delle cave dell'Aspra a grossezza di m. 0,14 sino alla altezza del piede delle controvolte. La porzione di questi muretti poi che si elevava nel primo piano era costruita di lastre simili dovendo sorreggere la carica delle due volte che coprivano il primo piano: anzi a maggior cautela a m. 0,50 sotto il piede di queste volte passava un ferro ad H assicurato ai due muri laterali per mezzo di squadre di ferro laminato impernati due a due agli estremi del ferro ad H e forzati sulle pareti esterne in guisa da renderlo rigido e capace di sostenere le volte di mattoni, i muri di tramezzo e le volte di centine del piano superiore, facendo insieme di architravata al vano di porta esistente nel tramezzo sottostante. I tramezzi poi del piano superiore, non dovendo sostenere che delle volte di centine e stuojate furono costruiti con un solo filare di mattoni in taglio della spessorezza di m. 0,05 lunghi m. 0,28 + 0,14 cementati con malta ordinaria mista al gesso. Ove poi questi tramezzi erano paralleli all'asse maggiore della volta che li sorreggea dessi furono sgravati quasi del tutto dal peso delle volte



La mancata di fiducia nei confronti del gesso, in strutture che venivano a contatto con l'acqua, era, secondo l'architetto, ingiustificata, soprattutto da quando a Palermo si era diffuso l'uso di *quadrelli smaltati*<sup>17</sup>, questo tipo di pavimentazione consentiva, contrariamente ai quadrelli grezzi in uso nella prima metà del XIX secolo, frequenti lavature.

Riferendosi all'uso delle volte realine, l'architetto scriveva:

*In Palermo era molto in voga questo sistema di costruzione verso il principio di questo secolo; ma siasi che a causa della distanza delle cave e della mancanza di strade si trascurasse di adoperare sempre il gesso appena uscito dalla fornace; siasi per la frequente e copiosa lavatura dei pavimenti costruiti in quadrelli mal cementati che costumavasi prima che si fosse generalizzato appo noi l'uso dei quadrelli smaltati; siasi che de' costruttori imprudenti le avessero edificate con poca saetta o con iscarsi o cattivi materiali; accadde che la caduta improvvisa di talune volte discreditasse in Palermo questo genere di costruzione.*

La scelta dei mattoni di Castelvetro, cittadina distante dalla costa, venne fatta perché i mattoni realizzati negli *stazzoni*<sup>18</sup> palermitani, secondo quanto scritto da Salemi, contenevano un'elevata quantità di sale marino; l'argilla veniva infatti impastata con acqua di mare, ciò causava efflorescenze, un'elevata umidità dovuta all'igroscopicità dei sali ed antiestetiche macchie all'intradosso delle volte.

Per scongiurare il pericolo delle macchie, i mattoni erano impregnati, prima di essere rivestiti con intonaco, con una miscela di cera vergine, olio e *litargirio*<sup>19</sup>. Il *litargirio* è un ossido di

---

*essendosi impiegate delle travi appoggiate alle mura principali in sostegno dei soffitti piani dei corridoj e stanze secondarie aggiungendo delle piccole cantine intorno alle pareti delle stanze principali di cui un estremo veniva affermato alle travi e l'altro posava sui tramezzi. Al secondo piano, onde i grandi vani interni contigui al prospetto non potessero esercitare spinta su di questo e cagionare dei movimenti che avrebbero potuto compromettere la stabilità delle volte, furono surrogati delle architravate di legname a quelle in pietra. Le volte della scala costruite a barca nello stesso modo con mattoni e gesso ed appoggiate sui soli muri di gabbia della scala, dal quale sporgono per m. 1,50, sono destinati a sorreggere dei gradini di marmo di m. 0,05 di spessorezza. Queste volte sono rinfiancate di pietrame e malta per m. 0,40 di altezza e di pietre a secco per tutto il resto ed hanno una saetta di m. 1,20.*

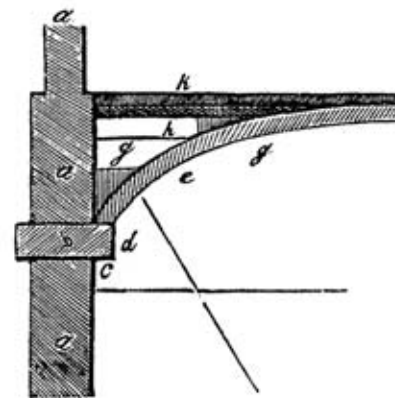
In Salemi E., *op. cit.*

<sup>17</sup> Mattoni in argilla cotta, generalmente di dimensioni 20x20 cm, con estradosso rivestito in smalto.

<sup>18</sup> Gli *stazzoni* erano i forni nei quali venivano cotti i laterizi.

<sup>19</sup> Il *litargirio*, *conosciutissimo in commercio*, è ossido di piombo (PbO) cristallizzato e si ottiene come prodotto intermedio nell'estrazione del piombo dai suoi minerali. È un corpo solido molto pesante, di color giallo rossigno che ha la proprietà di vetrificare con tutta facilità la silice e i silicati e perciò ha grande importanza nell'industria ceramica. Si adopera pure in grande quantità nella fabbricazione della biacca e serve anche alla preparazione delle vernici e a svariati usi nei laboratori chimici.

In Romegialli E. A., *Trattato sistematico di mercilogia o conoscenza delle merci*, Torino, 1919.



**Fig. 9.7** – Il sistema costruttivo proposto dall'architetto Enrico Salemi per la realizzazione di volte realine:

*La parte segnata*

- a) rappresenta il muro di pietra delle cave dell'Acquasanta
- b) un filare di pietra delle cave dell'Aspra.
- c) la fodera di frantumi di pietra sotto il filare di pietra dell'Aspra.
- d) la porzione del filare suddetto da tagliare.
- e) la spessorezza della volta di mattoni a 3 foglie.
- g) il tramezzo di lastre di tufo tenero.
- h) la origine della controvela.
- i) la spessorezza della controvela a due foglie.
- k) il pavimento di mattoni con istrato di macerie crivellate sotto.

(In Salemi E., *Sulle volte cementizie*, in "Nuovi annali di costruzioni, arti ed industrie", Palermo, Marzo 1872).

piombo impiegato, allo stesso modo della biacca<sup>20</sup>, come base per molte pitture nell'edilizia storica. Come già detto nelle pagine precedenti, proprio per la diffusione che ebbero in passato, queste due sostanze costituiscono la principale causa di avvelenamento da piombo collegata alla fruizione continuata di ambienti contaminati.

L'uso del gesso per la realizzazione di volte era da tempo diffuso in Sicilia, ed in particolare nell'agrigentino, non solo sotto forma di pasta per l'allettamento di elementi lapidei naturali e artificiali, ma anche come legante per elementi lapidei di dimensioni ridotte per la realizzazione di volte in getto, anche di luce notevole, dello spessore di appena 15-20 cm.

### 9.1.3 - Solai in legno

Le soluzioni riportate nelle riviste di ingegneria e architettura sanitaria dei primi decenni del XX secolo, oltre agli esempi tecnologicamente più avanzati, forniscono un vasto panorama dei diversi accorgimenti adottati per adeguare dal punto di vista igienico tecniche costruttive tradizionali. Le testimonianze di questa attenzione scientifica nei confronti della tradizione costruttiva, scaturita allora anche da considerazioni di carattere economico, consente oggi una migliore comprensione del patrimonio edilizio storico in cui particolari accorgimenti possono risultare poco comprensibili a causa di una ridotta familiarità con le conoscenze tecnico-pratiche antiche. Inoltre, l'analisi dei materiali impiegati fornisce importanti informazioni sul grado di salubrità dell'edilizia storica, orientando la ricerca al fine di ottenere una maggiore consapevolezza in fase di nuova fruizione, per avviare il restauro, la manutenzione, o viceversa la demolizione.

Nei solai in legno con controsoffitto o forti spessori di tercisato ad un'ottima coibenza termica e acustica si associava - come già accennato - un'eccessiva elasticità con conseguente inquinamento del materiale di riempimento e degrado degli elementi strutturali dovuto alla penetrazione di polvere ed acqua sporca attraverso le lesioni che si venivano a creare nella pavimentazione. Per tale ragione, mentre nei Paesi in cui il prezzo del legname da costruzione era notevolmente alto si optò per soluzioni alternative, nei Paesi in cui il legno continuava ad essere una risorsa a basso costo, ingegneri ed architetti si impegnarono invece nello studio di sistemi costruttivi di solai lignei in grado di rispondere ai precetti ed ai principi igienico-salubri.

L'applicazione di controsoffitti, realizzati in tessuto di canne, tela, o reti metalliche rivestite con intonaco, non era più considerato un presidio igienicamente sicuro: pur fornendo una camera d'aria, ventilata o meno, che isolava acusticamente e termicamente gli ambienti, questa

---

<sup>20</sup> La biacca o cerussa è un carbonato basico di piombo utilizzata per la produzione di coloranti, principalmente il bianco, e particolarmente apprezzata per il suo potere coprente, costituiva per tal ragione anche la base per molti altri colori minerali.

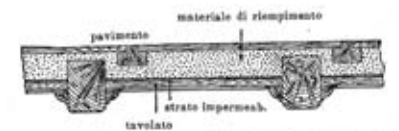
Vedi Romegjalli E. A., *Trattato sistematico di mercilogia o conoscenza delle merci*, Torino, 1919.

soluzione riduceva notevolmente il volume d'aria a disposizione in ambienti che presentavano interpiani minimi, a causa delle rinnovate esigenze progettuali che richiedevano quante più unità abitative possibili; per di più, per la permeabilità dei pavimenti, questi erano soggetti a macchie dovute alla percolazione dell'acqua e quindi al deperimento.

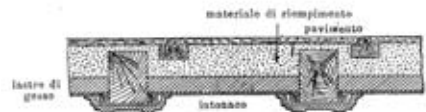
Le soluzioni proposte miravano fondamentalmente a ridurre il pacchetto del solaio, soprattutto del tercisato e del massetto, così da poter utilizzare materiali che, seppur più costosi, garantivano un'elevata asetticità, salvaguardare e rendere imputrescibili gli elementi in legno ed infine garantire una buona resistenza al fuoco.

A proposito del primo aspetto, l'ingegnere Donato Spataro, nel *Trattato di architettura sanitaria* citato in precedenza, poneva a confronto due tipi di solaio in legno: quello in cui il tavolato, invece di essere posto sopra le travi, era posto a metà altezza di esse (Fig. 9.8) (soluzione tipica dell'area tedesca, esigeva una notevole quantità di materiale di riempimento), e quello con tavolato chiodato sopra le travi che necessitava di una quantità minore di riempimento ma che risultava anche più deformabile.

In Sicilia, per rendere impermeabili i solai di terrazze o cucine, e di tutti gli ambienti in cui si faceva abbondante uso di acqua che avrebbe potuto inquinare il solaio stesso, era consuetudine porre *sui travicelli dei rami di albero scortecciati e tagliati a mezzo, messi a contatto e su cui si getta uno strato di calcestruzzo a sostegno del mattonato*<sup>21</sup>, questo sistema con *mezzi ginelli*<sup>22</sup>, riduceva anche il materiale di riempimento. Questo tipo di solaio, in particolare per le terrazze di copertura, aveva una variante nei *solai d'astraco* (solai di copertura) realizzati con travi e *serrazzato di mezzi ginelli grossi*<sup>23</sup> e strato di finitura in malta di calce e cocchiopesto spesso *oncia 2,5 di palmo*<sup>24</sup>, su tercisato composto da cocci di *ciammarita* (laterizi) e *pietra rotta in sazio di calcina e tufo* (cocchiopesto). La presenza di frammenti di laterizio nel tercisato consentiva la sottrazione per assorbimento dell'acqua dalla malta di cocchiopesto durante la fase di battitura dello stesso massetto. L'operazione di battitura compattava lo strato facendo emergere in superficie l'acqua che si eliminava per evaporazione. I *mezzi ginelli grossi*, tronchi di castagno con diametro che poteva arrivare anche a 12 centimetri, spaccati a metà e non scortecciati, formavano un piano abbastanza rigido da consentire la battitura e successivamente l'indeformabilità del solaio, indispensabile al mantenimento dell'integrità della finitura monolitica. Il mantenimento della corteccia dei *mezzi ginelli* forniva un'ulteriore protezione del legno nei confronti di un'eventuale infiltrazione d'acqua; inoltre, il fatto che questi



Disposizione razionale delle travi dei solai in legno, in Germania.



Disposizione favorevole alla incombustibilità e a erdità dei solai.

Fig. 9.8, 9 – Solaio in legno di area tedesca con tavolato posto tra le travi. (sotto) solaio con serrazzato.



<sup>21</sup> Spataro D., op. cit.

<sup>22</sup> I *ginelli* e *mezzi ginelli* erano in genere realizzati con tronchi di castagno di diametro variabile (5-10 cm) spaccati a metà e applicati accostati l'un l'altro, da cui la dizione di *serrazzato*.

<sup>23</sup> Vedi nota 22.

<sup>24</sup> L'oncia di palmo equivale a circa 2,2 centimetri.

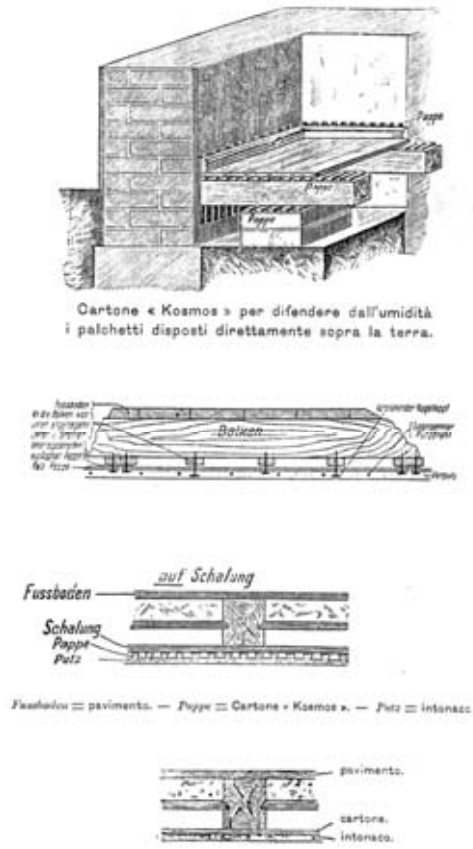
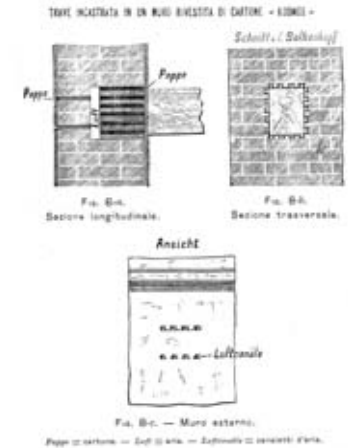


Fig. 9.10, 11 – applicazioni del cartone “Kosmos” (da “Ingegneria sanitaria”).

fossero posti con la parte convessa verso l'alto facilitava l'operazione di compattazione della malta di cocciopesto in fase di battitura, in quanto tra un elemento semicircolare e quello adiacente si veniva a realizzare uno spazio che rastremava verso il basso (Fig. 9.9).

Riguardo all'imputrescibilità delle travi, era noto quanto fosse opportuno non mettere a contatto le teste con la malta e fare in modo che queste risultassero ventilate. A tal scopo le travi potevano essere circondate da mattoni posti a secco in coltello; il mercato metteva a disposizione anche prodotti adatti a tale scopo, come i *cartoni grecati Fischer* ed i *Kosmos* (Fig. 9.10, 11) in grado di garantire la ventilazione su tutto il perimetro della sezione; questi cartoni potevano essere impiegati anche per realizzare uno strato ventilato tra l'intradosso del solaio e l'intonaco. La ventilazione era favorita, nel caso la trave poggiasse su un muro esterno, dall'assenza di malta in corrispondenza dei giunti davanti la faccia della testa della trave, in corrispondenza dei giunti si mettevano in opera sottili tubi di vetro che attraversavano l'intonaco esterno.

Per preservare dall'umidità le travi si ricorreva anche a spalmature con *ceresina*<sup>25</sup>, più resistente al contatto con malta di calce o cementizia rispetto alla vernice di asfalto o al bitume, o anche ad imprimiture con biacca.



<sup>25</sup> La *ceresina* è una sostanza simile alla paraffina, ma più plastica e morbida, ricavata da una cera minerale, la ozocherite. Vedi Romegjalli E. A., *Trattato sistematico di mercilogia o conoscenza delle merci*, Torino, 1919.

#### **9.1.4 - Solai in ferro**

I solai in ferro possono essere considerati tra i primi componenti edilizi a carattere industriale che prescindono dalla tradizione costruttiva locale, proponendo tipologie e soluzioni costruttive comunemente applicate non solo in una medesima area geografica ma anche in Paesi differenti.

L'uso delle travi in ferro aveva reso sicuramente più durevoli e più igienici i solai: la mancanza di elementi di natura organica deperibili ne garantiva al contempo la durata e l'asetticità, gli spessori ridotti, a parità di interpiano, assicuravano maggiori volumi d'aria agli ambienti contribuendo alla salubrità ma al contempo rendevano gli orizzontamenti più sonori e meno coibenti.

Per ovviare a tali inconvenienti la produzione industriale si indirizzò verso elementi come i laterizi forati in grado di associare alle caratteristiche di coibenza anche quelle di leggerezza.

#### **9.2 - I collegamenti verticali ed i percorsi interni: scale, ascensori e disimpegni comuni**

Nelle più diffuse tipologie edilizie ottocentesche di natura residenziale, come le case a pigione, era venuta meno, anche per esigenze di carattere economico, la funzione di rappresentatività della scala come elemento architettonico.

Inoltre, la riduzione degli spazi di collegamento verticale aveva portato le scale in posizioni che non consentivano di illuminare e ventilare i vani scala attraverso aperture laterali anche per ragioni di ottimizzazione dei percorsi di distribuzione. Si diffuse pertanto l'uso di lucernari posti in alto la cui efficacia era spesso limitata dalle dimensioni ridotte del vano scala e dalla sua altezza elevata, fatto che rendeva sempre buie le rampe poste più in basso. Oltre a ciò, la superficie esterna delle lastre di vetro era difficilmente pulibile e le reti metalliche poste al di sopra di essa, a protezione contro la caduta accidentale di oggetti dall'alto, ossidandosi macchiavano il vetro, riducendo ulteriormente la luminosità della scala. Per facilitare le operazioni di pulizia si prevedevano, nel caso di lucernari molto grandi, appositi supporti sui quali poggiare delle passerelle temporanee o passerelle permanenti realizzate con profili metallici di sezione ridotta per non proiettare ombre sul lucernario. Per far fronte al problema delle macchie di ruggine si adottarono in modo diffuso le lastre di vetro.

L'inserimento dell'ascensore all'interno del pozzo delle scale a giorno peggiorava ulteriormente le già precarie condizioni di illuminazione e ventilazione.

Con riferimento ai collegamenti orizzontali, la già citata tendenziale riduzione dei percorsi e degli ambienti di disimpegno comuni posti al coperto e poco ventilati, che costituivano potenziali occasioni di contagio, aveva anche motivazioni di carattere sanitario. Pianerottoli, atri, ingressi comuni, scale, ascensori e chiostrine erano infatti considerati vie preferenziali per la diffusione delle infezioni sia per la scarsa ventilazione che per l'elevato numero di utenti. A fine Ottocento, queste considerazioni portarono - ad esempio - alla diffusione nelle case operaie di ballatoi



esterni che si affacciavano all'interno dei cortili, soluzione che sostituì i meno igienici pianerottoli sui quali si affacciavano numerosi ingressi alle diverse unità abitative; questo sistema, al contrario consentiva l'ingresso all'interno degli appartamenti dell'aria viziata proveniente dal vano scala.

Riguardo alle finiture, nella scale, come per tutti gli ambienti comuni, era previsto il rivestimento o la tinteggiatura della parte basamentale con materiali lavabili come la coloritura ad olio o, nel caso di edilizia di pregio, il marmo e lo stucco lucido.

### 9.3 - Finiture

Pavimenti, rivestimenti parietali ed in genere tutti gli elementi di finitura erano, e sono tutt'ora considerati le parti dell'edificio che maggiormente influenzano le condizioni igieniche di un ambiente poiché si trovano a contatto diretto con l'uomo.

Non a caso, sottolineando questo concetto, i primi protocolli attualmente pubblicati per la certificazione europea Ecolabel riguardano le pitture per interni e le pavimentazioni dure, circostanza questa che ribadisce l'importanza degli aspetti di biocompatibilità dei materiali per l'edilizia.

Con riferimento all'edilizia storica, dalla seconda metà del XIX secolo, sembra evidente come l'istanza di igienicità abbia prodotto in alcuni casi veri e propri cambiamenti nelle consuetudini costruttive, fatto particolarmente manifesto proprio nell'ambito delle finiture, in cui i nuovi materiali prodotti dalla nascente industria chimica trovavano immediata applicazione.

#### 9.3.1 - Pavimenti

Una pavimentazione "igienica" doveva essenzialmente garantire l'impermeabilità all'acqua e alla polvere, il numero ridotto di giunture con commessure a perfetta tenuta, la possibilità di essere pulita per via umida e di non essere attaccata dai prodotti disinfettanti, bassa conduttività per calore e suono, di non produrre e sequestrare polvere. Inoltre, le pavimentazioni non dovevano risultare ricettive nei confronti dei microrganismi.

In Italia i pavimenti più diffusi, e pertanto anche quelli verso i quali si indirizzarono maggiormente gli studi che ne descrivevano le caratteristiche igieniche, erano da sempre gli impiantiti, realizzati con elementi piani, ed i battuti.

#### 9.3.2 - Impiantiti

Gli impiantiti delle abitazioni più povere erano comunemente realizzati con mattoni quadrati di argilla cotta<sup>26</sup> non smaltati, ruvidi in superficie e molto assorbenti. Fino alla diffusione dei primi

<sup>26</sup> In Italia settentrionale le migliori piastrelle per la formazione dei pavimenti erano considerate quelle provenienti da Brioso, Balerna e Caravaggio. A Roma erano denominate quadri, a Firenze quadroni di Siena, a Torino quadrettoni. A

studi sugli effetti dell'umidità nelle costruzioni, si riteneva fossero molto adatti alle cucine ed ai luoghi in cui si faceva copioso uso di acqua, anche nel caso di edifici di pregio, *lo che non fa bisogno di dire come fosse un grave errore igienico*<sup>27</sup>.

*Tali pianelle sono di assai difficile pulitura, e gli impiantiti si presentano sempre molto sudici. In Palermo la povera gente, che tiene alla pulizia della casa, usa di lavarli a grande acqua, strofinandoli, con molta fatica, con canovacci; ovvero li sfregano con una scopa dopo avervi gettato della polvere proveniente dal detrito dei tufi calcarei colà adoperati per i muri della casa*<sup>28</sup>.

Per rendere quanto più impermeabili le commessure tra i vari elementi queste venivano listate con una malta costituita da latte di calce e polvere di mattoni<sup>29</sup>.

L'igienicità delle pavimentazioni era considerata un fattore essenziale per il risanamento delle abitazioni: a Palermo l'ingegnere A. Paternostro descrivendo il *catodio*, il tipo edilizio più diffuso nei quattro mandamenti, nella *Relazione della Commissione consiliare per Risanamento della Città*, compilata nel 1888 in occasione della redazione del Piano Giarrusso, individuava proprio nella porosità delle pavimentazioni una delle principali cause di insalubrità dei catodi, specie se poggianti direttamente sul terreno:

*I pavimenti costituiti da un terreno porosissimo pel suo carattere litologico; fangosi perché la falda liquida sottostante si incontra a poca profondità, quand'anco ricoperti di malcotti laterizi, assorbono le perenni infiltrazioni delle materie, che inficiano tutto il sottosuolo e diventano la sede di trasformazioni chimiche, disseminando nell'aria principii deleteri e costituendo nelle epidemie altrettanti focolai di diffusione*<sup>30</sup>.

Gli stessi mattoni di argilla cotta potevano essere, nelle esecuzioni più attente, lucidati a cera ma ciò ne impediva la pulitura per via umida. Anche le *pianelle di cotto verniciate* dette *pianelle maiolicate* o *quadretti verniciati di Napoli*<sup>31</sup>, diffuse in tutto il Regno delle due Sicilie ed

---

Napoli i migliori quadretti erano quelli dell'isola di Ischia. I mattoni di argilla cotta comunemente utilizzati a Palermo erano chiamate riggiole e avevano un lato pari a 20 centimetri ed uno spessore di un centimetro o poco più.

<sup>27</sup> Abba C., Barelli G., *Sul comportamento dei bacilli della tubercolosi nei pavimenti*, L'Ingegnere Igienista, 1901.

<sup>28</sup> Spataro D., *Trattato*, op. cit..

<sup>29</sup> Cantalupi A., *Istituzioni pratiche sull'arte di costruire le fabbriche civili*, Milano, 1874.

<sup>30</sup> Cfr. A. Paternostro et alii, *Relazione della Commissione consiliare per Risanamento della Città*, Palermo, 1888.

<sup>31</sup> "Sono del pari assai pregevoli i pavimenti formati coi quadrelli verniciati di Napoli, specialmente nei camerini destinati pei bagni, nei luoghi di latrina e nelle camere che non siano sottoposte ad un gran passaggio. Ma queste pianelle hanno il grave inconveniente di scrostarsi se vengono assoggettate ad uno sfregamento forte e continuato, come lo dimostrò l'esperienza; motivo per cui se si adottano nei luoghi frequentati è necessario di dover sostenere una manutenzione costosa, pel cambio di quelle che si guastano, o almeno tollerare i difetti che ne emergono". In Cantalupi A., *Istituzioni*, op. cit..

impiegate nell'edilizia di qualità, non erano considerate una soluzione soddisfacente: nelle zone di maggior traffico, dopo qualche anno, perdevano lo smalto esponendo la superficie porosa e polverulenta; in più, l'elevato numero di giunti ne pregiudicava in ogni caso l'impermeabilità.

Notevole diffusione ebbero negli ultimi decenni del XIX secolo le mattonelle quadrate o esagonali di Marsiglia, realizzate con *argilla cotta ferruginosa compressa*; erano prodotte industrialmente, presentavano una porosità ridotta e, soprattutto, dei margini regolari che ne consentivano una giustapposizione precisa riducendo al minimo lo spessore dei giunti. I mattoni di Marsiglia consentivano di realizzare pavimentazioni molto più leggere di quelle tradizionali grazie al loro spessore ridotto e, non presentando una superficie smaltata, risultavano anche meno fredde al contatto<sup>32</sup>. L'impermeabilità da questa pavimentazione era tale da poter utilizzare per la posa in opera anche una malta di gesso a presa lenta.

Le piastrelle in cemento comuni e quelle compresse, le cosiddette marmette in cemento, ottenute con un impasto di cemento Portland e scaglie di marmi, pur essendo più pesanti e più predisposte alla produzione di polvere rispetto ai mattoni di Marsiglia, risultavano pur sempre migliori delle piastrelle in cotto: erano di fatto poco porose, ed inoltre un trattamento a base di trementina ne rendeva la superficie poco ricettiva nei confronti della sporcizia.

Confronti basati sulle prestazioni igieniche offerte dalle pavimentazioni in cemento e da quelle in mattoni di Marsiglia possono ritrovarsi anche nella documentazione tecnica relativa alla realizzazione di edifici palermitani dell'epoca. In particolare, le mattonelle di Marsiglia erano certamente molto apprezzate per le loro caratteristiche igieniche: intorno al 1890, l'architetto Giuseppe Damiani Almeyda propose appunto per la scuola da lui progettata in piazza Marmi a Palermo la sostituzione della pavimentazione delle aule, originariamente prevista in piastrelle di cemento, soluzione considerata fino ad allora rispondente alle caratteristiche di salubrità richieste dalla tipologia scolastica, con una pavimentazione in *mattoni di Marsiglia tinti rossi a fuoco*.

Come veniva precisato: *il cemento dà luogo alla polvere, i spigoli dei quadrelli si smussano e dato anche che il pavimento fosse stato fatto a getto per effetto della dilatazione le lesioni in vario senso sarebbero state inevitabili. Per la qual cosa l'Ingegnere Direttore dei lavori Professore Damiani credette opportunamente proporre la variazione per la quale vengono posti in opera mattoni in buona terra di Marsiglia assai resistenti di bel colore rosso fiammante e di eleganza considerevole*<sup>33</sup>.

<sup>32</sup> Dopo il successo delle pavimentazioni in mattoni di Marsiglia, anche in Italia si cominciarono a produrre mattoni di terracotta compressa, si ricordano quelli della ditta Appiani di Treviso e la *terracotta greificata* della Società Ceramica Ferrari di Cremona.

<sup>33</sup> ACP, Fondo LL.PP., Busta 680 B2.



I documenti esaminati, relativi alla costruzione di questa e di altre scuole nella provincia di Palermo, mettono ancora una volta in evidenza come in quel periodo il concetto di igiene si sviluppava così rapidamente che gli studi pubblicati sui materiali da costruzione, in merito alle loro caratteristiche sanitarie, non solo trovavano immediato riscontro in un'ampliata produzione industriale, ma influenzavano le scelte progettuali apportando variazioni e ripensamenti anche in occasione della realizzazione di un medesimo edificio.

### 9.3.3 - Battuti

Come già accennato, i pavimenti in getto, alla veneziana o in battuto di cemento, erano certamente apprezzati per l'assenza di giunti, ma la loro monoliticità costituiva un problema nel caso di solai molto elastici o di possibili cedimenti dello strato di posa che provocavano lesioni e conseguente produzione di polvere.

Anche l'esecuzione compiuta in più giorni comportava lesioni dovute alle soluzioni di continuità in corrispondenza delle riprese. Le malte molto ricche di cemento, inoltre, presentavano lesioni capillari diffuse causate del ritiro, problema al quale si cercava di porre rimedio aggiungendo la malta con segatura di legno molto sottile.

Per le ragioni sopraccennate e, nel caso dei battuti alla veneziana, per i costi elevati, i pavimenti a getto ebbero scarsa diffusione soprattutto in quegli edifici che dovevano conciliare igiene ed economicità.

Tra le pavimentazioni monolitiche per esterni, i pavimenti di terrazze in battuto di malta di calce e cocciopesto erano soluzioni molto comuni in area palermitana.

Nel primo caso, l'operazione di battitura, o *ammataffatura*, con mazzuoli in legno dello strato di calce resa idraulica con cocciopesto portava all'espulsione dell'acqua fino ad un dimezzamento dello spessore e ad un conseguente miglioramento delle caratteristiche di impermeabilità.

Tornando ai *pavimenti a stucco lucido*, utilizzati anche come sistema per il risanamento di impianti ormai logori, risultavano perfettamente lisci e pertanto facilmente pulibili; si realizzavano, secondo quanto riportato dall'ingegnere Antonio Cantalupi<sup>34</sup> nel 1874, in tre strati: un primo strato costituito da una malta di calce grassa con sabbia silicea dello spessore di un centimetro, un secondo spesso due millimetri di polvere di marmo e grassello sul quale venivano incise a fresco eventuali decorazioni, ed un terzo strato di uguale composizione e del medesimo spessore additivato con pigmenti; il pavimento poteva essere *macchiato* a finto marmo con colori a calce nei quali si diluiva del sapone per agevolare la lucidatura della superficie eseguita a mezzo di un ferro caldo.

---

<sup>34</sup> Cantalupi A., *Istituzioni*, op. cit..



Fig. 9.12 – I listoni andavano posti in opera con i nodi verso il basso, per evitare infiltrazioni di polvere per eventuale deformazione.

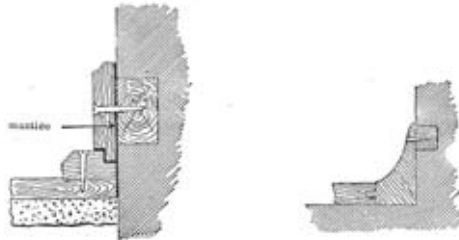


Fig. 9.13 – Sigillatura dei giunti lungo le pareti.

Un altro tipo di pavimentazione monolitica impermeabile all'acqua per i piani terra o i piani sopravolta, diffusasi in Francia a fine Ottocento e proposta dall'ingegnere Julhe<sup>35</sup>, prevedeva l'uso di una pasta costituita da sei parti di gesso ed una di calce trattata dopo la posa in opera con solfato di ferro o di zinco. In tal modo la calce decomponeva il solfato, formando solfato di calce e ossido di ferro o di zinco insolubili. I pavimenti ottenuti con il trattamento ad ossido di ferro assumevano dapprima una colorazione verde e poi quella caratteristica mogano, erano lucidabili con olio di lino o con una vernice copale che li rendeva refrattari alla polvere.

#### 9.3.4 - Pavimenti in legno

Nonostante la maggiore coibenza termica, gli inconvenienti igienici dei pavimenti in legno, come l'elevata igroscopicità, la possibilità di essere attaccati da insetti xilofagi, la ricettività nei confronti di germi patogeni e l'impossibilità di eseguire lavature, ne sconsigliavano decisamente l'impiego. La pulizia delle superfici in legno poteva essere eseguita per via umida solo se queste erano state trattate con olio di lino o prodotti simili; il trattamento a cera risultava poco igienico, prevedeva infatti una semplice pulitura per sfregamento con panni e spazzole.

Molti studi, in particolare quelli che facevano riferimento alla situazione negli ospedali nei primi anni del XX secolo<sup>36</sup>, dimostravano come le epidemie intraospedaliere di erisipela, pneumonite, difterite e tifo fossero molto più frequenti in quegli ospedali in cui erano presenti pavimentazioni in legno. Il già citato Donato Spataro, facendo riferimento alle migliori caratteristiche igieniche dei pavimenti minerali, rilevava come un cattivo risultato dovuto ad un'esecuzione non accurata, non autorizzava *qualche Medico, poco Ingegnere Sanitario*, a gettare discredito sui pavimenti minerali, preferendo a questi, anche negli ospedali, pavimenti in legno o in linoleum.

I pavimenti minerali erano infatti quasi sempre preferiti a quelli in legno per le loro caratteristiche igieniche; in questi ultimi, infatti, la deformazione cui erano soggetti i pannocelli che costituivano la pavimentazione davano luogo a fessure in cui si infiltrava la polvere. In ogni caso era opportuno che i listoni fossero posti con i nodi rivolti verso il basso, in tal modo l'eventuale incurvamento della tavola avrebbe creato una fessura con vertice verso l'alto ed impedendo così la penetrazione di polvere o liquidi (Fig. 9.12); un altro punto di difficile realizzazione per lo stesso motivo, la chiusura lungo le pareti, poteva essere risolto attraverso un sistema di correnti spalmati di mastice e mutuamente collegati a battente, e resi solidali sia alla pavimentazione che alla parete per mezzo di viti (Fig. 9.13).

<sup>35</sup> Nonnis-Marzano F., *La pratica e la stima dei lavori e delle opere d'arte. L'ingegneria Sanitaria*, Vol. V, Torino, 1895.

<sup>36</sup> Ignatieff H., *Distruzione di un pavimento di legno d'una sala d'ospedale a Mosca*, "Rivista di Ingegneria sanitaria", 1896.

Vernjsky K., *Germi patogeni nel polviscolo degli ospedali*, "Rivista di Ingegneria sanitaria", 1897.

Alla luce delle attuali conoscenze possiamo inoltre aggiungere che anche nel caso delle pavimentazioni lignee i trattamenti antisettici a base di sostanze aromatiche, creosoto, carbolineum ed di surrogati del catrame, risultavano probabilmente più per la salute dei fruitori del male stesso che avrebbero dovuto debellare.

### 9.3.5 - Pavimenti in fibre mineralizzate

Un'altra categoria di materiali che ebbe notevole diffusione nella prima metà del '900 per le caratteristiche di leggerezza e coibenza termica, e che riscuote notevoli consensi anche oggi, è quella dei materiali che contengono fibre vegetali mineralizzate o meno.

L'inizio del XX secolo vide accrescersi la produzione di materiali che potremmo definire "ibridi", i quali, proponendo una commistione tra fibre organiche e materiale legante inorganico, quasi sempre cemento, puntavano a conciliare le diverse proprietà, salubrità, coibenza, leggerezza, economicità, che caratterizzavano i componenti.

Lo sviluppo dell'industria rendeva disponibili notevoli quantità di scarti di produzione a costo ridotto, che venivano riutilizzati in modo proficuo per la produzione di materiali per l'edilizia quasi in un'ottica di sostenibilità *ante litteram*: basti pensare a molti dei materiali oggi inseriti nei manuali e nei repertori per l'*edilizia ecosostenibile* che prevedono la compresenza di un componente "naturale", o per meglio dire vegetale, e di un legante.

Si accennerà in seguito al problema che presentavano, e presentano, tutti i materiali con componenti organici: la possibilità di attacchi biotici ha in molti casi comportato l'uso di biocidi che, soprattutto in passato, hanno destato allarmi per la salute pubblica.

Pertanto puntualizziamo ancora una volta come materiali di questo tipo non sono un'invenzione dettata dalla richiesta di ecologicità che caratterizza gli ultimi decenni, ma nascono anche dall'istanza di economicità e salubrità che attraversa, con la nascita delle nuove architetture dal forte carattere sociale, la seconda metà del XIX, il XX secolo fino ad arrivare ai nostri giorni.

I cataloghi delle Esposizioni di fine Ottocento riportano molti esempi di prodotti per l'edilizia fibro-minerali<sup>37</sup>: all'Esposizione Edilizia di Dresda del 1900 vennero presentate diverse pavimentazioni di questo tipo. Tra queste lo *Xilolit* ebbe grande diffusione, anche in Italia, essendo molto apprezzato per le caratteristiche igieniche ed ignifughe.

La *xilolite*, nome commerciale col quale si diffuse in Italia, era un surrogato del legno, usata specialmente per pavimenti di locali interni. Consisteva in un impasto di *segatura di legno*,

---

<sup>37</sup> Molti articoli e studi sui pavimenti fibro-minerali e sulle loro caratteristiche igieniche possono trovarsi in "L'ingegnere Igienista", in particolare nei numeri dell'anno 1901.

*magnesia macinata*, *cloruro basico di magnesia ed acqua*<sup>38</sup>. Veniva formata sotto grande pressione in pezzi formanti piastre, ed oltre che per pavimenti si adoperava anche per realizzare pannelli di rivestimento. Possedeva anche buone caratteristiche di isolamento acustico e termico. L'assorbimento di acqua era molto limitato (4% circa), ed il volume totale degli interstizi era di circa il 6%. Con la *xilolite* (o *litosilo*) si realizzavano anche pavimenti di getto, che presentavano quindi rispetto a quelli a piastre sopra descritti il vantaggio di essere esenti da giunti; non sempre diedero buoni risultati, proprio per la difficoltà di dosare i loro componenti perfettamente ed eseguire l'impasto col massimo scrupolo. Si riteneva che la *Xilolite* riunisse i vantaggi della pietra e del legno senza possederne gli inconvenienti, per tale ragione era anche definita *legno-pietra*. Questo prodotto era raccomandato, per tutti gli ambienti che richiedevano pavimentazioni molto resistenti all'usura: i sali che entravano a far parte dell'impasto di cui era costituito svolgevano inoltre un'apprezzabile azione contro la formazione di muffe e la putrefazione, risultava pertanto particolarmente adatto ad ospedali, scuole ed altri edifici pubblici. Posta in opera con mastice di asfalto, subiva anche un trattamento con la paraffina per ridurne ulteriormente l'affinità nei confronti dell'acqua.

Oltre alla segatura venivano utilizzati cascami di varia natura per la produzione di mattonelle e pannelli: alcuni di questi prodotti erano costituiti anche da fibre di amianto che, come possiamo dedurre dalla letteratura di quel periodo, costituivano la base di molti prodotti per finiture ancora oggi presenti negli edifici: ricordiamo tra i tanti il *Torgament*<sup>39</sup>, una miscela di particelle di legno, amianto e cemento, e le mattonelle *Engel*<sup>40</sup>, un impasto di segatura di legno, amianto e silicato di soda.

Venivano anche realizzati pannelli o blocchetti in *pietra di sughero* (impasto di cascami di sughero con calce ed argilla pressati), in *eracalit* (composto di fibre vegetali rese incombustibili, antisettiche e imputrescibili mediante speciali impregnazioni e pietrificate con cemento), in *solomit* (steli di paglia fortemente compressi e legati con filo di ferro galvanizzato) e in *celotex* (feltrazione continuata delle fibre di canne da zucchero). Cascami di carta e cuoio erano anch'essi utilizzati come elementi fibrosi da inserire in una matrice legante: il Fibroleum e la Papiirstite erano alcuni esempi di questo tipo di materiali.

L'igienicità dei materiali fibro-minerali dipendeva essenzialmente dall'efficacia "processo di mineralizzazione", risultavano infatti molto sensibili all'acqua e agli attacchi biotici; inoltre, quando erano utilizzati come finiture, davano spesso luogo a fenomeni di spoverio.

<sup>38</sup> Lo *Xilolit* era disponibile in commercio sotto forma di tavole da un metro quadrato, spesse da 6 a 20 mm, veniva prodotto in Germania dalla *Deutsche Xylolit*.

<sup>39</sup> Il *Torgament* era prodotto all'inizio del XX secolo dalla fabbrica Franz Lehmann & C. di Lipsia.

<sup>40</sup> Le *mattonelle Engel*, prodotte dalla ditta Engel e Lorscherdt, erano realizzate con un impasto di segatura di legno, amianto e silicato di soda.

### 9.3.6 - Linoleum

Ma il rivestimento più celebrato a partire dalle fine dell'Ottocento fu sicuramente il *Linoleum*; apprezzato per la sua impermeabilità, le giunzioni minime, la ridotta trasmissione di calore e per l'isolamento acustico; fu applicato dove erano richieste particolari condizioni di pulizia ed igiene.

Alcuni studi dimostravano infatti come l'olio di lino avesse anche un'azione battericida: nato come rivestimento per pavimenti divenne ben presto quello che potrebbe definirsi il materiale salubre per eccellenza: così cominciarono a rivestirsi di linoleum pareti, mobili e persino percorsi esterni e ponti delle navi. L'elasticità del linoleum consentiva la posa in opera su un substrato anche non perfettamente rigido, come quelli costituiti da battuti di pomice, segatura o carta agglomerata, tutto ciò a vantaggio della coibenza.

Il linoleum risultava impermeabile all'acqua ed inoltre, dato che i suoi componenti principali erano il sughero, una resina e l'olio di lino, presentava un calore specifico poco elevato e anche una scarsa conduttività termica. Le esperienze svolte dimostravano che tratteneva discretamente il calore ed aveva soprattutto uno spiccato potere battericida, *essendo su di esso grandemente diminuita la resistenza del bacillo di Eberth (tifo addominale) e del bacillo di Loffler (difterite) in confronto di quanto avviene all'esterno. Secondo Longhi-Lavarini il bacillo di Eberth muore in 4 giorni sul linoleum e in 30-50 all'esterno, e quello di Loffler in 27 giorni sul linoleum e in 125 all'esterno*<sup>41</sup>.

Il linoleum quindi – essendo impermeabile, lavabile, leggero, non freddo, con giunti quasi invisibili dove i microbi non potevano annidarsi, afono, elastico grazie alla presenza della *linosina* (olio di lino ossidato), essendo inattaccabile dagli agenti chimici che si usavano per pulizia e disinfezione e per la sua lunga durata se disteso sopra un suolo perfettamente piano – ebbe un successo e una longevità di presenza sul mercato non paragonabile a nessuna altra finitura *innovativa*; era infatti considerato un ottimo materiale per pavimenti di locali di abitazione e di tutti quegli ambienti in cui si dovevano evitare rumori ed eseguire frequenti disinfezioni, come gli stabilimenti pubblici, scuole, ospedali, case di cura, uffici.

Dopo le deliberazioni di Ginevra del 1936 relative alle sanzioni contro l'Italia, in pieno periodo di autarchia il linoleum viene indicato come prodotto nazionale ideale per sostituire le pavimentazioni in legno; il rovere ed il faggio erano infatti importati principalmente dalla Slavonia. Era lavorato e fabbricato in Italia con materie prime nazionali nella misura del 93%<sup>42</sup>, per tale motivo e per l'economicità rispetto ai rivestimenti in pietra naturale ebbe grandissima diffusione e divenne, come sottolineavano le pubblicità dell'epoca, *il pavimento che l'igiene e il buon gusto consigliano per la salubrità e l'eleganza della casa moderna*<sup>43</sup>.

<sup>41</sup> Spataro D., op. cit.

<sup>42</sup> Gagliardi G., *L'impiego dei materiali italiani nell'edilizia*, in "Edilizia Moderna", n. 16, 1935.

<sup>43</sup> *Edilizia Moderna*, n.24, 1937.



Fig. 9.14, 15 – Locandine pubblicitarie Linoleum (da "L'Edilizia moderna").



Fig. 9.16 – Campagna per l'uso di prodotti nazionali durante il periodo dell'autarchia (da "L'Edilizia moderna").

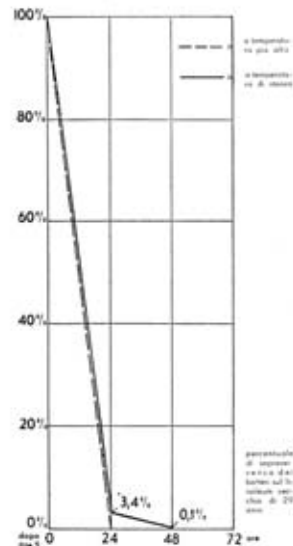


Fig. 9.17 – Potere battericida del linoleum (da "L'Edilizia moderna").

Inoltre, nuovi studi<sup>44</sup> condotti negli anni '30 su campioni di vecchi rivestimenti prodotti nei primi anni del secolo riconfermarono il sorprendente potere battericida del Linoleum (Fig. 9.18).

In Italia la produzione di questo materiale già negli anni '30 del Novecento venne svincolata da brevetto, divenendo pertanto un *prodotto di libera fabbricazione ovunque*, ed anche in questo caso i nomi dei diversi prodotti a base di linoleum furono italianizzati: i vari *Inlaid*, *Grandinlaid*, *Jaspé*, *Marbled*, *Moiré*, *Unterkork*, assunsero rispettivamente i nomi commerciali di *Mosaico*, *Lintarsio*, *Striato*, *Marmo*, *Striato Speciale*, *Sughero*.

Addirittura il linoleum venne nello stesso periodo testato come materiale per la protezione contro le bombe incendiarie, e contro gli incendi in generale; in quest'ultimo caso l'efficacia fu a tal punto comprovata che le compagnie di assicurazione esigevano dei premi minori nel caso in cui i locali fossero rivestiti con linoleum.

#### 9.4 - I divisori interni ed il loro rivestimento

Oltre ai requisiti richiesti a tutti gli altri elementi di chiusura dell'edificio, i divisori interni, risultando meno ventilate e soleggiate rispetto ai muri esterni, dovevano garantire una rapida asciugatura, circostanza questa agevolata dalla riduzione dello spessore delle pareti stesse.

Un minor spessore era auspicabile, oltre che per la diminuzione dei carichi sulle strutture portanti, anche per incrementare, a parità di volume dell'edificio, il volume di aria a disposizione in ogni ambiente.

Come nel caso dei muri d'ambito, i divisori erano definiti nelle loro proprietà igieniche soprattutto in funzione del tipo di rivestimento che doveva impedire l'accumulo di polvere, lo sviluppo di batteri, muffe o insetti e la penetrazione di umidità; in alcuni casi, se le pareti risultavano umide o inquinate, alcuni rivestimenti avevano anche lo scopo di bonificare il supporto.

Gli Istituti di Igiene di tutte le Università italiane svolsero tra Ottocento e Novecento, in concomitanza con le grandi opere di risanamento che coinvolsero molte delle grandi città italiane, studi e prove sui materiali edili ed in particolare sui rivestimenti interni.

Questi studi, riportati nei diversi *Annali* e *Bollettini*, ancor più dei manuali nei quali erano messi in evidenza le caratteristiche meccaniche e tecniche, costituiscono, per il rigore scientifico con cui venivano eseguite le prove fisiche e chimiche, un patrimonio tutt'ora di notevole interesse per la conoscenza dei materiali locali e dei prodotti proposti dall'industria dell'epoca.

Le pubblicazioni dell'*Istituto di Igiene di Palermo* ed i temi in esse affrontati, che ritroviamo più volte riportati o citati non solo nella letteratura specialistica ma anche in molti dei più importanti trattati e manuali di edilizia a livello nazionale, erano certamente parte delle

<sup>44</sup> Sul potere battericida del linoleum, in "Edilizia Moderna", n. 5, 1932.

conoscenze dei tecnici locali che, in base ai raffronti tra dati sperimentali, erano in grado di operare scelte tra materiali e tecniche costruttive innovativi o tradizionali.

Questa ricchezza di materiali, gestita attraverso una profonda conoscenza delle caratteristiche non solo meccaniche, ma anche fisiche e chimiche, consentiva una differenziazione della materia finalizzata all'ottimizzazione delle prestazioni.

Viene ribadito così quel principio di "materiale giusto al posto giusto" che oggi risponderebbe a criteri di sostenibilità e che in passato era, il più delle volte, un'esigenza di natura economica e igienica. Sotto quest'ultimo aspetto i materiali non erano considerati solo in funzione delle prestazioni che dovevano garantire, ma si pensava anche alla durata della prestazione, principio questo che potremmo enunciare parafrasando il precedente come il "materiale giusto per il tempo giusto", guardando ai rivestimenti come a delle *superfici di sacrificio*, nell'ottica di una manutenzione continua non solo delle finiture ma anche delle parti strutturali. Questo particolare tipo di manutenzione consisteva in una rigenerazione o sostituzione per finalità igieniche di quegli strati che dopo un certo tempo risultavano inevitabilmente inquinati.

Gli intonaci per interni, come quelli per esterni, si realizzavano con malta di calce nel caso si volessero ottenere superfici permeabili. Anche se steso su murature perfettamente asciutte, l'indurimento dell'intonaco a base di calce aerea avveniva molto lentamente, mantenendo a lungo il potere battericida. Nel caso di edifici di pregio, poteva applicarsi uno strato di finitura di stucco lucido o di mezzo stucco. Il primo, formato con polvere finissima di marmo e da grassello di calce veniva lucidato con *cucchiaia* e sapone, si otteneva così una superficie perfettamente liscia e resistente sia all'acqua che alle soluzioni disinfettanti più comuni. L'elevata durezza superficiale lo rendeva particolarmente adatto per i locali comuni, androni, lambris di scale e corridoi, inoltre per la sua impermeabilità questo intonaco poteva rivestire anche le pareti dei bagni. Il mezzo stucco, più permeabile dello stucco lucido ed utilizzato in Sicilia sia per gli esterni che per gli ambienti interni, rivestiva invece le parti superiori delle pareti, meno esposte all'umidità e alle azioni meccaniche. Nel corso degli anni '30 del Novecento, in periodo di autarchia, lo stucco lucido<sup>45</sup> tornò ad essere considerato un rivestimento igienico ed economico, rispetto alle più costose lastre di marmo, ideale per sostituire le piastrelle smaltate per la cui produzione erano necessari materiali di importazione come il carbone ed il caolino.

La semplice *imbiancatura con latte di calce*<sup>46</sup>, considerata da molti come un grossolano sistema per dare del bianco ai muri, venne a fine Ottocento rivalutata per la sua azione disinfettante e microbicida. La capacità di penetrare in profondità la rendeva più adatta rispetto ad altri sistemi di sterilizzazione.

<sup>45</sup> Gagliardi G., *L'impiego dei materiali italiani nell'edilizia*, in "Edilizia Moderna", n. 16, 1935

<sup>46</sup> Il latte di calce per la sterilizzazione si preparava stemperando 2 kg di calce spenta di fresco con 10 litri di acqua.

L'azione disinfettante della calce, dovuta alla presenza di idrossido di calcio, era efficace fino a quando non si completava la carbonatazione, ragion per cui questa operazione doveva essere ripetuta periodicamente.

L'imbiancatura presentava anche il vantaggio di mantenere quasi inalterata la porosità dell'intonaco, facilitando così l'asciugatura delle pareti e la ventilazione capillare di cui si è già scritto.

#### **9.4.1 - La pittura a tempera o a colla**

L'intonaco per interni poteva essere tinteggiato anche al fine di ridurre l'eventuale produzione di polvere.

Le pitture dovevano quindi garantire non solo il fissaggio del pigmento ma anche la perfetta adesione al substrato. Per tale ragione, la pittura a base di pigmenti minerali in latte di calce, che veniva facilmente abrasa, era fissata con latte bovino e in questo caso si diceva *dipintura al latte*, ovvero con colla animale o di farina. Questo tipo di finitura era però sconsigliato negli ambienti umidi perché le colle diventavano un substrato ideale per lo sviluppo di muffe. Lo stesso problema presentavano le pitture a tempera con pigmenti stemperati nei tuorli d'uovo o in soluzioni di colle animali. Come accennato, nel caso dei materiali fibro-minerali, anche per le pitture le industrie tentavano di porre rimedio allo sviluppo di germi e muffe inserendo nella composizione sostanze biocide che, essendo estremamente volatili, evaporavano immediatamente esplicando la loro azione nociva più su coloro che occupavano gli ambienti che su eventuali agenti biotici.

Nel 1898 l'Istituto di Igiene dell'Università di Palermo svolse degli studi proprio sulla ricettività e sullo sviluppo di agenti patogeni nelle pitture per pareti: in particolare le prove venivano eseguite in situ simulando condizioni reali. Per testare ad esempio la tempera *Hall's Matolin* venne tinteggiato un corridoio le cui pareti erano state intonacate con le finiture correntemente utilizzate a Palermo, il tonachino e il mezzo stucco; lo studio evidenziava la presenza di fenolo per lo 0,5%, la cui azione disinfettante e biocida era limitata solo alle prime ore di applicazione. I risultati di questi esperimenti misero in evidenza inoltre come la pittura a calce fosse da preferire a quella a tempera perché quest'ultima non poteva essere pulita per via umida ed inoltre sull'intonaco di gesso la pittura a tempera non aderiva adeguatamente, mentre risultava degradata dall'intonaco di cemento.

Le pitture a tempera o a latte di calce erano inoltre considerate migliori dei rivestimenti a vernice riguardo l'igiene visiva; questi ultimi risultavano troppo riflettenti, si ricorreva quindi a trattamenti a base di cera o di essenza grassa di trementina che ne smorzavano lo splendore



ma allo stesso tempo rendevano la superficie scabra e quindi più ricettiva nei confronti di polvere<sup>47</sup>.

Un accenno, ai fini di sottolinearne la potenziale nocività, va fatto alle finiture a base di biacca di piombo, utilizzate ad esempio per i soffitti in legno sui quali le pitture a base di calce o le tempere facevano difficilmente presa, ed all'uso che si faceva soprattutto a metà Ottocento dell'arsenico come biocida nelle pitture.

#### **9.4.2 - Le pitture ad olio**

Era nota anche l'azione nociva di alcune vernici: l'ingegnere Francesco Corradini ne *La nuova casa e le abitazioni salubri* scriveva: La casa nuova puzza di calce, è sempre fredda, umida.

*Dalle vernici fresche esalano i vapori di acqua ragia e di essenza di trementina, e questi producono un'azione tossica sul nostro organismo, e ne possono derivare coliche, vertigini, dolori al capo, indebolimento di vista, ecc*<sup>48</sup>. I regolamenti edilizi, come si è trattato nel capitolo riguardante il rapporto tra i principi d'igiene e la loro applicazione nei regolamenti, erano pertanto molto rigidi, a differenza di quanto accade spesso oggi, sui tempi che dovevano trascorrere prima di abitare un edificio.

Anche nel caso delle *vernici ad olio*, la cui base era costituita da oli essiccativi, e delle *vernici a lacca*, a base di resine, la conoscenza della composizione, dei complessi *protocolli* di posa in opera redatti dalle ditte produttrici e dei nomi commerciali, che possiamo dedurre dagli studi dell'epoca, fanno meglio comprendere alcune scelte progettuali; nello stesso tempo questi studi avevano un risvolto pratico immediato poiché consentivano di individuare più facilmente sostanze potenzialmente pericolose e di indirizzare eventuali azioni di bonifica.

Tra i componenti utilizzati nell'edilizia storica e più recente per le vernici, quello che attualmente desta maggiori preoccupazioni per la salute pubblica riguardo alle pitture nell'edilizia tradizionale, proprio perché utilizzato diffusamente fin dalla seconda metà dell'Ottocento per l'elevato potere coprente, è anche in questo caso la biacca di piombo: questa sostanza degradandosi dà luogo a polvere che può essere ingerita o respirata.

Le vernici ad olio si realizzavano con due passate di olio di lino cotto su uno strato di malta di calce finissima; a disseccamento avvenuto si lisciava con pomice ed acqua e si sovrapponevano due strati di vernice a biacca. La biacca dava corpo alla vernice, che così riempiva tutte le discontinuità; le vernici ad olio realizzate in tal maniera risultavano molto economiche e indubbiamente igieniche perché impermeabili e lisce, ragion per cui si possono ritrovare ad esempio negli edifici scolastici realizzati nei primi decenni del XX secolo.

---

<sup>47</sup> Questo tipo di finitura veniva definito a Roma *verniciatura opaca*. Vedi Spataro D., op. cit..

<sup>48</sup> Corradini F., op. cit..



Fig. 9.18 – Le carte e le stoffe da parati verdi sono state a lungo la prima causa di avvelenamento da arsenico.

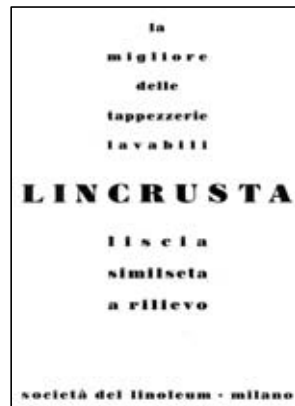


Fig. 9.19 – (da "L'Edilizia moderna").

Sullo strato di biacca, nelle costruzioni in cui dovevano essere garantite condizioni igieniche superiori alla media, si applicavano le cosiddette *pitture verniciate*<sup>49</sup> che davano alle superfici delle pareti l'aspetto di smalto: lisce, brillanti e durissime, potevano essere facilmente lavate e disinfettate.

#### 9.4.3 - Le tappezzerie

Si fa un breve cenno ai rivestimenti parietali con tappezzerie<sup>50</sup> non solo per ribadire che il loro impiego era ovviamente sconsigliato dagli igienisti, ma anche per porre l'accento sul fatto che in alcuni casi le sostanze con cui erano colorate queste carte e stoffe potevano risultare tossiche.

Più volte si sono ritrovati nelle riviste tecniche del tempo articoli riguardanti casi di avvelenamento da piombo o da arsenico<sup>51</sup>. In particolare l'arsenico era presente sia come colorante<sup>52</sup>, il *verde di arsenico*, che come additivo delle colle organiche che in tal maniera non venivano attaccate da insetti o muffe. Il pericolo delle carte da parati verdi poteva anche derivare dalla polvere che si liberava da queste per usura. L'uso delle sostanze coloranti che contenevano arsenico, come il verde di *Scheele* o di *Schweinfurt*, che è un arsenico di rame, il *realgar*, ossia arsenico rosso, e l'*orpimento*, giallo, venne vietato in Italia con Decreto Ministeriale in data 12 giugno 1890; il decreto riguardava non solo le carte da parati ma anche tappezzerie, mobili ed abiti. Nonostante ciò l'arsenico continuò ad essere utilizzato come componente biocida in alcune pitture o nei materiali che contenevano fibre organiche.

La consuetudine di applicare i nuovi strati di carta su quelli precedenti risultava particolarmente deleteria nel caso di presenza di arsenico, che continuava ad essere reso volatile anche grazie all'azione disgregante delle muffe.

Nei primi decenni del Novecento si diffusero alcuni tipi di rivestimenti parietali lavabili, tra questi la *licrusta* (Fig 9.19), a base di olio di lino come il linoleum, e il *pegamoid* erano apprezzati anche per le proprietà microbicide; queste finiture erano applicate con mastici senza componenti organici, atti a non produrre muffe.

<sup>49</sup> A questa categoria di vernici appartengono la *Pozzi* e la *Psicrogranoma*, molto diffuse ed oggetto di studi riportati su molte delle riviste di ingegneria sanitaria dell'epoca.

<sup>50</sup> All'inizio del '900 oltre alle tappezzerie in stoffa si producevano le cosiddette carte da parato lavabili dette anche sanitarie. Tra queste ricordiamo la *Lincrusta Walton*, composta da olio di lino e segatura di legno spalmati su tela e pressati, ed il *Pergamoid*, un tessuto ricoperto di celluloido variamente colorata molto resistente ed ininfiammabile.

<sup>51</sup> Goseo G., *Arsenio-muffe sulle carte da parato*, "Rivista d'Igiene", Torino, 1892.

<sup>52</sup> Biginelli F., *Composizione e costituzione chimica del gas arsenicato nelle tappezzerie*, "Rendiconto dell'Accademia dei Lincei", Roma, 1900.

#### **9.4.4 - Le "incrostature": lastre, maioliche, tavole**

Riguardo ai rivestimenti parietali ad elementi si possono fare le stesse considerazioni enunciate per le pavimentazioni; si aggiunge in più l'uso che venne fatto di grandi lastre di vetro allettate con cemento o con gesso.

Questo sistema, adottato nei primi anni del '900 nell'Ospedale militare di Roma, non ebbe grande diffusione a causa delle frequenti rotture degli elementi dovute agli urti e alle dilatazioni termiche delle lastre che non potevano essere compensate dovendo ridurre al minimo lo spessore dei giunti.

#### **9.4.5 - Rivestimenti per pareti verticali e batteriologia.**

L'igiene dei rivestimenti di pareti verticali era valutata, come accennato all'inizio, anche in base alla ricettività nei confronti della polvere e dei microrganismi.

Le esperienze effettuate in Italia all'inizio del XX secolo erano considerate all'avanguardia anche a livello europeo; in particolare uno studio del 1898 del dottor Lo Bosco dell'Istituto d'Igiene di Palermo, *Le pareti della casa come mezzo di conservazione e propagazione dei batteri patogeni*<sup>53</sup>, per completezza e modernità venne spesso citato nella letteratura tecnica del tempo.

La scelta della finitura più opportuna dal punto di vista igienico, poiché ogni rivestimento presentava una maggiore o minore efficacia in relazione al tipo di agente patogeno, poteva essere eseguita in relazione alla storia epidemiologica di una città, verificando quali erano le epidemie più frequenti per poter scegliere le soluzioni costruttive ed i materiali più efficaci per contrastarle. In questo senso si può affermare che furono proprio gli igienisti, insieme e forse più che gli architetti a disegnare le città tra XIX e XX secolo<sup>54</sup>.

A Palermo, il dottore Lo Bosco prese in esame i sei tipi di finiture per pareti più diffusi: *stucco lucido; intonaco formato da ricciato, rinzaffo e finito con biancheggatura di latte di calce; semplice rinzaffo con biancheggatura; tempera di colore azzurro; carta da parato priva di sostanze battericide; vernice a smalto*<sup>55</sup>.

Le prove vennero eseguite rivestendo le pareti di una stanza con le sei finiture suddette, inquinandone le superfici con batteri patogeni (*tifo, colera, pneumonite, difterite, carbonchio, stafilococco piogeno, tubercolosi*) e prelevando campioni a scadenze determinate dopo aver

---

<sup>53</sup> Lo Bosco A., *Le pareti della casa come mezzo di conservazione e propagazione dei batteri patogeni*, Istituto d'Igiene di Palermo, Lavori del 1898.

<sup>54</sup> Benevolo L., *Storia dell'architettura moderna*, Roma, 1993.

<sup>55</sup> In particolare negli esperimenti del dottor Lo Bosco viene esaminata la vernice a smalto *Psicroganoma* della ditta Ratti e Paramatti di Torino.



Fig. 9.20 – Studio del dott. Lo Bosco sulle caratteristiche igieniche delle pareti.

monitorato le condizioni di temperatura ed umidità. I due aspetti tenuti in considerazione per la valutazione igienica delle pareti erano la *ricettività* ed il *potere di auto-depurazione*.

La ricettività nei confronti dei germi patogeni dipendeva chiaramente da fattori fisici come la levigatezza del supporto ed il tipo di porosità: le superfici più lisce e compatte risultavano indubbiamente meno ricettive. Lo stucco lucido e la vernice a smalto fornivano le migliori garanzie di igiene, seguivano la carta decorativa, l'intonaco ricciato, la pittura a tempera ed infine, proprio per la sua scabrezza e porosità, l'intonaco rinzaffato.

Dallo studio si deduce come l'effetto di "auto-depurazione" delle pareti, una volta cessata la causa inquinante, dipendesse invece sia dalla natura del rivestimento che dal grado di umidità della parete stessa: se questo era elevato, la vitalità e la virulenza dei microrganismi era di molto prolungata. Anche sotto questo aspetto lo stucco lucido risultava, seguito dalla vernice, la finitura più igienica: se infatti il *bacillo del tifo*, il *vibrione del colera* ed il *diplococco pneumonico*, indipendentemente dalla finitura, riuscivano a sopravvivere 24 ore, gli altri microrganismi restavano vitali anche alcuni mesi, il bacillo della tubercolosi sopravviveva due mesi sullo stucco lucido, dai quattro ai cinque mesi sugli altri rivestimenti.

Le caratteristiche igieniche del rivestimento a stucco lucido, messe in luce anche dagli studi batteriologici, ne facevano, nonostante i costi elevati<sup>56</sup>, il tipo di finitura più diffusa tra Ottocento e Novecento nell'edilizia di pregio palermitana, in particolar modo negli ambienti comuni.

Quanto alle vernici a base di catrame, oltre al pregio dell'impermeabilità, presentavano anche un'azione microbicida, limitata però al primo periodo di applicazione.

1	} Stucco lucido Vernice a smalto	} . . . . poco favorevoli alla vitalità dei batteri	}	}	}
2					
	} carta decorativa intonaco ricciato	} . . . . . più favorevoli	}	}	}
3.					
	} dipintura a tempera — ancora più favorevoli	}	}	}	}
4.					
	} intonaco rinzaffato — molto più favorevole	}	}	}	}

Fig. 9.21 – Risultati dello studio di Lo Bosco (da Spataro).

Nel caso si volesse procedere al risanamento di vecchi intonaci insalubri questi potevano rendersi impermeabili con trattamenti a base acido silicico, vernici ad olio, cere, e smalti; l'intonaco a base di cemento non poteva essere trattato con tali sostanze che venivano degradate dal cemento stesso, si preferiva pertanto una spalmatura con "vetro solubile"<sup>57</sup>.

<sup>56</sup> Il costo nel 1900 variava dalle 5 alle 25 lire al mq.

<sup>57</sup> I vetri erano resi solubili in acqua bollente aggiungendo potassa in eccesso: era il caso dei *vetri solubili di Fuchs*; grazie a questa proprietà era possibile realizzare delle saldature o delle "malte" per i vetri. Applicato a caldo, il *vetro solubile di Fuchs* diventava, dopo il raffreddamento e l'evaporazione dell'acqua, un legante trasparente ed inalterabile a temperature ordinarie, che consentiva anche la chiusura ermetica delle lastre sovrapposte garantendo migliori

Le pareti inquinate da acque provenienti da scarichi domestici, che non potevano essere bonificate diversamente, si risanavano rendendo le superfici impermeabili. In tal maniera si eliminava la trasudazione all'interno degli ambienti e si inibiva l'azione dei batteri denitrificatori, che, attraverso un processo aerobico che decomponeva l'ammoniaca, contribuivano alla produzione di sali con conseguente comparsa di efflorescenze saline in superficie. Per lo stesso fine, piuttosto che rendere impermeabili le superfici, erano utilizzate in alcuni casi spalmature con solfato di rame.

I materiali lapidei naturali e gli intonaci potevano contenere, per loro stessa natura, sali, la cui igroscopicità manteneva perennemente umide le murature; quindi era considerato di fondamentale importanza, per una *costruzione igienica*, la valutazione preliminare del contenuto di sali nelle pietre, in modo da evitare l'impiego di quelle che ne presentavano in eccesso.

#### **9.4.6 - L'influenza del colore dei rivestimenti sulla salubrità visiva degli ambienti**

Un accenno va fatto all'influenza dei colori sull'igiene visiva, argomento che interessava gli igienisti sia a scala urbana che per il singolo ambiente.

Poiché le superfici per diffondere uniformemente la luce non dovevano presentarsi né eccessivamente opache né troppo splendenti, si preferivano a tal fine le finiture con granitura molto fine. In genere le tonalità dell'azzurro e del verde chiari erano ritenute adatte alla salute degli occhi; oggi sappiamo che il verde e l'azzurro sono i colori per i quali l'occhio umano ha la massima sensibilità per condizioni di illuminazione intermedie. Se il locale era molto illuminato era da preferire il giallo stemperato da una punta di grigio. Anche questa affermazione ha trovato una spiegazione scientifica: il giallo è infatti il colore di massima sensibilità per condizioni di illuminazione elevate. Secondo questi principi era preferibile utilizzare colori chiari per stanze da lavoro, cucine, corridoi e scale, colori più scuri per sale da pranzo e camere da letto.

---

condizioni igieniche grazie alla perfetta tenuta alla penetrazione dell'acqua e dell'aria. Vedi a proposito Revue Générale de l'Architecture, 1862.

## Capitolo 10

L'edificio scolastico.  
L'aspirazione igienico-salubre ottocentesca  
e gli odierni criteri di sostenibilità

*L'area della scuola, la sua orientazione, l'aria e la luce e la misura loro e la loro direzione, tutto è oramai studiato, determinato, fissato scientificamente, per cui nulla rimane in balia dell'arbitrio, nulla esposto al pericolo di una critica indotta e spensierata. In questi tempi di scientifiche esattezze, la scuola è divenuta pur essa uno strumento di precisione<sup>1</sup>.*

architetto P. Vitanovich, 1885.

Tra le cosiddette "tipologie sensibili", le scuole e gli ospedali sono considerate oggi quelle maggiormente ricettive nei confronti delle nuove tendenze del "costruire sostenibile".

Gli ospedali rappresentano probabilmente il tipo edilizio più avanzato dal punto di vista della sostenibilità espressa attraverso una rilevante componente tecnologica che coniuga salubrità, dell'igiene e dell'economia di risorse; gli edifici scolastici, soggetti a minori restrizioni riguardo le condizioni ambientali, sono invece diventati un campo di sperimentazione, ed in alcuni casi di riscoperta, di sistemi costruttivi e soluzioni tecnologiche in grado di trarre "sostentamento" energetico e materico dall'ambiente stesso in cui si trovano. Questo ha permesso, in alcuni casi emblematici, di riallacciare quelle relazioni tra ambiente naturale ed ambiente artificiale allentatesi a partire dal secondo dopoguerra.

Le scuole e gli ospedali rappresentano esempi di edilizia pubblica in cui in passato hanno trovato forma concreta le aspirazioni di igiene ed economia, oggi trovano applicazione i moderni criteri di sostenibilità: ciò che nel passato, anche recente, era esclusivamente correlato all'aspetto igienico dell'abitare, oggi si riflette nei concetti di biocompatibilità dei materiali, delle soluzioni costruttive e nella tendenza al miglioramento della qualità dell'aria interna; in più, ciò che prima era richiesto per motivi di carattere esclusivamente economico, oggi è imposto da una comune coscienza ecologica che si pone, tra gli altri, anche l'obiettivo della valorizzazione delle risorse naturali e del risparmio energetico.

Come più volte sottolineato in precedenza, la salubrità dei materiali e dei componenti, la ventilazione e l'illuminazione naturale e l'igiene visiva sono temi ricorrenti nel panorama del

---

<sup>1</sup> Vitanovich P., *Le nuove scuole elementari alla Reggia Carrarese costruite in Padova nel 1880 dall'architetto Camillo Boito*, in "Il Politecnico", vol. 33, 1885.

“costruire sostenibile”, ed in particolare nelle applicazioni relative ad edifici scolastici. In molti di questi, realizzati recentemente, i progettisti tornano ad associare gli aggettivi “economico”, comprendendo nell’accezione più generale anche quella di economia ambientale, ed “igienico”, binomio divenuto sinonimo di modernità già nell’architettura razionalista.

Alcune tesi attuali sostengono si possa ricercare l’origine dell’attuale approccio ecosostenibile al progetto edilizio nei criteri che contraddistinguevano l’edilizia igienico-salubre<sup>2</sup> e che avrebbero influenzato l’architettura a partire dalla seconda metà del XIX secolo; ciò viene avvalorato dalla circostanza che le tipologie care agli ingegneri igienisti dell’epoca, vale a dire scuole, ospedali e case operaie, si pongono ancora oggi al centro del dibattito sulla sostenibilità, stimolando la sperimentazione e fornendo esempi che contribuiscono alla definizione di un modo di costruire che chiamiamo ecosostenibile.

L’interpretazione data dai tecnici delle nuove tipologie edilizie ottocentesche ed il parallelo sviluppo delle tecnologie costruttive risultano sufficientemente conformi al modo di concepire gli edifici dei progettisti contemporanei; ciò consente da una parte un confronto sui temi della sostenibilità tra l’edilizia storica e quella contemporanea, dall’altra una migliore comprensione di una parte del patrimonio edilizio storico, in molti casi di qualità, chiamato tutt’oggi, come spesso avviene nel caso dell’edilizia scolastica, a rispondere ad esigenze attuali.

Inoltre, la maggiore attenzione al risparmio delle risorse che caratterizzava quel periodo - conseguenza della difficoltà di approvvigionamento, delle minori possibilità di trasporti e delle ridotte potenzialità e disponibilità di fonti energetiche ad alto rendimento - rende particolarmente interessanti alcune soluzioni adottate al fine di sfruttare adeguatamente le scarse disponibilità energetiche, in particolare quelle che oggi definiamo fonti energetiche rinnovabili, ottimizzando il rapporto edificio-ambiente esterno al fine di rendere confortevole l’ambiente interno.

L’attuale tendenza all’impiego di materiali e tecniche costruttive tradizionali, criterio che contribuisce alla caratterizzazione dell’edificio sostenibile, rende opportuno un approfondimento di alcuni aspetti della storia dell’edilizia del periodo a cavallo tra XIX e XX secolo. In quel periodo, infatti, era ancora viva una regola dell’arte “locale” che consentiva alla manodopera di tradurre in maniera artigianale e attraverso la propria esperienza le nuove tecniche costruttive promosse dalle riviste del tempo, dandone un’interpretazione originale attraverso l’uso di materiali tradizionali. Così, pur diffondendosi in tutto il mondo occidentale una comune teoria riguardante i nuovi sistemi costruttivi, in molte aree geografiche, ed in particolar modo in Sicilia, queste nuove tecniche e tecnologie venivano interpretate da maestranze locali che fondevano materiali e conoscenze già consolidate con i nuovi stimoli provenienti da aree maggiormente sviluppate industrialmente.

<sup>2</sup> Vedi a tal proposito Bertagnin M., Pietrogrande E., *La salubrità dell’abitare all’origine dell’approccio ecosostenibile nell’architettura del moderno in Germania e in Italia*, Monfalcone (Gorizia), 2002.

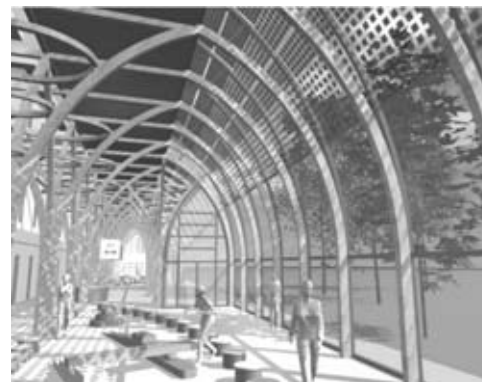
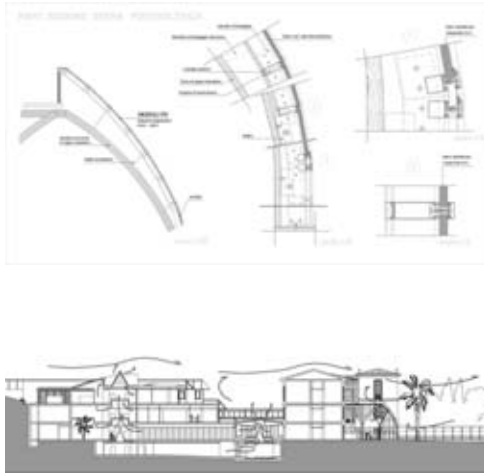


Fig. 10.1, 2, 3, 4 – Progetto di ristrutturazione ed ampliamento del Meyer Hospital, arch. Marco Sala.



Ovviamente, l'applicazione di materiali tradizionali alle nuove tecniche costruttive presupponeva un'approfondita conoscenza dei materiali da parte dei progettisti e degli esecutori, conoscenza che, grazie agli studi degli igienisti, era anche fisica, chimica e biologica.

Tale cultura materica andò perduta quando l'edilizia divenne un'attività artigianale attraverso la quale si ponevano in opera materiali di produzione industriale. All'attenta scelta e differenziazione dei materiali, principio che, come visto in precedenza, garantiva oltre all'economicità anche un elevato livello qualitativo del manufatto, si sostituì, in molti casi, il principio di indifferenziazione dei materiali, anche a livello territoriale, tipico di una produzione industriale avanzata. Tale principio rispondeva sicuramente all'esigenza di economia, ma, in alcuni casi, molto meno a quella di qualità del costruito.

Inoltre, la conoscenza dei materiali costitutivi e dei "meccanismi di funzionamento" del manufatto edilizio è attualmente divenuto il presupposto per una riabilitazione sostenibile e compatibile di molta dell'edilizia otto-novecentesca che costituisce gran parte del nostro patrimonio edilizio di elevata qualità architettonica per le nostre città.

D'altra parte, l'aspetto di molte delle nostre città è proprio il frutto delle riconfigurazioni tardo ottocentesche, che rispondevano ad esigenze e presentavano tipologie molto simili a quelle odierne. Sembra pertanto opportuno far riferimento, nello studio dei materiali tradizionali e dei sistemi di illuminazione e ventilazione naturale, a questi modelli piuttosto che ad altri, troppo distanti temporalmente, tipologicamente, geograficamente e forse anche assai meno presenti quantitativamente.

### 10.1 - Gli studi degli igienisti e la caratterizzazione "scientifica" dell'edificio scolastico.

#### Definizione ottocentesca del "tipo" e diffusione novecentesca dei "modelli"

L'esame dei principi e degli studi, che nella seconda metà dell'Ottocento portarono alla definizione della tipologia scolastica, risulta di particolare interesse per avvalorare la tesi di un'origine degli attuali criteri di sostenibilità in edilizia nella moderna istanza di igiene ed economia applicata alle costruzioni; basti pensare come l'illuminazione e la ventilazione naturale, l'ottimizzazione dell'orientamento della fabbrica e la salubrità dei materiali da costruzione, temi centrali per l'edilizia sostenibile, furono gli spunti progettuali attorno ai quali prese forma la nuova tipologia scolastica.

L'elevato numero di esempi disponibili nella letteratura del periodo cui si fa riferimento e l'attenzione posta da parte di ingegneri, architetti, medici e pedagoghi alla qualità dell'aria, della luce naturale e all'igienicità dei materiali in questi edifici, consente di individuare una vasta e rappresentativa casistica. Gli aspetti igienici nelle costruzioni per l'istruzione continuarono ad essere tenuti in grande considerazione anche nel corso del XX secolo, tanto che le scuole



erano oggetto delle esercitazioni progettuali dei corsi d'igiene anche nelle *Scuole di applicazione per gli Ingegneri*<sup>3</sup>.

Per la completa definizione della tipologia scolastica fu sufficiente mezzo secolo, dalla metà del XIX ai primi anni del XX; in quegli anni *nessun giornale tecnico trascurò di trattarla, ma nello stesso modo che l'avrebbe trattata un giornale di medicina o di pedagogia*<sup>4</sup>.

Si deve tenere presente inoltre come gli edifici scolastici, ed in particolare gli asili, possono considerarsi la trasposizione in architettura dei precetti della scienza pedagogica, della medicina e l'applicazione degli studi di fisici e chimici. Le scuole risultano pertanto un compendio di quanto ci fosse di più avanzato nel campo dell'edilizia per quanto concerne gli aspetti igienici. Come scriveva nel 1885 l'architetto P. Vittanovich *in questi tempi di scientifiche esattezze, la scuola è divenuta pur essa uno strumento di precisione*<sup>5</sup>.

Come in seguito sarà specificato, si può affermare che l'edilizia scolastica sia stata la tipologia in cui le condizioni di illuminazione naturale, il rapporto tra quantità e qualità della luce, lo studio delle modalità di penetrazione della luce stessa sono state maggiormente approfondite, tanto da influenzare e caratterizzare, ad esempio, la distribuzione delle aperture sui prospetti.

Le numerose memorie riguardanti concorsi per la progettazione di edifici scolastici pubblicate tra Ottocento e Novecento su riviste specialistiche, tra le quali *Igiene Scolastica* e la *Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna*, sono indice dell'interesse dimostrato e dell'importanza attribuita dai progettisti agli aspetti igienici in un edificio scolastico. Le relazioni redatte dalle Commissioni giudicatrici costituiscono un'importante testimonianza e rendono spesso esplicito il passaggio dagli studi teorici alle normative e regolamenti, e da questi alla pratica progettuale. Quest'ultimo passaggio si consoliderà secondo schemi precisi che contribuiranno alla definizione nei primi anni del '900 della tipologia dell'edificio scolastico come espressione dell'edilizia igienico-salubre; sempre nei primi decenni del XX secolo, questo legame tra scuola e funzione sanitaria sfocerà in alcune realizzazioni particolari, come le scuole all'aperto e le scuole sanatorio cui si accennerà in seguito.

Il carattere specialistico dell'edificio scolastico venne definito nel corso di mezzo secolo attraverso le stesse esigenze poste dai suoi elementi principali interni. Ad esempio, la forma rettangolare allungata delle aule si confaceva maggiormente delle altre al sistema di illuminazione unilaterale giudicato meglio rispondente alle esigenze di igiene visiva; in più le aule occupavano la porzione più rilevante dell'intera costruzione, sul fronte meglio soleggiato e

<sup>3</sup> Manfredi L., *Corso di igiene*, Palermo, 1926.

Cibrario A., *Lezioni di Igiene edilizia*, Torino, 1935.

<sup>4</sup> Donghi D., *Manuale dell'Architetto*, op. cit..

<sup>5</sup> Vittanovich P., op. cit..



Fig. 10.5 – I temi dell'igiene edilizia erano, ancora nella prima metà del XX secolo, oggetto di specifici corsi nelle facoltà di ingegneria.



Fig. 10.6 – Raccolta di progetti-tipo pubblicati dal del Ministero dell'Istruzione Pubblica e redatti dall'ingegnere del *Real Genio Civile* Enrico Bovio.

illuminato. Soddisfacendo queste esigenze, che necessariamente imponevano configurazione, ampiezza e distribuzione delle aperture nei prospetti principali, veniva attribuito all'edificio un carattere ed una specificità che lo distinguevano nettamente, ad esempio, dagli edifici per abitazione che, al contrario, esigevano per la sistemazione degli arredi ambienti con ampie superfici piene. L'architettura degli esterni dell'edificio scolastico lasciava così indovinare la divisione interna delle aule, rendendo esplicita la relazione tra la distribuzione delle finestre e le esigenze di illuminazione ed aerazione.

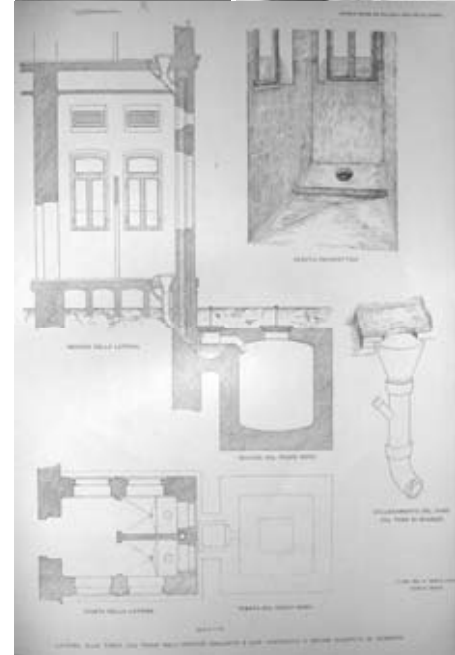
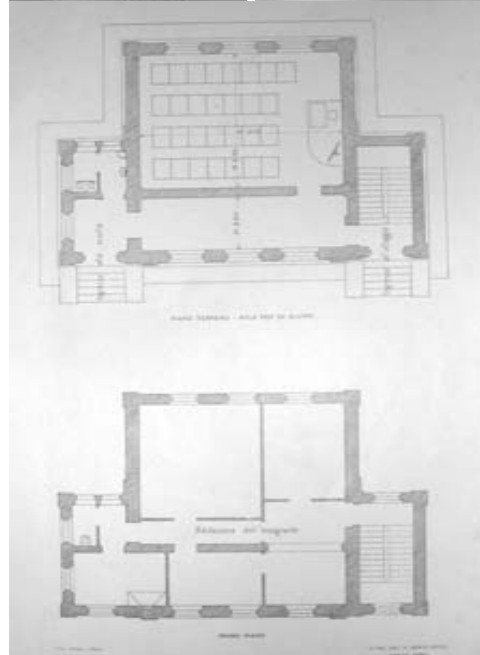
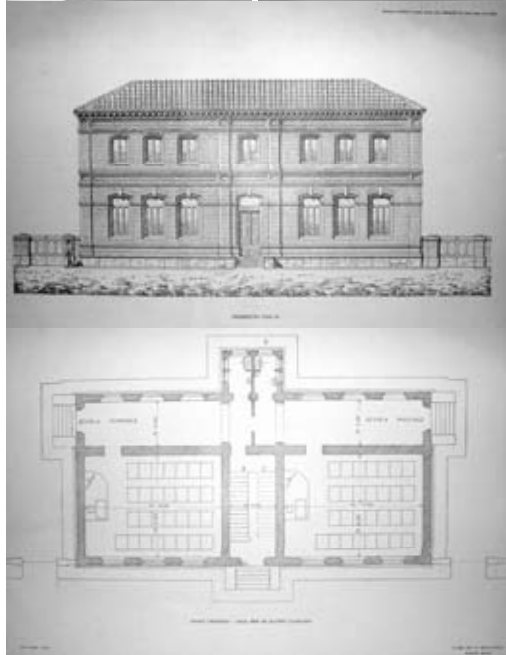
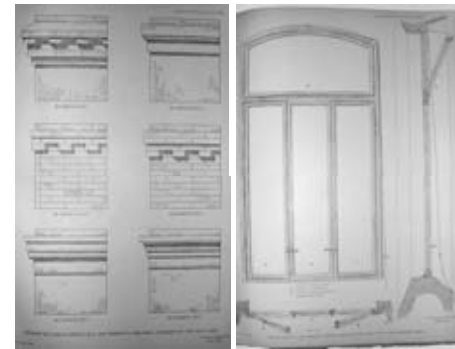
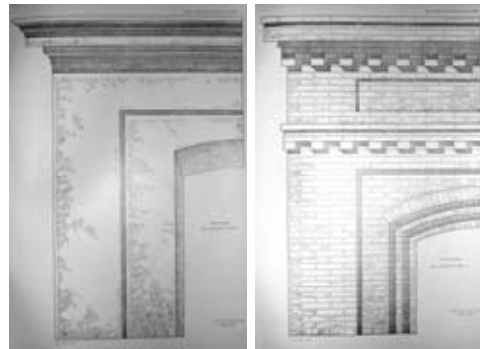
Le finestre tripartite divennero pertanto l'elemento caratterizzante: i maschi delle pareti finestrate erano ridotti quasi a colonne, mentre gli spazi principali pieni più larghi nel prospetto segnavano le divisioni interne tra le aule. L'involucro esterno si smaterializzava progressivamente, evidenziando in tal modo la finalità di dare maggior luce ed aria alle classi, quasi come se fossero spazi all'aperto.

Nel 1914, il professore Luigi Pagliani<sup>6</sup> sottolineava quanto fosse errato esigere per l'architettura degli edifici scolastici *un tipo speciale ed uniforme* da ripetersi in ogni località; egli contestava ciò che oggi, a quasi un secolo di distanza, si contesta allo stile internazionale, considerato quasi sempre inconciliabile con i criteri di sostenibilità.

L'osservazione del professore Pagliani si dimostrò in seguito fondata: nel momento stesso in cui l'edilizia scolastica si consolidò come tipologia, il "tipo" divenne "modello" e, in molti casi, anche una riproposizione acritica di schemi: intorno al 1910, il Ministero dell'Istruzione Pubblica propose una raccolta di progetti-tipo redatti dall'ingegnere del *Real Genio Civile* Enrico Bovio (Fig. 10.6), una sorta di catalogo dal quale *i Comuni in seguito a scelta fra le piante qui contenute potranno richiedere al Ministero l'occorrente fascicolo col progetto completo*<sup>7</sup>. Da questo momento, fino a quando negli interventi di edilizia scolastica degli anni '20 e '30 il linguaggio modernista approderà ad un minimalismo tendente ad estremizzare la natura economica dell'intervento, l'imposizione di un modello con schemi, forme e dimensioni prestabilite in molti casi negò, soprattutto per le scuole di piccole dimensioni, non solo l'atto progettuale ma anche il rapporto tra edificio, ambiente e cultura locale.

<sup>6</sup> Pagliani L.; *Architettura scolastica*, in "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna", n. 16, Torino 1914.

<sup>7</sup> Ministero della Istruzione Pubblica, *Raccolta delle piante contenute nei fascicoli dei progetti-tipo di edifici per scuole elementari*, Roma, 1910.



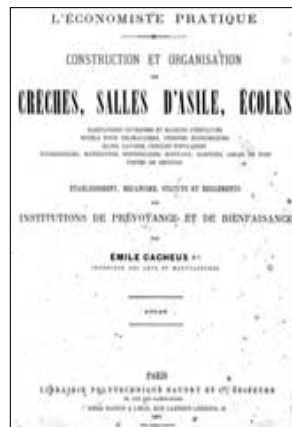
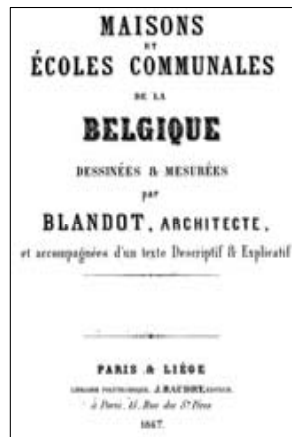


Fig. 10.7, 8 – Nei testi di Blandot e Cacheux la scuola viene individuata come tipologia edilizia.

Fig. 10.9 – (a sinistra) La raccolta di progetti-tipo pubblicati dal del Ministero dell'Istruzione forniva indicazioni precise anche in merito agli impianti, alle finiture e alla definizione formale dell'edificio scolastico.

### 10.1.1 - L'illuminazione delle classi e l'igiene visiva

#### I tre sistemi di illuminazione: unilaterale, bilaterale e differenziale

Gli studi dei medici oftalmologi di fine Ottocento dimostravano in modo inconfutabile come la miopia, che colpiva i bambini in età scolare, derivava, nella maggior parte dei casi, da un'applicazione prolungata della vista con un'illuminazione insufficiente.

In quegli anni, in cui le statistiche dimostravano l'azione deleteria di un'illuminazione insufficiente nelle scuole, si accese il dibattito sul migliore tra i sistemi d'illuminazione naturale delle aule scolastiche.

I sistemi proposti erano fondamentalmente tre: *unilaterale, bilaterale e differenziale*.

Finché si trattava del sistema unilaterale, adottato generalmente nelle scuole fino alla fine del XIX secolo, tutti convenivano nel ritenere preferibile ad ogni altra luce quella proveniente dalla sinistra anche in rapporto alla scrittura con la mano destra; quando si cominciò a proporre l'illuminazione bilaterale sorsero però vivaci discussioni sulla sua convenienza a fronte del vecchio sistema. Fra le opinioni più autorevoli su tale questione, alle quali in seguito avrebbe fatto riferimento anche la normativa italiana, ritroviamo sicuramente quelle di alcuni studiosi francesi dell'epoca: tra gli altri ricordiamo Paul Planat<sup>8</sup>, che in Francia fu uno dei primi a richiamare l'attenzione dei costruttori su questo importante argomento, gli architetti Blandot<sup>9</sup> ed Émile Trélat e l'ingegnere Émile Cacheux<sup>10</sup> (Fig. 10.8).

Quest'ultimo si dimostrava decisamente avverso al sistema bilaterale. Egli sosteneva che l'occhio, sollecitato da due luci che si incrociavano, cercava di sfuggire da una parte ad una luce troppo viva e ricercando dall'altra una luce meno forte, risentiva di una stanchezza e di una tensione che deformava l'organo visivo, paralizzandone i muscoli e distruggendone la facoltà di adattamento per la visione degli oggetti vicini; questa sarebbe stata una causa frequente di miopia.

L'illuminazione unilaterale dalla sinistra, secondo Trélat, forniva invece una luce costante, efficace, omogenea, e favorevole al lavoro, come pure allo sviluppo delle capacità visive. Egli suggeriva inoltre, per rendere ancora più efficace il sistema di illuminazione, di rivolgere a nord la parete nella quale erano aperte le finestre, in conformità con quanto si praticava per gli studi degli artisti di cui si è scritto in precedenza.

Lo stesso Trélat discusse la sua posizione davanti la *Società di medicina pubblica e d'igiene*, dove le sue teorie trovarono numerosi avversari.

<sup>8</sup> Planat P., *Cours de construction civile. Construction et aménagement des salles d'asile et des maisons d'école*, Paris, 1882.

<sup>9</sup> Blandot, *Maisons et Écoles communales de la Belgique*, Paris, 1867.

<sup>10</sup> Cacheux É., *L'économiste pratique: construction et organisation des crèches, salles d'asile, écoles*, Paris, 1885.

Gli si obiettava che il sistema di illuminazione unilaterale, fornendo una luce meno abbondante che il bilaterale, risultava spesso insufficiente. Ma secondo Trélat si poteva ovviare poichè l'altezza di una sala che riceveva la luce da una sola parte doveva essere maggiore di quella di una sala illuminata da due parti, ed abbastanza grande da fornire la quantità di luce necessaria. Come osservava però Planat, al sistema unilaterale si opponevano due ragioni: la prima derivante dalle necessità igieniche, la seconda da considerazioni di economia; ogni alunno doveva disporre di un volume d'aria sufficiente, e quindi l'altezza della classe non poteva scendere al disotto di un minimum, generalmente fissato all'incirca in 4 m. D'altra parte, se non si voleva esagerare nella spesa per la costruzione, non si poteva aumentare indefinitamente l'altezza della costruzione.

La luce unilaterale inoltre non consentiva un'illuminazione uniforme del locale; le parti più prossime alle finestre erano sempre efficacemente illuminate, contrariamente a quanto accadeva nelle parti più lontane. Per ovviare a tale problema, secondo Trélat sarebbe stato sufficiente innalzare l'architrave delle finestre, in modo che la luce del cielo penetrasse direttamente fin nelle parti più lontane della sala.

Un altro importante studio, svolto sempre alla fine dell'Ottocento sul tema dell'illuminazione naturale delle aule scolastiche, era quello dell'architetto Paul Planat: egli procedette ad un confronto ragionato dei principali sistemi di illuminazione proposti ed adottati, rilevandone le imperfezioni e facendone notare i vantaggi.

Prese in esame il *sistema unilaterale*, tralasciando l'esposizione a nord, ritenuta inadeguata dagli stessi sostenitori di questo sistema, il *sistema bilaterale*, nell'ipotesi che le aperture collocate a destra ed a sinistra degli allievi avessero la stessa superficie, essendo questa la disposizione più frequentemente adottata, ed infine il *sistema differenziale* di proposta più recente. Secondo tale sistema si praticavano delle aperture sui due lati maggiori della classe, dando alle aperture di destra una superficie notevolmente minore che alle aperture di sinistra, con lo scopo di stabilire una netta predominanza della luce che veniva dalla sinistra su quella che viene dalla destra. In linea generale, un buon sistema di illuminazione doveva anzitutto soddisfare tre condizioni: evitare di avere dei posti insufficientemente illuminati; evitare le ombre portate in avanti o a sinistra degli allievi; evitare che la luce diretta o riflessa colpisse gli occhi.

Secondo Planat il sistema unilaterale non soddisfaceva la prima condizione: questo sistema d'illuminazione non permetteva infatti, nella maggior parte dei casi, di fornire a tutti i punti della sala una luce sufficiente; pertanto non si poteva adottare l'illuminazione unilaterale se non in quelle classi la cui larghezza non superasse l'altezza delle finestre. Poiché, in pratica, l'altezza delle classi non eccedeva mai di molto i 4 m, allora per le piccole classi, la cui larghezza non superava i 4,5 m, il sistema unilaterale risultava eccellente; oltre detto limite il sistema era inopportuno, tranne che nelle regioni meridionali dove l'elevata luminosità esterna garantiva condizioni discrete anche all'interno.

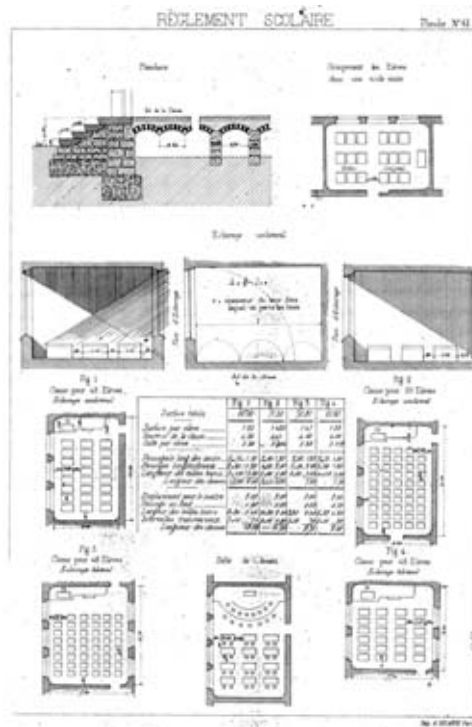


Fig. 10.10 – Dimensioni delle aule in rapporto al sistema di illuminazione (da Cacheux).

Riguardo al sistema bilaterale Planat dimostrava che l'intensità dell'illuminazione sull'asse della sala, verso il centro, era di poco inferiore a quella che si aveva in prossimità delle finestre, mentre ne differiva notevolmente alle due estremità della classe, che, in questo caso, risultavano le regioni meno favorite. Ad ogni modo, col sistema bilaterale, l'illuminazione riusciva più intensa in tutti i punti della classe, e la ripartizione della luce pressoché uniforme. Da questo punto di vista, il sistema bilaterale forniva migliori risultati del precedente. L'illuminazione bilaterale aveva però due inconvenienti: mentre le ultime file ricevevano una parte della luce quasi frontale, situazione aggravata dalla provenienza da entrambi i lati, le prime file erano illuminate, in gran parte, da una luce che arrivava da dietro, come nel sistema unilaterale; pertanto le finestre si dovevano estendere sufficientemente, tanto in avanti quanto indietro, per rimediare agli inconvenienti di una luce proveniente da dietro per i primi ranghi e dell'ombra portata degli stessi studenti.

Come anticipato, il *sistema bilaterale differenziale* consisteva nel dare alle finestre di destra una superficie complessiva notevolmente minore di quella delle finestre di sinistra, in genere la metà, al fine di ridurre l'inconveniente presentato dall'illuminazione bilaterale, la formazione cioè della doppia ombra.

Per concludere, il sistema unilaterale presentava il difetto di non illuminare sufficientemente la parte destra della classe; il bilaterale forniva una luce molto più uniforme e rischiarava ugualmente la parte destra e la sinistra della sala. Questo costituiva un grande vantaggio, ma esso era ottenuto attraverso luci contrarie che provocavano doppie ombre.

Il sistema differenziale, d'altra parte, correggeva solo parzialmente il difetto dell'unilaterale, poiché non consentiva un'illuminazione adeguata della parte destra dell'aula; questo sistema costituiva un compromesso, nel quale si ritrovavano allo stesso tempo, alquanto attenuati, i vantaggi e gli inconvenienti di ciascuno dei due sistemi a cui esso attingeva.

Il sistema unilaterale lasciava quindi la zona di destra in un'oscurità relativa, ma non dava né luci né ombre contrastanti; il bilaterale rischiarava bene tutta la sala, ma dava queste luci e queste ombre; il differenziale modificava la ripartizione delle ombre doppie, senza però sopprimerle, ed inoltre illuminava meno bene la destra della classe rispetto al sistema bilaterale semplice.

Il dibattito sui sistemi di illuminazione si concretizzò in Francia in un documento, redatto nel 1880 dalla Commissione incaricata di elaborare il nuovo regolamento per la costruzione delle scuole; alcune delle conclusioni di tale documento sarebbero in seguito servite da base per la normativa tecnico-igienica di molti Paesi europei. Nel documento si ribadiva che si poteva ottenere un'illuminazione sufficiente per mezzo di luci largamente praticate sopra un solo fianco se la larghezza della classe non eccedeva di molto l'altezza degli architravi delle finestre al disopra del pavimento. L'altezza di una classe non doveva mai superare i 4 m e, nel caso di illuminazione unilaterale, la larghezza non doveva mai eccedere i 5 metri.

Col sistema di illuminazione bilaterale, la larghezza dell'aula scolastica, per una data altezza di finestre, poteva essere due volte più grande che nel caso dell'illuminazione unilaterale. L'intensità luminosa nel mezzo della sala era doppia di quella che si otteneva alla stessa distanza dalle finestre con l'illuminazione unilaterale. La larghezza della classe non doveva tuttavia mai superare il doppio dell'altezza delle finestre.

L'illuminazione dalla parete di fondo dell'aula, se avveniva dall'alto, poteva essere utilmente associata con l'illuminazione laterale. L'illuminazione mediante un lucernario era giudicata eccellente.

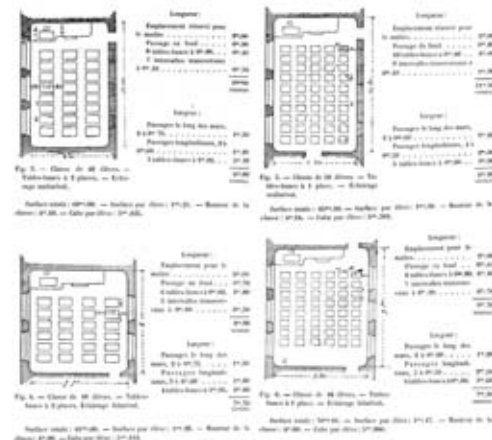
La stessa Commissione attribuiva grande importanza all'orientazione della scuola; l'asse secondo il quale erano poste in successione le aule doveva essere diretto da nord/nord-est a sud/sud-ovest e non si sarebbe dovuto mai discostare di più di 40 gradi da una parte e dall'altra dalla direzione nord-sud, a meno di condizioni climateriche eccezionali. Si raccomandava inoltre di riservare, su ambo i lati dell'edificio, una striscia di terreno inalienabile, la cui larghezza fosse doppia dell'altezza delle costruzioni più elevate che si potessero prevedere.

In Italia, in generale, e specialmente nelle regioni meridionali, il sistema d'illuminazione differenziale risultava certamente inopportuno, sia per i difetti citati in precedenza, sia perché più costoso e di più complessa realizzazione dal punto di vista distributivo. Allo stesso modo, con un solo ordine di finestre sufficientemente ampie e vicine le une alle altre si poteva avere luce sufficiente in tutti i punti delle classi; era quindi improponibile parlare di sistema bilaterale per le condizioni climatiche italiane. Il sistema bilaterale diventava invece necessario quando si realizzava un edificio scolastico in prossimità di alti edifici che lo circondavano togliendogli la luce diretta del cielo. In tale circostanza, non potendo contare che sulla luce diffusa, riflessa dai muri prospicienti, si aprivano ampie finestre sui due lati della sala; essendo scemata l'intensità dell'illuminazione, era anche assai ridotto l'inconveniente delle ombre portate, che risultavano meno vigorose, e perciò anche meno fastidiose.

### 10.1.2 - Gli studi sulla luce e sull'orientazione: i fattori localizzativi

Dal dibattito svoltosi in seno alla *Società francese d'igiene e di medicina pubblica*, cui abbiamo già accennato, si deducevano le seguenti conclusioni: nel caso dell'illuminazione unilaterale si preferivano, per il lato dal quale proveniva la luce, le esposizioni variabili fra il nord-est ed il sud-est.

Con l'esposizione sud-ovest la classe avrebbe presentato l'inconveniente di essere esposta al sole nelle ore pomeridiane, con una temperatura esterna ancora assai elevata; inoltre, si doveva tener conto che le esposizioni in direzione dei venti dominanti non permettevano in alcuni casi di tenere le finestre aperte. Per le classi non si potevano impiegare tutti i tipi di schermatura che si usavano nelle abitazioni, poiché questi mezzi erano causa di oscurità, mentre nelle scuole era necessaria innanzitutto molta luce.



**Fig. 10.11** – Le indicazioni fornite dal regolamento francese del 1878, in merito alle condizioni di illuminazione, saranno riprese anche nei regolamenti di altri Paesi e continueranno ad essere applicate ancora nella prima metà del XX secolo (da "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publics").

Nel caso dell'illuminazione bilaterale, l'asse della classe (perpendicolare ai banchi) non doveva scostarsi molto dalla direzione nord-sud. Tuttavia tre ragioni concorrevano a fargli assumere, di preferenza, la direzione da nord-est al sud-ovest. Difatti, l'esposizione al sole, da evitare in estate, era più diretta nel primo pomeriggio che a mezzogiorno; era importante quindi opporgli uno dei muri pieni che formavano le estremità della classe. D'altra parte, in inverno, tornava utile che l'aula, che doveva essere lavata tutti i giorni, venisse soleggiata largamente al mattino: l'azione ossidante e disinfettante della luce solare era infatti dimostrata, ed era opportuno che essa agisse largamente, prima dell'entrata degli allievi. Infine, verso sera, la parete esposta al nord ovest era meno riscaldata che se esposta in pieno ad ovest.

Tutte le norme sopra indicate avevano però valore, e si potevano seguire, quando il terreno su cui sarebbe sorta la scuola aveva almeno un'area doppia di quella dell'edificio, e questo era costituito da un unico corpo lineare; in tal caso riusciva sempre facile orientare la costruzione secondo le norme predette. Quando il terreno era limitato e l'edificio scolastico composto da vari corpi, come succedeva frequentemente nelle grandi scuole urbane, la questione dell'orientazione passava in secondo piano: se vi era un'ala dell'edificio orientata secondo le regole migliori, un'altra avrebbe avuto un'orientazione inadeguata; in secondo luogo, il più delle volte veniva assegnato il perimetro dell'area fabbricabile, ed allora l'orientazione non era più libera.

Gli igienisti attribuivano la massima importanza a che le costruzioni che circondavano la scuola si trovassero ad una distanza conveniente dalla medesima, funzione della loro altezza. Tutte le disposizioni prese per assicurare un'illuminazione sufficiente, e che si riferivano specialmente all'altezza, alla larghezza ed al numero delle finestre, risultavano vane quando la luce che veniva dal cielo era intercettata da edifici troppo vicini alla scuola.

Il Congresso d'igiene tenutosi a Parigi nel 1878 stabiliva che non bisognava contare, nelle scuole, su altra luce che su quella proveniente direttamente dal cielo, e che per giudicare se una classe era sufficientemente illuminata, bisognava verificare se l'occhio, collocato contro il tavolo meno favorito, vedeva ancora una frazione sufficiente della volta celeste. In particolare, per verificare tale condizione, sulla sezione trasversale di ogni classe, nell'elevazione, si tracciava una retta che, partendo dal piede del muro opposto alle finestre (nel caso di illuminazione unilaterale), o meglio da un punto del muro stesso situato all'altezza del leggio dei banchi, sfiorava l'architrave delle finestre; questa linea prolungata al di fuori non doveva incontrare alcuno ostacolo. Nel caso di un'illuminazione bilaterale dal centro della classe si tracciavano due linee passanti per gli architravi di due finestre opposte: prolungando entrambe queste linee si doveva intercettare il cielo.

Anche in Italia, con la redazione dei primi regolamenti per gli edifici scolastici, si accese il dibattito, presente da tempo anche a livello europeo, sul migliore orientamento delle aule scolastiche.



L'orientamento, *in ogni costruzione a superficie e ad orientamento libero, si presenta come prima iniziale questione da risolvere prima di addivenire allo studio della pianta*<sup>11</sup>.

I diversi Regolamenti italiani, tra cui il Regolamento ministeriale n. 12 dell'11 gennaio 1912<sup>12</sup> che definì i canoni sui quali vennero in seguito definiti i progetti, ribadirono come migliore orientamento per le aule quello a levante, non ammettendo in ogni caso quello a tramontana.

Per meglio comprendere i motivi di queste e di altre indicazioni e capirne la genesi, basti pensare che le norme italiane facevano spesso riferimento, ed in alcuni casi riproponevano in modo acritico, regolamenti e studi sul tema prodotti in Belgio, Francia, Germania ed altri Paesi che presentavano condizioni ambientali, sociali e culturali molto diverse da quelle italiane. Tra questi, il Belgio in particolare doveva essere certamente considerato all'avanguardia in tema di edilizia scolastica fin da metà Ottocento se, molto di frequente, si ritrovano riferimenti anche nella documentazione relativa alla storia dell'edilizia scolastica palermitana<sup>13</sup>.

La pubblicazione di ogni nuovo regolamento riaccendeva sulle riviste di igiene il dibattito sulla migliore orientazione: gli ingegneri igienisti, in particolare, si trovarono quasi sempre in disaccordo con l'esposizione ad est, sottolineando quanto questa fosse poco adatta per il clima e le latitudini delle regioni italiane, e ponevano l'accento sulla non opportunità di pregiudicare con disposizioni regolamentari la soluzione al quesito che *dovrebbe forse anche variare in dipendenza della località e delle varie regioni*<sup>14</sup>; in tal modo veniva anche negata la validità dei progetti-tipo proposti dal Ministero dell'Istruzione Pubblica di cui si è accennato.

L'esposizione ad est, pur avendo il vantaggio di riscaldare al mattino le aule, aveva l'inconveniente di far penetrare profondamente i raggi solari proprio durante lo svolgimento delle lezioni. D'altra parte il beneficio che si poteva trarre da questa esposizione grazie all'azione battericida del soleggiamento diretto era resa vana dall'introduzione di schermature rese necessarie per la molestia arrecata dai raggi diretti.

L'esposizione a nord era certamente da escludere perché aveva ripercussioni negative sia sull'illuminazione che sul riscaldamento, non era inoltre da sottovalutare, come evidenziato dagli studi dei pedagoghi, il disagio psicologico che arrecava ai bambini.

L'esposizione a sud e ad ovest erano considerate quelle più accettabili, anche se la scelta doveva in ogni caso essere fatta considerando le peculiari condizioni ambientali.

L'esposizione a sud era invece vantaggiosa nei riguardi del riscaldamento naturale, da tenere quanto più in considerazione perché le lezioni si svolgevano durante i mesi meno caldi

---

<sup>11</sup> Bertarelli E., *Quale orientamento deve darsi alle aule scolastiche?*, in "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna", n. 6, Torino 1914.

<sup>12</sup> *Bollettino Ufficiale del Ministero dell'Istruzione Pubblica*, Roma, 1912.

<sup>13</sup> Nei documenti d'archivio relativi ad edilizia scolastica palermitana del XIX secolo si fa spesso riferimento al testo del 1867 dell'architetto Blandot *Maisons et écoles communales de la Belgique*.

<sup>14</sup> Bertarelli E., *Quale orientamento*, *op. cit.*.

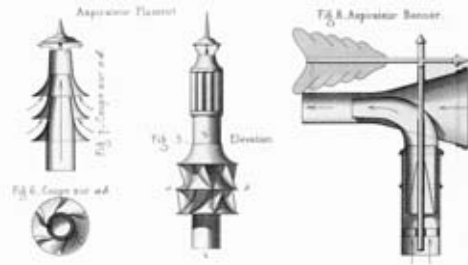


Fig. 10.12 – Alcuni esempi di mitre ventilatrici utilizzate nelle scuole francesi nella seconda metà del XIX secolo (da "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publiques").

dell'anno in cui le aule dovevano essere anche garantite dall'umidità; gli ambienti erano inoltre meglio illuminati, i raggi solari con questa esposizione non penetravano infatti in profondità e per proteggere le finestre era sufficiente uno sporto di dimensioni ridotte.

L'esposizione ad ovest consentiva il soleggiamento diretto nelle ore pomeridiane, ma, soprattutto in inverno, nel caso in cui le lezioni si svolgevano anche in queste ore, poneva il problema della schermatura delle finestre. Inoltre, studi svolti dall'architetto E. Bertarelli nei primi anni del Novecento<sup>15</sup> indicano come, anche per edifici con murature d'ambito di notevole spessore, la differenza di temperatura nel caso di esposizione a sud era superiore di quattro o cinque gradi rispetto al caso di esposizione ad ovest.

L'esposizione a mezzogiorno era pertanto consigliabile per le scuole in collina o in montagna, mentre negli altri casi, e soprattutto se le aule erano utilizzate solo al mattino, quasi tutti gli inconvenienti potevano essere risolti adottando un'esposizione a sud-ovest. Tale scelta non era il risultato di una semplice mediazione di comodo, ma nasceva, considerazione che non poteva essere applicata all'edilizia abitativa dove la permanenza era continua, dal confronto delle ore di soleggiamento con le ore in cui l'edificio era occupato e che non escludeva del tutto i benefici reali dell'esposizione a mezzogiorno.

In definitiva come scrive Bertarelli: *la definizione esatta della orientazione deve essere subordinata ancora a dati di fatto tali da permettere, tra le ragioni militanti in favore e contro ciascuna delle due soluzioni, un saldo morale che abbia valore di giudizio.*

### 10.1.3 - La ventilazione naturale negli edifici scolastici

L'importanza attribuita in Francia alla ventilazione quale presidio igienico era tale che nel 1874 venne istituita un'apposita *Commissione per il riscaldamento e la ventilazione delle scuole*, con il compito di studiare il miglior sistema di riscaldamento e di ventilazione da applicarsi negli edifici municipali e, in particolare, nelle scuole.

Gli studi della Commissione misero in evidenza come il mezzo più semplice ed efficace per ventilare un'aula era evidentemente quello di spalancare le finestre, quando la stagione lo permetteva; evitando però le correnti d'aria se le classi erano occupate. Durante la ricreazione, invece, si dovevano spalancare tutte le aperture per stabilire delle correnti che spazzassero l'aria viziata; era quindi necessario, per qualunque tipo di sistema di illuminazione adottato, che ogni classe fosse munita di aperture su due facce opposte.

Nelle stagioni fredde, quando durante le lezioni non si potevano spalancare interamente le finestre, bisognava almeno poterne aprire la parte superiore.

In Inghilterra erano molto diffusi i *ventilatori di Mackinell*, i quali altro non erano che piccoli camini di richiamo installati nel soffitto, che agivano con una efficacia tanto maggiore quanto più

<sup>15</sup> Bertarelli E., *Quale orientamento, op. cit.*

grande era l'altezza. Si potevano collocare sulla bocca esterna dei camini di richiamo delle mitre aspiratrici che, come visto in precedenza, erano in grado di migliorare il tiraggio sfruttando l'azione del vento.

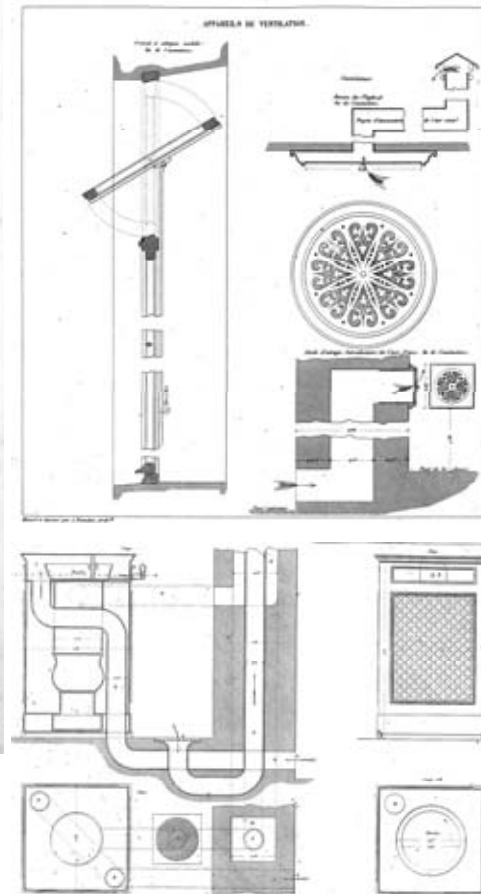
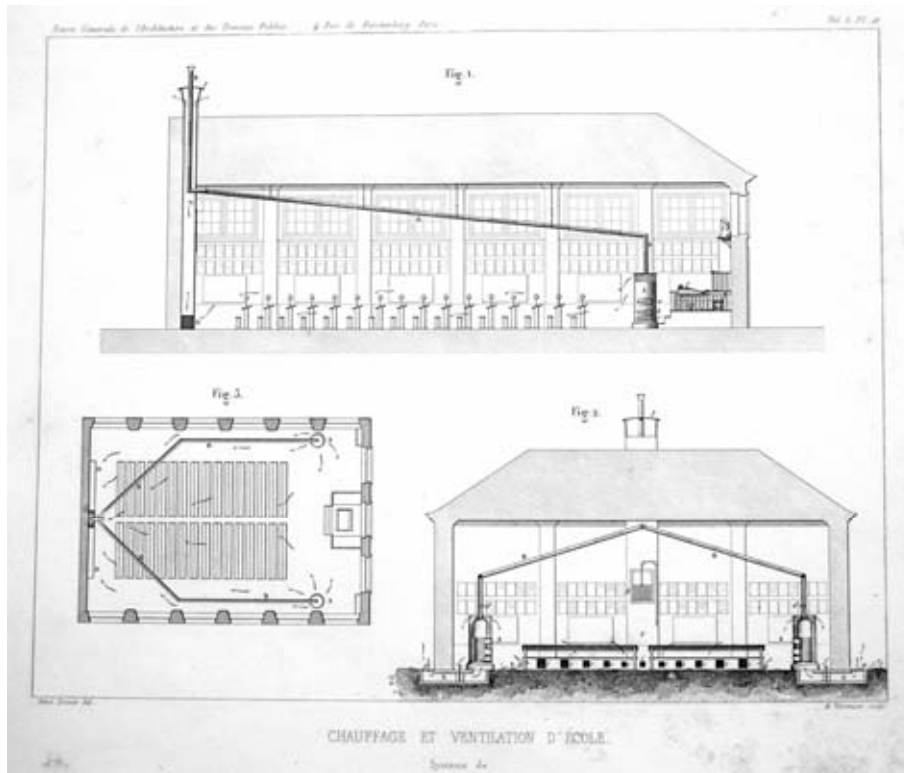


Fig. 10.13, 14, 15 – Sistemi di ventilazione e elementi tecnologici degli impianti (da Cacheux e "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publiques").

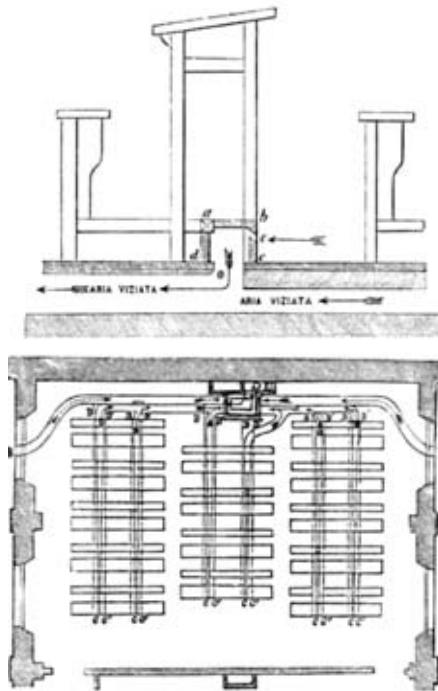


Fig. 10.16 – Ventilazione rovesciata con canali integrati nel pavimento e nei banchi (da Pareto Sacheri).

Il sistema Robson invece utilizzava una cornice metallica cava, che seguiva il perimetro dell'aula; la cornice era composta di due condotti orizzontali sovrapposti, separati da un diaframma. Il condotto inferiore, messo in comunicazione con l'aria esterna, presentava su tutta la sua lunghezza dei fori che riversavano l'aria fresca nella sala; il condotto superiore, egualmente bucherellato, dove affluiva l'aria viziata, era messo in comunicazione con un camino di richiamo; il tiraggio si produceva naturalmente per un livello più alto della temperatura interna su quella esterna. Questa disposizione era però ben lungi dall'essere perfetta: un inconveniente era quello della vicinanza delle bocche d'introduzione dell'aria fresca con quelle di estrazione dell'aria viziata, che faceva sì che l'aria pura si mescolasse, appena introdotta nella classe, con l'aria viziata che lambiva il soffitto.

Il sistema Varley, anch'esso abbastanza diffuso nelle scuole inglesi, può essere considerato una variante del precedente. I due condotti erano in questo caso separati: quello che introduceva l'aria fresca si estendeva lungo la cornice della sala su tre lati; il quarto lato era riservato ai condotti d'estrazione. Questa disposizione doveva risultare certamente più efficace della prima.

Ma il mezzo per la ventilazione estiva più semplice ed efficace nello stesso tempo, era quello che utilizzava dei condotti di richiamo che servivano per la ventilazione durante la stagione invernale, e che avrebbero dovuto esistere in tutte le aule di una scuola. Anche quando il riscaldamento veniva sospeso, questi condotti non cessavano di funzionare, la temperatura interna risultava infatti quasi sempre superiore a quella esterna.

Per estrarre in modo capillare l'aria viziata, non creando zone in cui questa ristagnasse, i canali di estrazione potevano essere posti al di sotto del pavimento della classe, con bocche in corrispondenza di ogni banco. In tal caso l'aria era aspirata in inverno per mezzo di stufe ventilatrici, in estate grazie all'azione di mitre aspiratrici o per il riscaldamento della parte superiore del camino scaldato dal sole (Fig. 10.16).

Si stimava che fosse sufficiente un ricambio d'aria minimo di 10 metri cubi all'ora per ogni allievo; gli studi dimostravano infatti come, affinché l'aria conservasse le qualità indispensabili di salubrità, la frazione di  $\text{CO}_2$  nell'aria non doveva superare 1/1000.

In Italia la soluzione più comune per il controllo della salubrità dell'aria, e, parzialmente, per assicurare un raffrescamento nei periodi più caldi, era il sistema di ventilazione naturale integrato al sistema di riscaldamento: i radiatori erano posti nei vani al di sotto del davanzale delle finestre ed un apposito registro lasciava entrare l'aria dall'esterno nelle proporzioni desiderate; l'aria si scaldava attraversando gli elementi del radiatore distribuendosi nel locale senza causare correnti moleste (Fig. 10.17). Nella parete opposta alle finestre erano ricavati dei canali in comunicazione con il locale al piano del pavimento tramite apposite bocche per l'estrazione dell'aria viziata; questi canali venivano in genere raggruppati nel sottotetto e formavano un collettore che sfociava al di sopra del tetto attraverso un camino.

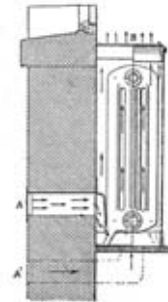
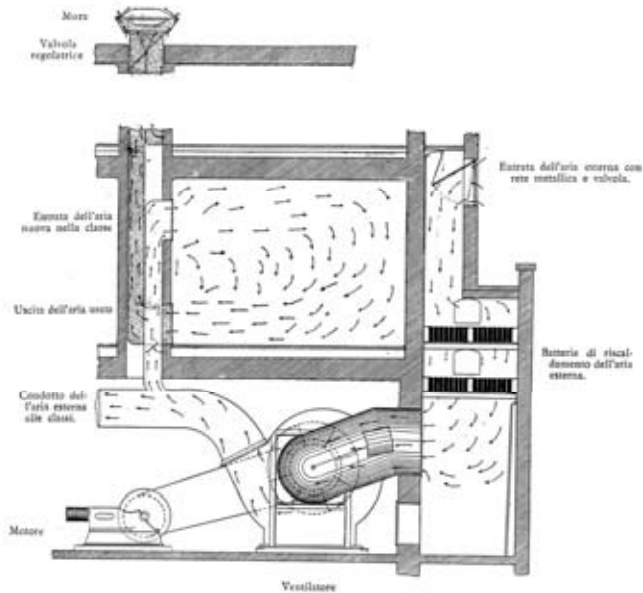


Fig. 10.17, 18 – (sopra) Radiatore bourbon. (a sinistra) Sistema di ventilazione meccanica diffuso nelle scuole degli Stati Uniti all'inizio del XX secolo (da "Rivista di ingegneria sanitaria").

Nelle aule, poco al di sotto del soffitto, erano anche posizionate altre bocchette regolabili in comunicazione con i canali di uscita che venivano aperte quando si voleva incrementare il ricambio d'aria, in particolare nelle stagioni intermedie. Per la ventilazione estiva le finestre erano munite di wasistas apribili che lambivano quasi il soffitto e consentivano pertanto l'espulsione dell'aria calda che si accumulava nella parte più alta dell'aula.

La ventilazione meccanica, già molto diffusa nelle scuole degli Stati Uniti dall'inizio del XX secolo (Fig. 10.18), non era molto apprezzata dagli ingegneri e dagli igienisti italiani<sup>16</sup>: si richiamano i sistemi *vacuum system* o *plenum system*, il primo sistema prevede l'aspirazione dell'aria dalle aule mentre nel secondo l'aria viene immessa con ventilatori, per garantire condizioni stabili di ricambio d'aria, necessitavano di una perfetta tenuta da parte degli infissi che dovevano restare sempre chiusi per non alterare i flussi d'aria all'interno delle aule.

<sup>16</sup> Pagliani L., *Istruzioni sul riscaldamento e ventilazione nelle scuole di New York*, in "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna", n. 2, Torino 1914.



Fig. 10.19 – Regolamento del 1852 per la costruzione degli edifici scolastici in Belgio (da Blandot).

## 10.2 - La traduzione normativa dei principi igienici:

### i Regolamenti e le Istruzioni tecnico-igieniche per l'edilizia scolastica.

In molti Paesi, nella seconda del XIX secolo, si assistette all'emanazione di Regolamenti ed Istruzioni tecnico-igienico<sup>17</sup> che davano forma concreta e sembravano rendere concreti ed applicabili gli studi ed i dibattiti che avevano portato illustri esponenti di diversi ambiti disciplinari a confrontarsi sul tema della salubrità degli edifici scolastici.

Le prime norme specifiche per l'edilizia scolastica furono emanate in Belgio nel 1852 e possono essere considerate, insieme a quelle francesi del 1855, la base sulla quale venne strutturata la stessa normativa italiana.

In Belgio, negli 11 articoli che componevano il *Programme relatif au mode de construction et d'ameublement des maisons d'écoles*(26-27 juin 1852)<sup>18</sup>, (Fig. 10.19), si applicavano già quei precetti igienici riguardanti l'ubicazione, l'esposizione, l'illuminazione, il riscaldamento e la ventilazione che allora erano considerati all'avanguardia.

L'importanza e la qualità delle scuole del Belgio era riconosciuta in quegli anni anche a livello internazionale: anche Palermo, dopo il 1860, quando ancora non era stata emanata una normativa per gli edifici per l'istruzione, per la realizzazione dei primi asili e scuole elementari fu chiesto esplicitamente ai progettisti di prendere a modello gli edifici realizzati in Belgio<sup>19</sup>. Ancora nel 1872, il Ministero della Istruzione Pubblica diffuse dei progetti per edifici scolastici tipo, commissionati al Capo dell'ufficio del Genio civile di Firenze, improntati sul modello di quelli realizzati in Belgio.

Riguardo la normativa per gli edifici scolastici in Italia, la legge Casati del 13 Novembre 1859, preoccupandosi di tracciare la nuova, complessiva organizzazione della scuola italiana, non aveva però affrontato i problemi logistici. Anche il regolamento di attuazione della legge<sup>20</sup>, aveva dedicato solo quattro articoli (dal 137 al 140) alla definizione dei *requisiti che si richiedono per gli spazi in cui viene impartita l'istruzione popolare*.

Le prescrizioni del regolamento si riferivano alla singola aula, o *scuola* secondo la terminologia allora in uso, e dimostravano come in quel momento storico fosse ritenuto impensabile ipotizzare la disponibilità di strutture edilizie specialistiche per dare sede all'attività scolastica. Di fatto si riteneva già un grande successo che questa potesse essere attivata, in

<sup>17</sup> Le prime norme per la costruzione degli edifici scolastici furono emanate in Belgio nel 1852, in Baviera ed in Francia nel 1855, in Sassonia ed in Austria nel 1873, in Prussia nel 1887.

<sup>18</sup> *Programme du 26-27 juin 1852 relatif au mode de construction et d'ameublement des maisons d'écoles*, in Blandot, op. cit..

<sup>19</sup> Lombardo A., *Manuale per la fondazione degli asili infantili in Sicilia compilato dal sacerdote Antonio Lombardo, Ispettore presidente la Commissione D'impianto degli asili d'infanzia di Palermo*, Palermo, 1863.

<sup>20</sup> Il regolamento di attuazione della legge fu approvato con il R. D. 15 settembre 1860 n. 4336.

qualche modo, in camere affittate presso case private o in locali disponibili nei conventi abbandonati da ordini religiosi disciolti dalle leggi Siccardi<sup>21</sup>.

L'articolo 137 si era limitato a stabilire che le aule dovessero essere salubri, con molta luce, in luoghi tranquilli e decorosi, adatte per ampiezza al numero degli allievi, e che le scuole fossero separate per sesso e, nel caso di una sola lezione giornaliera continuata, che disponessero di una grande sala o di una tettoia per la ricreazione di mezz'ora da concedere agli alunni ed, eventualmente, anche di un cortile *fornito dei principali attrezzi occorrenti agli esercizi ginnastici*.

I limiti della legge Casati, applicata con poche significative modifiche anche in Sicilia, si percepirono immediatamente. I bilanci passivi della maggior parte dei Comuni sui quali gravavano quasi tutte le spese per la creazione e il mantenimento delle scuole elementari, ed in parte anche delle secondarie, non consentivano di intraprendere un'adeguata politica di scolarizzazione. L'istruzione estesa alle masse, inoltre, veniva ostacolata dal clero cui era stato sottratto il monopolio educativo, dall'aristocrazia feudale e da una parte della classe alto-borghese. A tutto ciò si deve aggiungere anche la carenza di locali adatti alle esigenze dell'insegnamento, prive delle condizioni igieniche più elementari. D'altra parte, i complessi conventuali confiscati alle Congregazioni religiose in seguito alla Legge 7 luglio 1866 e consegnati ai Municipi perché fossero adattati a scuole non rispondevano né per qualità, né per quantità di ambienti, tranne in rari casi, ai requisiti stabiliti dal Governo. In particolare, i Comuni siciliani non furono in grado di provvedere a nuovi edifici, facendo ricorso a locali di fortuna del tutto inadeguati ad accogliere gli istituti scolastici.

In tal modo, le condizioni cui faceva riferimento la legge Casati, osservate spesso negli edifici adibiti a scuole del *civile e progredito Piemonte* o di altre regioni del Nord, quasi mai erano rispettate nel Sud ed in Sicilia: la legge Casati non era infatti supportata da un piano economico e non prevedeva sanzioni per i casi di inadempienza. L'applicazione poco attenta della legge creava incolmabili squilibri tra i Comuni gestiti da amministrazioni impegnate e quelli gestiti da amministrazioni meno efficienti, tra Comuni ricchi e Comuni poveri, tra grandi e piccoli centri, tra città e campagna, tra Nord e Sud<sup>22</sup>.

Va considerato anche che la legge fondamentale sui lavori pubblici del 20 marzo 1865 se da un lato prescriveva precise norme per la costruzione di infrastrutture, come strade, ferrovie, telegrafi, acquedotti, o per la conservazione dei monumenti artistici, dall'altro aveva tralasciato del tutto la scuola. La legge del 20 marzo 1865 aveva infatti ricalcato quella piemontese del 20 novembre 1859, per cui ne erano state escluse opere come le scuole, proprio perché in

---

<sup>21</sup> Daprà M., *La fondazione dell'edilizia scolastica in Italia. Contributo per un'analisi storica*, in «Edilizia scolastica e culturale», n. 1, gennaio-aprile 1986, Firenze.

<sup>22</sup> Daprà M., op. cit..

Piemonte le esigenze relative risultavano già in buona parte soddisfatte. Oltre a ciò, la legge del 1865 rispondeva ad un chiaro indirizzo che si intendeva allora dare alla politica dei lavori pubblici, e che, in effetti, fu poi seguito negli anni successivi. Tuttavia, il convincimento da parte del legislatore che per l'esecuzione di opere come le scuole fossero sufficienti le possibilità economiche degli Enti locali, si dimostrò per lo meno ottimistico. Le quanto mai eterogenee condizioni dei Comuni e delle Province italiane fecero in modo che in ben pochi casi le aspettative circa la spontanea realizzazione da parte delle amministrazioni locali di edifici scolastici si concretizzarono, in particolare in quella parte del territorio nazionale dove i bisogni erano maggiori e più numerosi<sup>23</sup>.

In assenza di una precisa normativa, qualche iniziativa dello Stato non bastava certamente per risolvere il problema: nella circolare del ministero della P. I. del 19 agosto 1869, si comunicava che il Ministro aveva stabilito *di concedere larghi sussidi per la costruzione di buoni casamenti scolastici* e aveva commissionato al capo dell'Ufficio del Genio Civile di Firenze dei progetti-tipo, disegnati sul modello delle scuole del Belgio, da stampare e pubblicare a cura dei Prefetti delle singole province. I progetti erano forniti gratuitamente a tutti i comuni interessati, grandi e piccoli, con l'impegno da parte del governo di anticipare le spese della costruzione<sup>24</sup>. A usufruire però più facilmente degli incentivi, tra l'altro esigui, furono i comuni più ricchi, gli unici in grado di potere restituire, anche se solo in parte e senza interessi, le somme ottenute in prestito dal governo; inutile dire, infatti, che né Palermo né altri comuni siciliani avanzarono richieste per ottenere tali benefici.

Né risultati migliori si ebbero con la legge Coppino e quella successiva del 18 luglio 1878, che sancì per prima il principio dell'intervento dello Stato a favore dell'edilizia scolastica, mediante la concessione di prestiti di favore, con saggio d'interesse ridotto. Per effetto di questa legge, in dieci anni furono accordati mutui per circa 23 milioni, che andarono per la massima

<sup>23</sup> Vedi a tal proposito Isabella F., *L'edilizia scolastica in Italia. Precedenti e prospettive*, Firenze, 1965.

<sup>24</sup> A tal proposito, una nota all'articolo 137 del Regolamento 15 settembre 1860, aggiunta al *Nuovo Codice della Istruzione pubblica* edito a Saluzzo nel 1870, si legge che *Con tale intento, il Ministero sullodato, per mezzo di Circolare 19 agosto ai Prefetti delle Provincie, notificava avere il governo stabilito: di procurare che con ogni alacrità si costruiscano case scolastiche, in quei luoghi nei quali, per mancanza di tali edifici, manca pure la scuola, che secondo le prescrizioni della legge dovrebbe esservi; che per siffatte costruzioni il Governo stesso avanzerà ad alcuni dei Comuni più volenterosi e bisognevoli le somme occorrenti, le quali entro un tempo determinato e a rate pure determinate, ciascun comune verrà restituendo, diffalcato quel tanto che per sussidio sarà concordemente stabilito; che tali edifici saranno costruiti secondo certi tipi già fissati dal Governo, giusta i disegni spediti, a cui sia lecito fare qualche piccola modificazione, purché non si alteri sostanzialmente il concetto primitivo; la nuova casa dover essere un modello nel Comune, perché altri lo imitino, e serva così ad eccitamento alla costruzione di altre case scolastiche; che infine, acciocché possa essere avanzata la somma e concesso il sussidio, è necessario che il Comune nel territorio del quale sarà costruito l'edificio, faccia una deliberazione, onde si obblighi a restituire al Governo nei tempi e modi che verranno stabiliti la somma anticipata.*



parte ai grandi Comuni e con risultati edilizi assai scadenti. La distribuzione dei fondi non favorì certo le regioni più bisognose, tra le quali la Sicilia.

Solo alla fine dell'Ottocento e nei primi del Novecento, le condizioni dell'edilizia scolastica migliorarono lentamente, anche se rimasero gravi le carenze di locali e di strutture. Questi edifici erano il risultato della prima legge organica sugli edifici scolastici, la Legge n. 5516 dell'8 luglio 1888, e delle *Istruzioni intorno alla compilazione dei progetti di costruzione di nuovi edifici scolastici* dello stesso anno<sup>25</sup>, che, a sottolineare l'influenza che queste strutture avevano sulla salute pubblica, erano definite *Istruzioni tecnico-igieniche*.

Le *Istruzioni* erano un compendio dei principi di igiene maggiormente accreditati in quel periodo; le indicazioni riguardavano la localizzazione della fabbrica che non doveva essere esposta ai venti freddi, umidi o che attraversavano aree malsane o malariche. Il terreno doveva essere permeabile e secco, in caso contrario si doveva prevedere l'impiego di materiali impermeabili per le fondazioni o l'inserimento nelle murature di strati di asfalto. L'edificio doveva essere possibilmente provvisto di piano cantinato o, dove ciò non era possibile, sopraelevato dal piano di campagna di almeno 80 cm.

L'esigenza di economicità portava alla prescrizione esclusiva di materiali di ottima qualità *fra quelli che localmente sono più facili ad aversi*. L'aspetto dell'edificio doveva essere *semplice ed elegante, tale da elevare l'animo e ingentilire il gusto della scolaresca*. Tra gli orizzontamenti venivano consigliati quelli a volta o a *doppio soffitto* per garantire l'opportuno isolamento acustico e la coibenza termica.

Riguardo gli aspetti volumetrici e distributivi, la forma *unilineare* dell'edificio era da preferire, evitando in ogni caso la disposizione a cortile chiuso che creava problemi nella esposizione delle aule e non consentiva una ventilazione adeguata. Si suggeriva inoltre di esporre le aule stesse a sud o a sud-est, esposizione certamente poco opportuna per le Regioni meridionali, al fine di ottenere un'illuminazione ottimale attraverso aperture pari ad almeno  $\frac{1}{6}$  della superficie del pavimento se l'edificio non era circondato da altre fabbriche; in caso contrario, la superficie si incrementava fino ad  $\frac{1}{4}$ <sup>26</sup>. L'altezza del parapetto doveva raggiungere quella dei banchi, mentre la parte superiore, ad arco o architravata, doveva lambire l'imposta della volta. Le finestre dovevano in più soddisfare le seguenti condizioni: fare in modo che da qualunque punto del piano superiore dei banchi si potesse vedere una porzione di cielo; dovevano essere disposte in modo che gli allievi, seduti ai banchi, ricevessero luce sufficiente dal lato sinistro, ma

<sup>25</sup> *Istruzioni tecnico-igieniche intorno alla compilazione dei progetti di costruzione di nuovi edifici scolastici*, approvate con R. Decreto n. 5806 dell'11 novembre 1888.

<sup>26</sup> La Circolare n. 13 del 23 gennaio 1898 del Ministero dell'Istruzione Pubblica ridurrà il rapporto tra superficie illuminante e pavimento a  $\frac{1}{8}$  per edifici esistenti e ad  $\frac{1}{6}$  per edifici di nuova realizzazione. Nella stessa circolare si specificava: *le finestre, sieno vicine, per quanto è possibile, in modo che i pilastri tra le due finestre contigue non formino coni d'ombra, entro cui resti immerso qualche banco scolastico*.



**Fig. 10.20** – La finestra tripartita diventa da fine '800 un elemento caratterizzante l'edilizia scolastica. Alcuni esempi di scuole palermitane (da Nicoletti).

mai di fronte né dalle spalle. Le imposte delle finestre dovevano essere preferibilmente divise in due parti, una inferiore da aprirsi in senso verticale, ed una superiore in senso orizzontale. Come sistema di schermatura potevano essere previste delle tende, preferibilmente di colore grigio, da aprirsi dal basso in alto in modo da non impedire la penetrazione della luce dall'alto che rischiarava la parte dell'aula opposta alla parete finestrata.

L'altezza delle aule prescritta era di 4,50 m per gli edifici di nuova costruzione, non inferiore ai 4 m per quelli esistenti.

In primavera e in estate la ventilazione delle classi era assicurata dall'applicazione di larghi sfiatatoi, con chiusura regolabile, nella parete opposta a quella in cui si trovavano le finestre.

Durante le stagioni fredde, la ventilazione si otteneva con l'ausilio dei sistemi di riscaldamento, i quali introducevano dal di fuori *aria presa da luogo sano*, e riscaldata ad una temperatura non superiore a 60° centigradi. Il ricambio dell'aria era calcolato in tre volumi per ora.

L'introduzione dell'aria calda avveniva ad un'altezza superiore a 3 m e diretta verso il soffitto; le bocche d'uscita dell'aria viziata erano posizionate presso il pavimento. Tra i mezzi per promuovere l'aspirazione dell'aria viziata erano consigliati *quelli con cui si trae partito dalla forza dei venti e, dove sia necessaria una aspirazione più energica, si usino canne di tiraggio promosso dal calore*. Le bocche d'immissione d'aria calda o di aspirazione d'aria viziata dovevano sempre essere difese in modo da non poter diventare deposito per lo sporco.

### 10.3 - I tópoi dell'edilizia scolastica: il passaggio dalle norme al progetto

Illustrati i criteri secondo i quali i precetti dell'igiene venivano tradotti in norme e regolamenti, sembra opportuno ora considerare come questi ultimi trovassero applicazione attraverso l'interpretazione dei progettisti.

L'esame di alcune relazioni redatte in occasione di alcuni concorsi dalle commissioni giudicatrici tra XIX e XX secolo e pubblicate sulle riviste del tempo, fanno meglio comprendere come siano nati alcuni "luoghi comuni" dell'edilizia scolastica e come questi avessero in molti casi motivazioni di carattere igienico.

Nella quasi totalità dei progetti presi in esame era prevista la separazione della sezione maschile da quella femminile, sistema che consentiva molti vantaggi: una migliore e più ordinata distribuzione dei servizi, dei percorsi di comunicazione e della vigilanza. Generalmente questa scelta progettuale si traduceva in una disposizione planimetrica ad U<sup>27</sup> (Fig. 10.21, 22), con un braccio principale possibilmente disposto a tramontana e due bracci secondari, a

<sup>27</sup> Reycond G. A., *Concorso per edificio scolastico del Municipio di Stradella*, in "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna", n. 1, Torino 1913.

levante e a ponente nei quali, in modo opportuno, venivano posizionate le aule. Per poter sfruttare l'esposizione a levante delle aule, nei due bracci il corridoio era disposto sul lato a ponente, ed anche i locali secondari erano esposti a nord o ad ovest. Le aule di forma rettangolare allungata avevano una larghezza massima di sette metri, dimensione che garantiva una corretta illuminazione naturale anche in corrispondenza della parete opposta alle finestre.

L'illuminazione unilaterale prescritta dai diversi regolamenti non consentiva però un riscontro per la ventilazione, per tale ragione nella parete che separava la galleria dalle aule venivano inserite delle finestre di ventilazione in comunicazione con il corridoio. Le finestre presentavano il più delle volte la classica tripartizione delle specchiature, le due laterali ed il soprafinestra apribili e la specchiatura centrale fissa; questa soluzione, che consentiva di arieggiare l'ambiente senza che il telaio ingombrasse l'aula, diverrà una caratteristica degli edifici scolastici realizzati tra l'Ottocento e Novecento ed anche successivamente.

Non erano ammesse aule che ricevevano luce da tramontana, ed in ogni caso era ammessa esclusivamente l'illuminazione unilaterale; i pilastri tra finestre contigue non dovevano essere troppo larghi per evitare la formazione di coni d'ombra all'interno delle aule la cui altezza non poteva essere inferiore ai 4,50 metri per nuovi edifici e di 4 metri per edifici esistenti.

Si è già accennato al fatto che lo spessore del solaio era anch'esso considerato un fattore di salubrità in quanto, se si riduceva, si rendeva disponibile un maggiore volume d'aria. I solai in cemento armato e in acciaio risultavano però molto sonori e non garantivano un'adeguata coibenza termica. Per ovviare a questi inconvenienti negli edifici scolastici, in particolare in quelli dei primi decenni del XX secolo, si diffuse l'uso dei solai con semplice soletta in cemento armato negli ambienti che non necessitavano di cassa d'aria come i corridoi, mentre nelle aule venivano utilizzati sistemi che univano alla grande leggerezza e resistenza anche un'elevata coibenza termica (solai nervati con controsoffitti Perret<sup>28</sup>, sistemi misti con travi tubolari in cemento armato costruite fuori opera e tavelloni in laterizio con camera d'aria interposta tra solaio e soffitto<sup>29</sup>).

Le pavimentazioni erano in genere realizzate in asfalto in getto monolitico o ad elementi, questo materiale univa infatti all'impermeabilità anche una presunta azione microbica, presentava però un colore *tetro* che poco si addiceva alla *sobria eleganza* che doveva caratterizzare queste costruzioni.

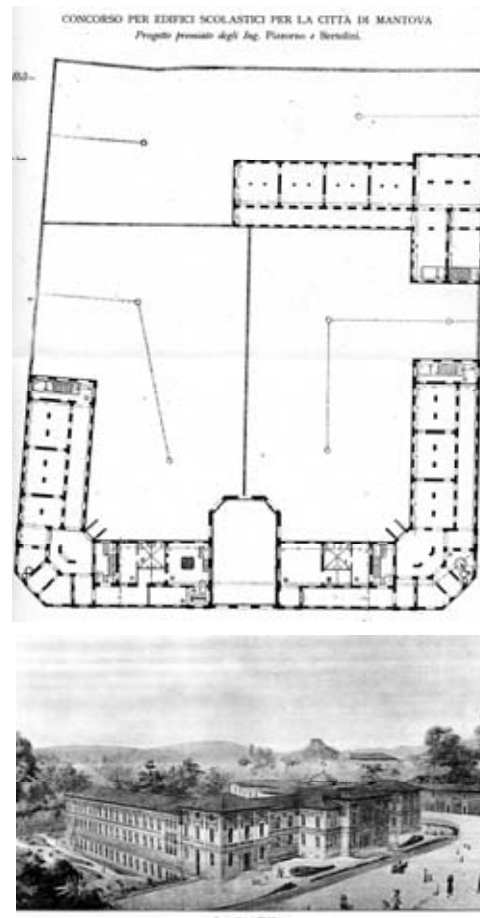
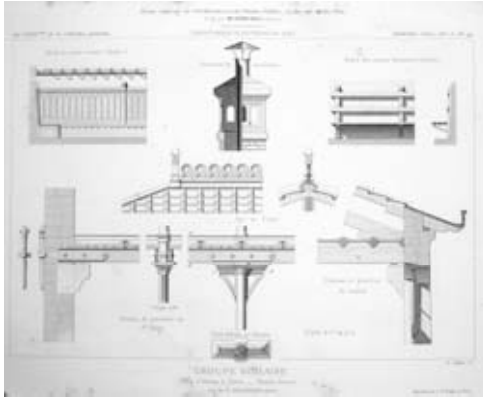


Fig. 10.21, 22 – Concorso per edificio scolastico a Mantova (da "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna").

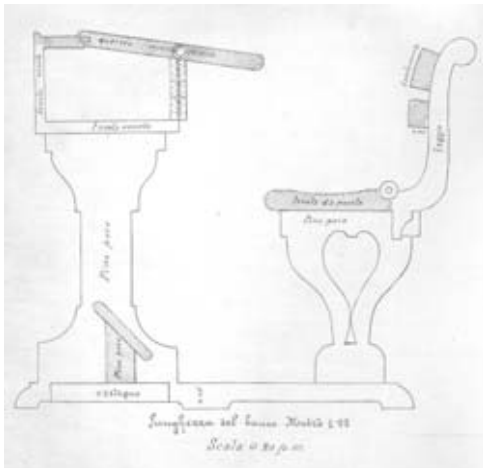
<sup>28</sup> Cristofori A., *Concorso per edifici scolastici per la città di Mantova. Relazione della Commissione giudicatrice del Concorso di primo grado*, in "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna", n. 7, Torino 1913.

<sup>29</sup> Benedetti D., op. cit..



**Fig. 10.23** – I solai in ferro, grazie allo spessore ridotto, rendavano disponibile un maggiore volume d'aria e (da "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publiques").

**Fig. 10.24** – Modello di banco prodotto a Palermo a fine '800 (ACP).



Ritroviamo più volte citate anche le pavimentazioni a base di segatura di legno, cemento magnesiaco<sup>30</sup> e, in alcuni casi, amianto; poiché molti degli edifici scolastici realizzati in quel periodo sono tutt'oggi in esercizio è sempre opportuno tener conto di eventuali materiali, come appunto l'amianto, che possono costituire un potenziale pericolo per la salute non solo dei fruitori, ma anche degli operatori in fase di manutenzione.

Era diffusa la pratica di raccordare tutti gli angoli per assicurare la perfetta pulizia di pavimenti e pareti; queste presentavano il più delle volte un rivestimento, fino ad un'altezza di due metri, impermeabile e lavabile realizzato in smalto lucido, in ceramica o mediante la più economica pittura ad olio.

Nelle scuole, gli elementi decorativi, in particolare quelli interni, dovevano essere molto semplici; si evitavano cornici o sporti che avrebbero dato luogo all'accumulo di polvere. Per le facciate esterne, in genere, alle superfici lapidee a vista era preferito l'intonaco sia per ragioni economiche che per evitare la formazione di numerosi giunti che costituivano sempre vie preferenziali per le infiltrazioni d'acqua e discontinuità nelle quali si depositava la polvere infetta proveniente dalle strade.

Anche l'apparato decorativo era il più delle volte limitato a qualche semplice graffito, ovvero l'effetto estetico era affidato alla differenziazione cromatica dei materiali impiegati (Fig. 10.25, 26, 27). Il sole, oltre ad essere il presupposto per la salute dell'edificio, era considerato un fattore che contribuiva all'aspetto decorativo dell'edificio: un prospetto ben illuminato poteva rendersi di notevole effetto attraverso la differenziazione cromatica, la tecnica del graffito o ridotti sfalsamenti dei piani ottenuti direttamente in spessore d'intonaco. In tal maniera si evitavano gli sporti molto aggettanti che producevano indesiderate ombre portate che impedivano il soleggiamento di vaste porzioni delle fronti ed accumuli di polvere.

Oggetto di particolare attenzione da parte dei progettisti erano anche i banchi scolastici, infatti anche una posizione non corretta, obbligando l'allievo ad avvicinare troppo agli occhi il libro, poteva contribuire all'insorgere di determinate patologie almeno quanto un'illuminazione inadeguata; da ciò gli accurati studi ed i numerosi brevetti che riguardavano i banchi scolastici (Fig. 10.24). L'importanza igienica attribuita a questo arredo era tale che l'*Esposizione internazionale d'igiene dell'Hàvre* del 1893 ospitò un'intera sessione sul tema degli arredi scolastici<sup>31</sup>.

<sup>30</sup> Benedetti D., *Gli edifici scolastici del Comune di Lucca*, in "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna", n. 11, Torino 1913.

<sup>31</sup> La *questione dei banchi da scuola* venne ampiamente dibattuta al *Congresso internazionale d'igiene di Budapest* del 1894. Si può trovare un'interessante testimonianza sull'argomento nella relazione del dottor Costantino Gorini, docente d'igiene, pubblicata nel Gennaio del 1895 sul *Bollettino Ufficiale del Ministero dell'Istruzione pubblica*.

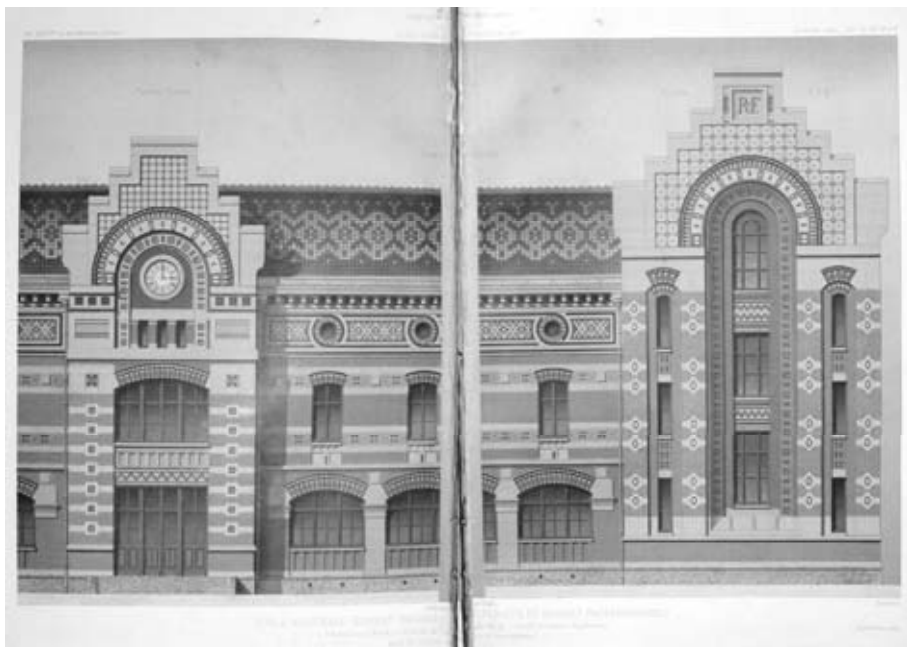


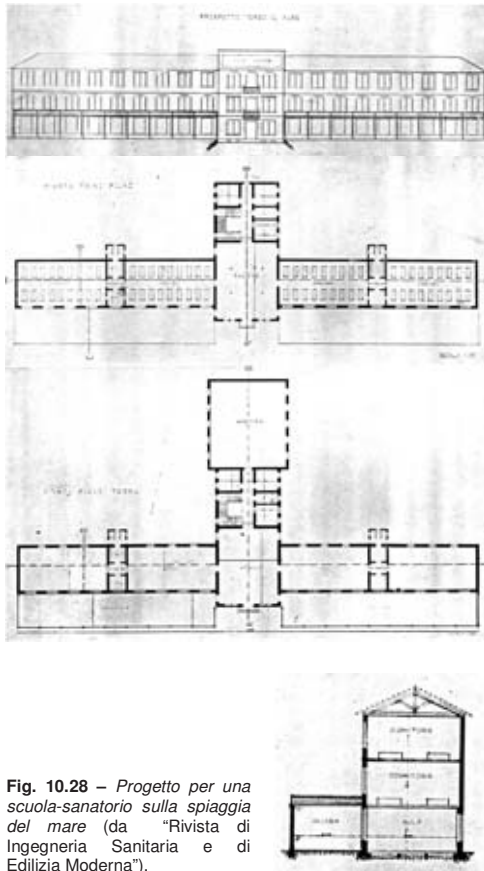
Fig. 10.25, 26, 27 – L'effetto estetico dei prospetti negli edifici scolastici era anche affidato alla differenziazione cromatica (da "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publiques" e "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna").

Tra i modelli di banco più diffusi nell'ultimo ventennio del XIX secolo citiamo il banco a *sistema Kunze*, quello a *sistema Andrews*, quello a *sistema Stevens*, il banco a sedile e leggio mobili americano, *sistema Lieckroth*, il banco a leggio e sedile mobili di modello inglese.

Nel 1898 all'*Esposizione Generale Italiana* svoltasi a Torino, la ditta palermitana Arcuri presentò un innovativo modello di banco scolastico regolabile in ogni sua parte in funzione della statura dello scolaro, era quindi possibile adeguare il banco allo sviluppo fisico dei ragazzi anche nell'arco dell'anno scolastico.

Sempre nell'ultimo ventennio dell'Ottocento, alcune ditte siciliane, fra cui la casa *Sandron* di Palermo, cominciarono a offrire materiale scolastico improntato alle più moderne esigenze della didattica, fra cui un alfabetiere mobile, cartelloni con figure e lettere a colori per l'insegnamento della lettura con metodo oggettivo e, *nuovissimo apparato didattico*, un numeratore per uso degli asili e giardini froebeliani.





**Fig. 10.28** – Progetto per una scuola-sanatorio sulla spiaggia del mare (da “Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna”).

#### 10.4 - Scuole all’aperto e scuole-sanatorio

Si diffusero allora due particolari tipologie scolastiche, le scuole all’aperto e le scuole-sanatorio, che ribadivano in modo esplicito la funzione igienico-salubre e sociale degli edifici scolastici; le seconde, in particolare, erano finalizzate alla cura e alla prevenzione della tubercolosi.

Le scuole all’aperto, particolarmente apprezzate e diffuse soprattutto in ambito urbano, presentavano la limitazione di sottrarre i bambini alle abitazioni malsane di provenienza solamente per poche ore al giorno. Questo problema venne in alcuni casi superato con la realizzazione delle scuole-sanatorio<sup>32</sup> in località montane o marittime che consentivano una permanenza prolungata dei giovani ospiti.

Queste strutture, nelle quali i bambini soggiornavano anche per alcuni mesi, presentavano generalmente una pianta a T; il corpo principale, prospiciente il mare per sfruttare i benefici effetti delle brezze marine, accoglieva al piano terreno le aule, in comunicazione con gallerie vetrate, ed il refettorio, mentre al primo piano erano situati i dormitori comuni.

Le scuole-sanatorio erano caratterizzate (Fig. 10.28) da grandi gallerie vetrate, a tutta luce ed addossate alle aule, che all’occorrenza potevano essere smontate parzialmente o totalmente. Le gallerie assolvevano alla funzione di serra, o stufa - nell’accezione del termine *étuve*, ovvero *stanza termale*, attestato nella letteratura tecnica ottocentesca francese<sup>33</sup> - per il riscaldamento dell’aria che poi veniva immessa nelle aule attraverso grandi aperture; fungevano inoltre da locale protetto, anche durante le stagioni intermedie, per le cure elioterapiche. I pavimenti erano in genere posti su un massetto di spessore elevato con un’elevata inerzia termica, espediente ancora oggi utilizzato nelle serre bioclimatiche, in grado di garantire il riscaldamento anche nelle ore in cui le gallerie non erano soleggiate; spesso presentavano anche pavimentazioni di colore scuro in grado di assorbire elevate quantità di energia.

La diffusione delle strutture intelaiate in cemento armato nelle scuole all’aperto e nelle scuole-sanatorio contribuì a quel processo di smaterializzazione dell’involucro che condusse ad una espressione della facciata innovativa e, per i contemporanei, tutt’altro che convincente.

Il gusto del tempo, ancora modellato su canoni architettonici che vedevano dominare nei prospetti i pieni sui vuoti, difficilmente riusciva ad apprezzare il prevalere delle superfici vetrate rispetto a quelle opache; furono proprio edifici come le scuole-sanatorio, le scuole all’aperto, ed inseguito gli edifici specialistici destinati a sanatori, in cui la presenza diffusa del vetro era giustificata dalla funzione igienico-salubre, a rendere più accettata questa nuova architettura.

<sup>32</sup> Marzuttini C., *Progetto per una scuola-sanatorio sulla spiaggia del mare*, in “Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna”, n. 11, Torino 1913.

<sup>33</sup> Per l’etimologia del vocabolo palermitano *stufiglia*, G. Fatta ne *Il balcone nella tradizione costruttiva palermitana*, (Palermo, 2002) scrive: *Definisce inoltre talvolta gli oggetti interamente chiusi col termine di stufe, così come venivano abitualmente chiamate le serre, forse anche le verande. Da ciò sarebbe possibile ritrovare il significato originario del termine stufiglia come “piccola veranda”.*

Come osservava ancora nel 1913 un commentatore sulle pagine della “Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna”, è *assai facile affermare teoricamente che si può in edifici di tal genere levare tutte le facciate, tranne lo scheletro di sostegno, ponendo vetrate al posto delle pareti e delle finestre: il difficile è far sì che non derivi una disarmonia appariscente da questa soluzione*<sup>34</sup>.

Nel 1926 a Palermo venne realizzata la scuola all'aperto “Paolo Wedekind”<sup>35</sup>, fondata dal *Consorzio antitubercolare* in una delle grandi aree verdi all'interno della nuova città ottocentesca, il Giardino Inglese. La scuola era formata da tre aule con finestre su due lati che potevano ospitare trenta bambini; era presente anche uno studio per il medico (la scuola fungeva anche da ufficio sanitario) ed un *reparto idrico* con docce, quattro spogliatoi ed una cucina. L'elemento caratterizzante era però il padiglione in muratura, che sovrastava gli altri corpi di fabbrica, costituito da due grandi terrazze coperte, la prima serviva come refettorio, la seconda per i giochi e per gli esercizi ginnici quando il tempo non permetteva di star fuori. Dal punto di vista didattico la scuola dipendeva dal Comune, per gli aspetti igienico-sanitari dipendeva dal *Consorzio antitubercolare*. I bambini trascorrevano a scuola quasi tutta la giornata: dalle otto alle sedici e trenta in inverno, dalle otto alle diciotto in estate.



Fig. 10.29 – Scuola all'aperto “Paolo Wedekind” a Palermo.

<sup>34</sup> Bertarelli E., *Il nuovo padiglione del sanatorio italiano di Sondolo*, in “Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna”, n. 21, Torino 1913.

<sup>35</sup> *La lotta antitubercolare a Palermo*, III Congresso Nazionale Antitubercolare, Palermo, 1926.

## Capitolo 11

L'interpretazione delle tipologie "sensibili"  
a Palermo tra XIX e XX secolo.  
Gli asili e le scuole elementari

Dopo avere indagato, tra i numerosi temi che oggi confluiscono nella cultura del "costruire sostenibile", il rapporto tra salute ed ambiente costruito, si vuole concludere questo studio, e fornire uno spunto di riflessione, esaminando alcuni dei primi progetti di asili e scuole in ambito palermitano.

È sintomatico il fatto che negli ultimi anni a Palermo gli interventi di manutenzione e ristrutturazione più numerosi, e in molti casi più onerosi, riguardino soprattutto edifici scolastici realizzati a partire dalla fine degli anni '60, quando l'abnorme sviluppo della città e la conseguente "fame di aule" ha condotto a soluzioni che potremmo definire di emergenza, soluzioni che hanno in seguito richiesto un processo di perenne adeguamento.

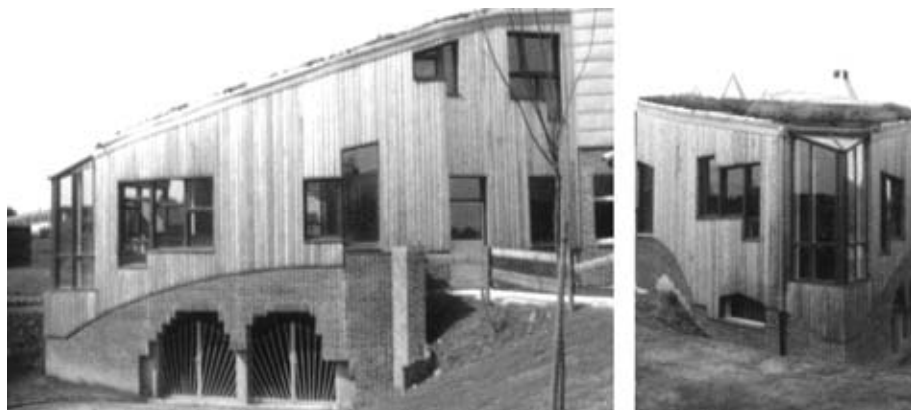
Torna quindi in primo piano il tema, peraltro attualissimo, del costo della qualità, di una qualità che nell'accezione di Alta Qualità Ambientale riesce a coniugare l'istanza ecologica, quella economica, quella igienico-salubre e non ultima quella sociale. Si può fare in questi termini riferimento alla già citata Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) che in Francia sta avendo la sua più riuscita espressione proprio nella realizzazione di alcuni edifici scolastici che, non a caso, pur esprimendosi con un linguaggio contemporaneo, interpretano spesso materiali e tecniche costruttive tradizionali. Si cita per tutti il Liceo Tecnico di Caudry (Francia), progettato dall'architetto Lucien Kroll, che è attualmente considerato *l'edificio più globalmente ambientale/ecologico di Francia* (Fig. 11.1).

Tradizione e sostenibilità, un binomio che evidenzia come in passato alcuni aspetti della qualità dell'abitare venissero considerati importanti almeno quanto le esigenze economiche.

Questa circostanza scaturiva da una diversa sensibilità che sfociava, ad esempio, in lunghe discussioni - che coinvolgevano non solo tecnici ed amministrazioni ma anche l'opinione pubblica - per la scelta del luogo più salubre in cui sarebbe dovuto sorgere un nuovo edificio scolastico. Un'attenzione che si concretizzava nella scelta dei materiali non solo in base a criteri economici, per così dire "secondo elenco prezzi", nello studio di relazioni atte a garantire il benessere dei fruitori che non si limitassero ad un rapporto tra superficie vetrata e superficie del pavimento, volume d'aria disponibile e numero di utenti, ma che prendessero in considerazione il paesaggio che veniva inquadrato attraverso la superficie vetrata, e la qualità dell'aria che veniva respirata.



È proprio di questa diversa attenzione, di questa ricerca di una “Alta Qualità” *ante litteram*, manifestatasi anche nei primi asili ed edifici scolastici realizzati a Palermo, e frutto di istanze sociali, economiche, igieniche ed ambientali, che in questo capitolo si tratterà.



**Fig. 11.1** – Il Liceo Tecnico di Caudry (Francia) progettato dall'architetto Lucien Kroll. (a destra) Criteri di alta qualità ambientale adottati nell'edificio.

Dopo il 1860, come nel resto d'Italia, anche la città di Palermo diede avvio alle opere di *riforme topografiche e decorative*<sup>1</sup> per la realizzazione di tutte quelle opere pubbliche che avrebbero dovuto caratterizzare una città moderna: oltre alla costruzione di case operaie, mercati, teatri, piazze e bagni pubblici, anche le scuole e gli asili comunali, indispensabili per il progresso civile e dei costumi dei cittadini, erano considerati in particolare come espressione di un'edilizia in grado di conciliare l'istanza igienica, economica e sociale.

Riguardo quest'ultimo aspetto, la concentrazione nelle grandi città delle attività produttive legate alla nascente industria ed il conseguente afflusso dalle campagne di operai aveva posto il problema della realizzazione di abitazioni in grado di accogliere le famiglie di questi ultimi, oltre che strutture per accudire ed educare i bambini i cui genitori erano entrambi impegnati in lavori esterni all'ambito domestico.

L'urgenza dell'istituzione degli asili era quindi particolarmente sentita nei quartieri più densamente popolati, quelli che si trovavano all'interno del tessuto storico della città in cui, per la mancanza di aree edificabili, si dovette ricorrere all'adeguamento di edifici esistenti. Ma le particolari esigenze distributive e funzionali che dovevano soddisfare gli asili infantili e le scuole

<sup>1</sup> *Progetto di riforme topografiche e decorative per la città di Palermo*, Palermo, 1860.

Criteri di alta qualità ambientale Liceo di Coudry

	punteggio max.	conseguito
1. Flessibilità	500	400
2. Naturaltà	600	300
3. Comfort igrometrico	500	500
4. Inerzia termica	Obbligatorio	—
5. Illuminazione naturale	900	550
6. Illuminazione artificiale	1.000	950
7. Illuminazione e schermi visivi	200	200
8. Coordinamento illuminazione nat. + art.	Obbligatorio	—
9. Abbagliamento	Obbligatorio	—
10. Color	200	100
11. Gradimento visuale	Obbligatorio	—
12. Rumori esterni	400	0
13. Rumori interni	500	100
14. Vegetazione esterna	Obbligatorio	—
15. Vegetazione interna	Obbligatorio	—
16. Paesaggio e ecologia del sito	Obbligatorio	—
17. Fauna e flora	Obbligatorio	—
18. Sito e clima	Obbligatorio	—
19. Energia solare passiva	600	100
20. Dispersioni termiche	700	700
21. Isolanti trasparenti	200	200
22. Protezioni solari	700	550
23. Ventilazione	1.000	669
24. Riscaldamento	1.100	900
25. Regolazione e gestione tecnica centralizz.	300	300
26. Acqua calda sanitaria	300	300
27. Ristorazione	700	450
28. Ascensori	200	200
29. Energie rinnovabili	1.500	300
30. Consumo d'elettricità	500	150
31. Consumo d'energia	700	500
32. Economia d'acqua	700	450
33. Recupero dell'acqua piovana	1.000	900
34. Impermeabilizzazione	500	500
35. Rifiuti	400	400
36. Acque di scarico	Obbligatorio	—
37. Manutenzione e riparazione	500	500
38. Materiali e impianti con criteri ambientali	Obbligatorio	—
39. Analisi del ciclo vitale dei materiali	500	0
40. Certificato materiali e prodotti da costruir.	600	450
41. Certificato impianti	500	100
42. Contenuto energetico dei materiali	500	500
43. Materie rinnovabili	500	0
44. Materie riciclabili	800	150
45. Materie e materiali locali	300	300
46. Limitazione materie sintetiche	500	50
47. Limitazione PVC	300	50
48. Limitazione materie fibrose	Obbligatorio	—
49. Limitazione prodotti tossici	200	200
50. Antisismica e limitazione rischi	Obbligatorio	—
51. Pitture, colle e trattamento del legno	400	400
52. Materiali e impianti riciclabili	Obbligatorio	—
53. Possibilità di recupero	Obbligatorio	—
54. Smontaggio	600	600
55. Qualità delle acque	300	300
56. Qualità dell'aria	900	150
57. Limitazione formaldeide	400	0
58. Limitazione campi elettromagnetici	600	200
59. Limitazione radon	300	300
60. Limitazione radioattività	500	200
61. Incidenza sullo strato d'ozono	600	300
62. Incidenza sulle piogge acide	1.000	450
63. Incidenza sull'effetto serra	700	350
64. Resistenza delle coperture	200	200
65. Eco-gestione delle strade	500	150
66. Igiene e salute	400	100
67. Cantiere «verde»	2.100	1.750
	<b>30600</b>	<b>18619</b>

elementari evidenziarono in molti casi l'incompatibilità di queste attività con edifici che non fossero stati appositamente progettati o adeguatamente adattati a tale funzione.

Questo era, ad esempio, il caso degli immobili appartenenti ad alcuni Ordini e Congregazioni religiose, diventati proprietà municipale dopo il 1861, quando vennero requisiti per pubblico servizio dopo la soppressione degli stessi Ordini.

Già nel 1863 ognuno dei quattro grandi quartieri del centro storico di Palermo, gli antichi mandamenti, era dotato di un asilo. Questi asili accoglievano circa 800 bambini di età compresa tra 1 e 6 anni e si trovavano appunto in locali confiscati alle Corporazioni e Congregazioni. In altri casi gli asili vennero aggregati alle scuole elementari femminili in cui i locali non erano nemmeno distinti; queste condizioni non permettevano lo sviluppo delle facoltà fisiche dei bambini, né tanto meno si armonizzavano con i principi educativi e con quelli dell'igiene.

La carenza di strutture era tale che vennero adibiti a tale funzione anche abitazioni private o magazzini i quali, per mancanza di servizi igienici, aerazione insufficiente e spazi adeguati, risultavano spesso malsani; le cronache del tempo riportano infatti quanto fossero comuni i casi di malore dovuti alla mancanza d'aria, soprattutto in estate.

Per tale ragione, nel 1865, una Circolare del Ministero della Istruzione Pubblica invitava le Giunte municipali a porre particolare cura nella scelta dei locali destinati a scuole ed in particolar modo agli asili d'infanzia. Oltre alle caratteristiche cui si accennava in precedenza, sufficiente ventilazione, la luminosità dei locali, la facilità di pulizia non solo di pareti e pavimenti, ma anche degli arredi, la presenza di servizi igienici adeguati, i locali dovevano poter disporre di spazi aperti in cui i bambini potessero assecondare il bisogno di movimento; questa divenne una delle condizioni stimate imprescindibili per un asilo pubblico che fosse in grado di accogliere i bambini senza condannarli al *martirio dell'immobilità e della noia*, secondo i precetti pedagogici froebeliani.

Solo nel 1865 venne promossa la realizzazione, in prossimità del Molo di Palermo, del primo edificio specificamente destinato ad asilo con ricovero per lattanti, per agevolare le numerose operaie impegnate durante il giorno ad incartare arance e limoni nei magazzini dei commercianti del Molo.

Questo asilo era concepito come "tipo edilizio" che possedesse caratteristiche proprie, derivanti non solo dalla particolare destinazione d'uso ma anche dalla particolare localizzazione geografica. In questo progetto, divenuto un modello per gli asili costruiti a Palermo e in Sicilia alla fine del XIX secolo, venivano reinterpretati esempi d'importazione, già affermati in altri Paesi europei (Belgio e Francia) in cui gli edifici per l'istruzione rappresentavano una tipologia edilizia già consolidata, ma allo stesso tempo si faceva riferimento a principi distributivi, funzionali ed igienici, oltre che alla regola dell'arte e a sistemi costruttivi della tradizione locale.

Di particolare importanza risulta in quest'ottica il primo esempio di *Manuale per gli asili infantili*, compilato proprio a Palermo dal sacerdote Antonio Lombardo nel 1863.

Queste prime esperienze progettuali attinenti l'edilizia scolastica, in cui lo studio dei volumi edilizi e della distribuzione delle aperture, l'analisi degli schemi planimetrico-distributivi, correlati all'uso di materiali e tecniche specifiche dell'area mediterranea, non erano ancora vincolati ad una normativa e a modelli consolidati a livello nazionale, affermavano ancora una volta la necessità di una caratterizzazione del costruito proprio in funzione della localizzazione geografica, anticipando quel principio di "tipologia ambientale" oggi alla base del "costruire sostenibile".

### 11.1 - La nascita degli asili per l'infanzia nella Sicilia preunitaria

Prima e dopo l'Unità d'Italia l'aspetto più drammatico del problema dell'infanzia in Sicilia erano certamente le condizioni assolutamente inadeguate dal punto di vista pedagogico ed igienico in cui versavano gli asili in cui erano ospitati i bambini appartenenti alle classi meno agiate<sup>2</sup>.

Infatti, se nelle regioni italiane più evolute l'impegno e l'opera dell'abate pedagogista cremonese Ferrante Aporti avevano stimolato, già nella prima metà dell'Ottocento, l'intervento dei governi e le iniziative dei privati cittadini, nel Centro e nel Sud dell'Italia, tranne in rari casi, l'assistenza all'infanzia versava in una situazione più arretrata.

Per quasi tutto il secolo XIX, infatti, la politica educativa nei confronti della prima infanzia fu concepita dai rappresentanti del potere pubblico non come uno strumento indispensabile per lo sviluppo della personalità del fanciullo e delle sue capacità intellettuali, ma come esigenza di mantenere l'ordine sociale esistente, per evitare che le misere condizioni e il malcontento del proletariato potessero costituire una minaccia contro le istituzioni.

Già nel 1836, l'abate Nicola Scovazzo, direttore generale del «Metodo di Mutuo Insegnamento in Sicilia», riferendosi al primo asilo infantile sorto a Cremona ad opera di Ferrante Aporti, auspicava la nascita anche a Palermo di due asili analoghi, da aggregare ai *Collegi di Maria, cui destinerebbonsi una o due vedove di matura età, di provata pazienza e di bontà di carattere, che sotto la sorveglianza della direttrice ricevano nel loro seno e curino ed alimentino e trattengano per l'intero giorno tutti i piccolini di ambo i sessi che appena spoppati le madri delle classi misere ed artigiane verranno a deporre giornalmente nelle loro braccia*<sup>3</sup>

Solo in occasione della rivoluzione del 1848 il problema degli asili fu, in via di principio, affrontato dal *Quarto Comitato della Istruzione Pubblica*, presieduto dal Principe di Scordia, e avviato a una prima soluzione dal Ministero dell'Istruzione Pubblica e da un'associazione filantropica, la *Legione delle Pie Sorelle*, istituita dal sacerdote e patriota don Antonio Lombardo,

<sup>2</sup> In proposito si veda Lombardo G. B., *Poche parole sugli Asili infantili di Palermo*, Palermo, 1861.

<sup>3</sup> Scovazzo N., *Della necessità d'istruzione morale ed intellettuale per le donne del popolo e del modo di provvedervi in Palermo. Memoria diretta alle colte Dame e Signore Palermitane*, Palermo 1836.

In nome di S. M. Vittorio Emanuele Re d'Italia

IL PRODITTORE

Veduto il decreto d'oggi stesso sopra l'istituzione degli Asili Infantili in Sicilia.

Sulla proposta del Segretario di Stato per l'Istruzione pubblica.

Udito il Consiglio dei Segretari di Stato :

DECRETA

Art. 1. Quattro Asili per l'infanzia da servire di modello agli altri che si fonderanno nel rimanente dell'Isola, saranno immediatamente aperti nel quattro quartieri della Città di Palermo, apprestandosi dallo Stato la metà delle spese necessarie per la fondazione e per lo mantenimento del primo anno.

Art. 2. Essi sono affidati alla Legione delle Pie Sorelle.

Art. 3. Il sacerdote Antonio Lombardo, fondatore di essa Legione, ne è nominato Ispettore.

Art. 4. Egli, insieme al signor Filippo Basile architetto, e al signor Giuseppe Blundi ufficiale della Direzione Generale dei Bami e Dritti diversi, proporrà al Governo i luoghi che saranno più adatti a questa fondazione, ed uno stato preventivo delle spese sopra espresse.

Art. 5. I Segretari di Stato per l'Istruzione pubblica, per l'Interno, e per la Finanza sono incaricati della esecuzione del presente decreto.

Palermo 27 settembre 1860.

Il Prodittatore — Mordini

Il Segretario di Stato per l'Istruzione Pubblica — G. Eydulena

Visto Il Segretario di Stato per la Giustizia — Serofani

Fig. 11.2, 3 — I decreti del Prodittatore Mordini che istituiscono gli asili infantili in Sicilia.

## ORDINANZE RELATIVE AGLI ASILI

### I. Istituzione

In nome di S. M. Vittorio Emanuele Re d'Italia

### II. PRODITTORE

Considerando che conviene senza ulteriore ritardo provvedere all'educazione ed al sollievo delle classi più basse e più indigenti, che formano la gran massa del popolo, troppo neglette fin' ora in Sicilia; — Sulla proposta del Segretario di Stato per l'istruzione pubblica; — Udito il Consiglio dei Segretari di Stato;

#### DECRETA E PROMULGA

Art. 1. L'istituzione degli Asili per l'infanzia è adottata in Sicilia.

Art. 2. Ne saranno perciò fondati almeno quattro in Palermo due in Catania ed in Messina, ed uno in ciascun altro capo di provincia e di circondario, accrescendosene il numero, secondo che se ne avranno i mezzi.

Art. 3. Essi saranno a peso della carità dei privati; ed ove questa non basti, dei rispettivi municipi, e di quei legati di beneficenza d'incerto genere, che il Governo giudicherà potersi applicare a quest'uso.

Art. 4. Delle associazioni di Signore e di cittadini ne procureranno la fondazione e l'incremento; e la sorveglianza ne sarà affidata per ciascun Comune ad un ispettore nominato dal Governo.

Art. 5. I Segretari di Stato per l'istruzione pubblica e per l'interno sono incaricati dell'esecuzione del presente decreto.

Palermo 27 settembre 1860.

Il Prodittatore — Mordini

Il Segretario di Stato per l'istruzione pubblica — G. Eghufena.

nel santo scopo, come ricordava nel 1861 il suo fondatore, di prender parte le donne al risorgimento della patria con l'esercizio dei sentimenti più degni dell'uomo, e con l'applicazione della pietà cittadina, suprema legge morale, che sola può penetrare là dove ogni altra legge non guarda, o impotente ammutisce<sup>4</sup>.

### 11.2 - I decreti Mordini e l'istituzione degli asili a carico della carità privata in periodo post-unitario

Dopo lo sbarco dei Mille, il prodittatore Mordini con due decreti del 1860 deliberava che in Sicilia venissero istituiti quattro asili a Palermo, due a Messina, due a Catania e almeno uno in ogni capo di provincia o di circondario. Gli asili erano, però, a carico della *carità privata* e solo nel caso in cui questa non riuscisse a sostenerne le spese era previsto l'intervento dei Municipi<sup>5</sup> (Fig. 11.2, 3).

I due decreti adottavano in Sicilia la legge nazionale del 15 settembre 1860, che già si pronunciava sulle qualità specifiche di igiene e salubrità che dovevano caratterizzare i luoghi in cui sarebbero sorti gli asili: all'articolo 167, si prescriveva che per aprire un asilo infantile era necessario presentare all'Ispettore scolastico una *fede medica* che certificasse la salubrità del

<sup>4</sup> In Aporti, «Giornale degli Asili Infantili e della popolare educazione», sotto gli auspici della Legione delle Pie Sorelle, diretto dal sac. Antonio Lombardo, Palermo, II, n. 1, 1861.

<sup>5</sup> Decreto n. 219, 27 settembre 1860. In nome di S. M. Vittorio Emanuele Re d'Italia / Il Prodittatore / Considerando che conviene senza ulteriore ritardo provvedere all'educazione ed al sollievo delle classi più basse e più indigenti che formano la gran massa del popolo, troppo neglette fin'ora in Sicilia; / Sulla proposta del Segretario di Stato per l'I. P.; / Udito il Consiglio del Segretario di Stato; / Decreta e promulga: / Art. 1 - L'istituzione dell'Associazione per gli asili d'infanzia è adottata in Sicilia. / Art. 2 - Ne saranno perciò fondati almeno quattro in Palermo, due in Catania ed in Messina, ed uno in ciascun altro capo di provincia e di circondario, accrescendosene il numero secondo che se ne avranno i mezzi. / Art. 3. Essi saranno a peso della carità dei privati; ed ove questa non basti, dei rispettivi municipi, e di quei legati di beneficenza, d'incerto genere, e che il Governo giudicherà potersi applicare a quest'uso. / Art. 4 - Delle Associazioni di Signore e di Cittadini ne procureranno la formazione e l'incremento; e la sorveglianza ne sarà affidata per ciascun Comune ad un Ispettore nominato dal Governo. / Art. 5 - I Segretari di Stato per la I. P. e per l'Interno sono incaricati della esecuzione del presente decreto. / F.to Mordini.

Decreto n. 220, 27 settembre 1860

In nome di S. M. Vittorio Emanuele Re d'Italia / Il Prodittatore / Veduta la legge d'oggi stesso sopra la istituzione degli Asili Infantili in Sicilia; / Sulla proposizione del Segretario di Stato per l'I. P.; / Udito il Consiglio dei Segretari di Stato, / Decreta: / Art. 1 - Quattro Asili per l'Infanzia, da servire da modello agli altri che si fonderanno nel rimanente dell'Isola, saranno immediatamente aperti in quattro quartieri della città di Palermo, apprestandosi dallo Stato la metà delle spese necessarie per la fondazione e per il mantenimento del primo anno. / Art. 2 - Essi saranno affidati alla Legione di Pie Sorelle. / Art. 3 - Il Sacerdote d. Antonio Lombardo, fondatore di essa legione, ne è nominato ispettore. / Art. 4 - Egli, insieme col sig. Filippo Basile architetto, ed il signor Giuseppe Biondi, ufficiale della Direzione Generale dei rami e dritti diversi, proporrà al Governo i luoghi che saranno più adatti a questa fondazione, ed uno stato preventivo delle spese sopra espresse. / F.to: Mordini.

luogo. Gli elementi che condizionavano fortemente la scelta dell'area erano la possibilità di *orientare la fabbrica in funzione delle brezze, dell'illuminazione e del soleggiamento dei locali.*

Tali criteri localizzativi, informati a criteri di igiene e salubrit , vennero applicati con minore attenzione nel caso in cui, ad esempio, il disegno della citt  moderna ed i nuovi piani regolatori destinarono agli edifici per l'istruzione quelle che venivano considerate aree di risulta nel tessuto urbano consolidato; veniva pertanto limitata la possibilit  di una opportuna orientazione.

Ma la scelta localizzativa assumeva una grande rilevanza non solo dal punto di vista funzionale ed igienico, ma anche da quello sociale: i primi asili, e molti dei successivi, sorsero infatti nelle aree pi  popolate della citt , in cui pi  urgente era il bisogno dell'assistenza all'infanzia.

Nel citato decreto Mordini, l'individuazione delle aree da destinare alla realizzazione dei primi quattro asili palermitani, che sarebbero serviti da modello per le altre province dell'Isola, venne affidata, tra gli altri, ad un noto progettista, il gi  citato architetto palermitano G. B. F. Basile, circostanza che sottolineava l'importanza fondamentale attribuita alla scelta dell'ubicazione.

Dopo il 1860, Palermo fu l'unica citt  siciliana per la quale il Governo si impegn  ad affrontare le spese per l'impianto e la conduzione per il primo anno di quattro asili. Ci  va inteso, come d'altra parte   ormai noto nel caso di altre "architetture sociali" di fine Ottocento, quali le gi  citate case operaie, come un tentativo di assicurare al nuovo Governo, soprattutto nei grandi centri, quel consenso che una secolare condizione di miseria avrebbe potuto compromettere, soprattutto se aggravata da epidemie, ancora frequenti in quel secolo proprio per le precarie condizioni igieniche delle citt <sup>6</sup>. A conferma di tale teoria, il prefetto Bosi di Agrigento nel 1866, diffondendo una circolare dell'Ispettore degli Asili Infantili sac. A Lombardo, osservava come *il popolo non educato, non istruito, dar  ascolto ai suoi istinti naturali, e questi sebbene generosi, pur di leggieri trasmodano sia nel bene, sia nel male, in guisa si fa sentire imperioso il bisogno di moderarne gli eccessi per via della istruzione somministratagli con pazienza e con amore fino dai suoi primi anni*<sup>7</sup>.

In un secondo documento, conservato presso l'Archivio di Stato di Palermo, il Prefetto, in qualit  di presidente del Consiglio provinciale scolastico, ribadiva l'importante ruolo delle strutture di assistenza per il mantenimento dell'ordine sociale. Egli biasimava inoltre l'esiguo numero di

<sup>6</sup> Costa S. A., *La scuola e la grande scala*, Palermo, 1990.

<sup>7</sup> *Si educi, si instruisca il popolo, e per non accennare ad altro, lo si vedr  ben presto divenire industrioso, rispettare le cose e le persone altrui, e riconoscere che ai privati risentimenti debbe sostituirsi l'azione tranquilla, solenne della legge. Per raggiungere questo scopo, eminentemente umanitario e tale che fu altrove incoraggiato anco dai Governi i pi  assoluti, ottimo e salutare divisamento si   quello di togliere i piccoli figli del popolo di mezzo delle vie, raccogliarli in ben adattato locale, e l  sotto la pietosa sorveglianza della donna, abituarli dolcemente a ricevere i primi semi di una istruzione che si dovr  perfezionare in altre scuole, gi  all'uopo istituite [...]*, in Lombardo A., *Manuale per la fondazione degli Asili Infantili in Sicilia compilato dal sac. Antonio Lombardo Ispettore Presidente la Commissione d'impianto degli Asili d'Infanzia di Palermo*, Palermo, 1863.



asili fondati nella provincia dal 1860, facendo appello perché all'istruzione si associasse la beneficenza; i genitori indigenti, allettati dalla possibilità di fornire un ricovero ed un pasto ai propri figli li avrebbero affidati più volentieri agli asili in cui sarebbero stati non solo istruiti ma anche nutriti,

*Con questo non si spegne soltanto contro ai ricchi l'odio, che spesso avvelena il cuore di chi soffre tra gli stenti, le privazioni e lo spettacolo d'una famiglia affamata e assiderata dal freddo, ma si desta anche viva la riconoscenza che erompe dal cuore di un padre quando vede il ricco occuparsi de' bambini di lui e privarsi per essi d'una parte dei suoi agi per nutrirla ed educarla.*

*E quest'opera santa, quest'opera d'umanità deve cominciare cogli asili per la infanzia, i quali là appunto sorsero e sorgono in maggior numero, dove i possidenti facoltosi ed i ricchi d'ogni fatta han compreso che il povero ha i suoi dritti e, risoluto a farli valere, ricorre talora a tentativi disperati, che minacciano l'ordine sociale e l'esistenza dei governi<sup>8</sup>.*

La classe dirigente aveva quindi bene individuato la funzione della scuola, anche di quella per la prima infanzia, nell'opera di socializzazione delle masse a tutto vantaggio dei gruppi egemoni e della salvaguardia dell'ordine sociale<sup>9</sup>.

In generale però, come si vedrà in seguito, il panorama delle istituzioni educative per la prima infanzia si presentava nell'Isola, almeno fino all'ultimo ventennio del secolo, assai desolante per numero e soprattutto per qualità di "stabilimenti".

### 11.3 - Il Manuale per la fondazione degli asili infantili in Sicilia del sacerdote Antonio Lombardo: modelli ed adeguamenti

Il primo dei quattro asili fondati a Palermo in periodo post-unitario asilo fu inaugurato il 24 febbraio 1861; intitolato a Santa Cristina e intestato poi a Giuseppe Garibaldi; sorse nel mandamento Palazzo Reale, nei locali dell'ex Casa Professa dei Gesuiti, e ben presto riuscì ad accogliere quasi duecento bambini (Fig. 11.4).

<sup>8</sup> In ASP. Cons. Prov. Scol., busta 42, 1877-78.

<sup>9</sup> I comuni siciliani risposero alle prescrizioni di Mordini e alle sollecitazioni dei prefetti e delle province in modo soddisfacente, a seconda delle condizioni economiche, del livello culturale dei cittadini e degli orientamenti ideologici di sindaci e assessori. Alcuni consigli provinciali, come quelli di Palermo, Catania e Girgenti, avevano deliberato un premio di L. 2.000 a favore del comune della rispettiva provincia che avesse aperto per primo un asilo; quello di Noto stanziò addirittura non uno ma più contributi: un sussidio di L. 800 al comune che avesse fondato un asilo frequentato da 30 a 40 bambini, un secondo di L. 1.400 al comune in cui fosse sorto un asilo per un numero di fanciulli non inferiore a 40 e non superiore a 50 e, infine, un terzo di L. 2.000 per il comune che avesse istituito un asilo per più di 60 bambini.

L'asilo ospitava soprattutto i bambini del quartiere dell'Albergheria, *ove più estesa è la miseria e quindi quasi a maggior tormento della miseria stessa trovansi in maggior numero i bambini, i quali, vaganti e senza freno, sono abbandonati in balia di loro stessi*<sup>10</sup>.

Il secondo asilo, nato nel 1861, era ubicato in piazza Castello, nel centrale mandamento Castellammare, e prese il nome dal fondatore del movimento per l'educazione infantile, Ferrante Aporti; il terzo, destinato ai bambini del mandamento Tribunali, aperto il 30 gennaio 1862, fu intestato a Vittorio Emanuele e, fallito il tentativo delle Pie Sorelle di ottenere in uso i locali della confraternita di San Nicolò Reale dietro la chiesa di San Francesco d'Assisi, per l'opposizione dei rettori-amministratori della chiesa stessa, riuscì, dopo lunghe peripezie, a ottenere *poche stanze terrane nell'atrio del palazzo Paternò sito nel corso Garibaldi*<sup>11</sup> e accolse circa sessanta bambini di entrambi i sessi.

Tale sistemazione di fortuna ovviamente risultò poco adeguata sia per la ristrettezza dei locali, sia *per trovarsi fuori il centro ove maggiormente abbondano i ragazzi, che sarebbe appunto il quartiere Kalsa, uno dei più poveri della città, dove vedere quest'infelici fanciulletti in tanta miseria, senza dar loro un aiuto, un soccorso, è così dolorosa ed affliggente scena, che non può contemplarsi senza commiserazione o raccapriccio*<sup>12</sup>.

Il quarto asilo, infine, venne istituito nel 1863, nel mandamento Monte di Pietà, e precisamente nei locali del Collegio Giusino, e venne intitolato a Ruggiero Settimo.

Dalle piante riportate nel citato *Manuale* di Lombardo, deduciamo che gli asili, seppure ospitati in locali non specifici, erano dotati di giardini scoperti e di almeno due classi distinte che, quasi sempre, avevano un accesso diretto allo spazio all'aperto; questo fungeva anche da disimpegno per i diversi ambienti che vi si affacciavano. Era sempre presente una sala refezione distinta dagli altri ambienti, una cucina e, nell'asilo Garibaldi e nell'Aporti anche un *lavatojo*. Tutti i locali, trovandosi al pianterreno, presentavano l'inconveniente delle aperture per l'illuminazione poste molto in alto e di dimensioni ridotte.

Ma il *Manuale per la fondazione degli asili infantili in Sicilia* del sacerdote Lombardo risulta di particolare interesse in quanto non si limita a generiche prescrizioni, ma, per la prima volta, vengono diffusi criteri distributivi e costruttivi improntati ai "moderni" principi igienici. Viene inoltre sottolineata la specificità degli edifici destinati all'infanzia rispetto ad altri edifici per l'istruzione: era chiara la distinzione tra le attività che miravano allo sviluppo dell'intelligenza del bambino suscitando l'interesse e la curiosità con attraenti esercizi - e ciò era quello che doveva fare l'asilo - e le attività che ne facevano sviluppare la memoria e ne ampliavano le conoscenze tecniche, che era lo scopo delle scuole elementari.



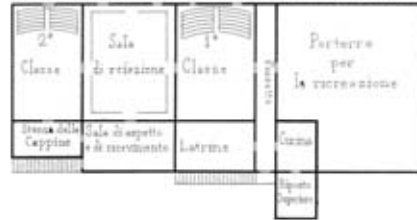
Fig. 11.4 – L'asilo Garibaldi a Palermo

<sup>10</sup> Lombardo G. B., *Poche parole*, op. cit..

<sup>11</sup> Ivi.

<sup>12</sup> Ivi.

Pianta dell'Asilo Vittorio Emanuele di Palermo



Pianta dell'Asilo Ruggiero Settimo



Fig. 11.5 – Piante dei primi quattro asili fondati a Palermo (da Lombardo).



Risultava già evidente come a questa distinzione di intenti corrispondesse anche una differente concezione degli edifici destinati ad accogliere asili e scuole elementari in quanto i metodi adoperati in questi due stabilimenti si fondavano su principi differenti.

Era manifesta anche l'incompatibilità di alcuni edifici ad ospitare delle funzioni così specifiche, per tale ragione, mentre per le scuole elementari si adattarono spesso con successo le strutture monastiche e conventuali, per gli asili fu necessario pensare ad una specifica tipologia edilizia. Gli asili difficilmente potevano inserirsi nel tessuto urbano consolidato di grandi città come Palermo, proprio per la necessità di avere a disposizione grandi spazi all'aperto: per tale ragione essi si diffusero soprattutto nelle borgate in cui la disponibilità di aree libere ne favoriva l'inserimento.

Nel *Manuale* ritroviamo precise indicazioni di parametri dimensionali che fanno probabilmente riferimento alle prescrizioni delle normative francesi: i locali più adatti erano considerati quelli a pianterreno, in quanto più facilmente accessibili ai bambini e perché in relazione diretta con gli spazi aperti esterni. I locali dovevano essere spaziosi, asciutti, ariosi, soleggiati, lontani da ospedali, e da luoghi saturi di esalazioni *miasmatiche*.

Questi edifici dovevano prevedere un portico o una sala d'aspetto, uno stanzino per la direttrice, la stanza dei grembiolini o panierini, *stanze per le sezioni della classe, sala per la riunione della classe*, cucina, refettorio, le latrine ed il giardino.

Generalmente negli asili erano presenti due sale, destinate alle classi e fornite di gradinate che potevano ospitare un centinaio di bambini con rampe o passaggi laterali e centrali costruite in modo che i bambini potessero salire e scendere comodamente (Fig. 11.6). Le gradinate erano mobili e staccate dalle pareti in modo da poter provvedere giornalmente alla pulizia del pavimento. I sedili avevano una larghezza di un palmo (0.225 metri), la predella di un palmo e mezzo (0.387 metri), perché fosse percorribile anche dalle maestre. Le gradinate avevano altezza progressivamente crescente da 0.26 a 0.32 metri; allo stesso modo le spalliere variavano da 0.13 metri a 0.20 metri in modo da adeguarsi allo sviluppo dei bambini di età differente.

Una sala più grande di forma rettangolare con aperture possibilmente disposte sui due lati lunghi era destinata a riunire i bambini per i cosiddetti *esercizi di gradino* (Fig. 11.7). In una parte erano disposte panche fisse con passaggi laterali e centrale dotate di leggio per permettere ai bambini più grandi di svolgere i primi esercizi di scrittura. Nella stessa sala era presente una gradinata con sedili preferibilmente disposti ad arco nei quali i bambini potevano anche riposare, durante i mesi caldi, nelle ore pomeridiane. Per il riposo erano anche previsti dei *letti da campo* in tela fissati alle pareti, in modo da poter essere srotolati all'occorrenza e soprattutto potevano essere facilmente lavati e garantivano maggiori condizioni di igiene non essendo a contatto col pavimento. I teli erano fissati ad una struttura che costituiva le sponde inclinate del letto permettendo in tal modo una sorveglianza più agevole.

Tutti gli arredi in legno erano accuratamente dipinti con pitture ad olio in modo che potessero

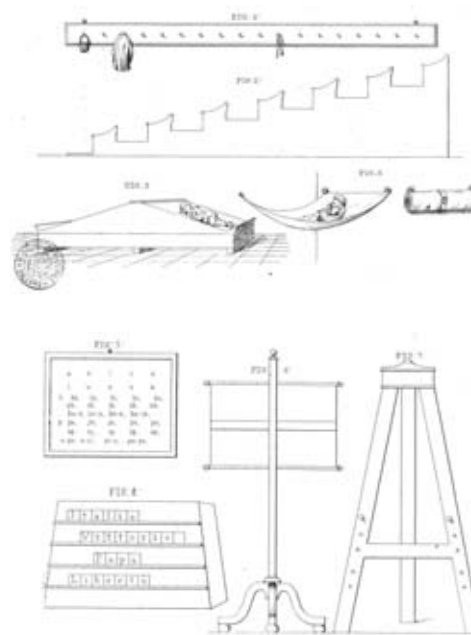


Fig. 11.6 – Arredi per gli asili (da Lombardo).

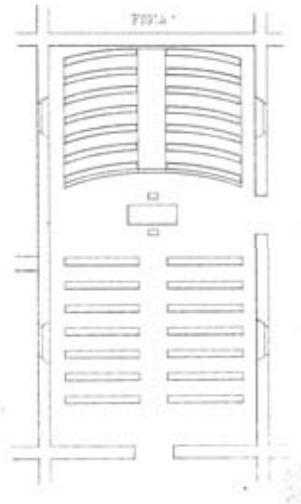


Fig. 11.7 – L'aula per gli "esercizi di gradino" (da Lombardo).

essere facilmente lavabili.

Nel suo manuale Lombardo sottolineava come il modello diffuso in Francia, Germania e Svizzera che prevedeva la presenza di un solo ambiente molto grande che ospitava anche 200 bambini, pur risultando più conveniente dal punto di vista economico, non era applicabile nelle regioni del Sud Italia e in particolare in Sicilia poiché tale affollamento avrebbe creato ai bambini forti disagi nei mesi più caldi. Si proponeva così l'istituzione di due classi di asilo che aveva il duplice vantaggio di ridurre il numero di bambini presenti in una sala e quello di creare anche una divisione in funzione dell'età in modo da poter adottare un diverso regime pedagogico.

Nella cucina doveva prevedersi un *fornello a vapore*, in ferro fuso, ed un sistema a carrucola che consentisse l'agevole spostamento delle pentole in rame

Nella sala di refezione erano disposti tavoli da venti posti con fori nei quali erano inseriti i piatti in modo tale che questi non scivolassero, non erano presenti sedie poiché i bambini mangiavano i piedi. Anche in questo caso i tavoli erano dipinti con pitture ad olio, ciò consentiva il lavaggio quotidiano ed evitava che si sviluppassero microrganismi.

Spesso all'interno della sala era anche prevista una fontanella alla quale i bambini potevano bere utilizzando bicchieri di latta.

Era anche raccomandata la costruzione di un *lavatojo*, cioè di una fontana per la pulizia dei bambini.

Le latrine erano disposte all'esterno ed il più delle volte consistevano in semplici camerini.

Era tale l'importanza attribuita alla presenza di spazi all'aperto a servizio degli asili che da questi derivava il nome di "giardini d'infanzia".

Inoltre erano considerati luoghi privilegiati per lo sviluppo sociale e fisico del bambino.

L'asilo, e il luogo destinato alla ricreazione in particolar modo, era un mondo in miniatura, in cui il bambino si trovava in una società di suoi simili che gli somigliavano per età, per gusti, per aspirazioni e coi quali conversando e giocando si educava a vivere in comunità.

Gli spazi all'aperto erano considerati inoltre indispensabili per la salute dei bambini, in quanto giocare all'aria aperta li fortificava, conciliava l'appetito e li abituava a resistere meglio al caldo ed al freddo. Inoltre la permanenza all'aperto a testa scoperta, secondo le convinzioni del tempo, rendeva il cranio più resistente ai traumi:

*Le ricreazioni ad aria aperta crescono a salute il fanciullo, mantengono i fluidi nello stato convenevole, conciliano l'appetito e facilitano le secrezioni, la traspirazione e tutte le funzioni della vita.*

*All'aria aperta i fanciulli si accostumano a soffrire il caldo ed il freddo, il sole e la pioggia, a stare più lungo tempo che si possa in piedi, si perché è questa la posizione più naturale, si perché di tal maniera si fortificano.*

*Si avvezino i bambini a tenere la testa scoperta, fuori del caso di essere esposti ad un*

*gran sole o alla pioggia. Abituare i fanciulli a tenere la testa coperta, è male; gl'indumenti la riscaldano, e quindi ne derivano i dolori di capo, gl'infreddamenti, i catarri, le tossi, ed altrettante incomodità.*

*I popoli che si coprono poco o nulla alla testa, hanno il cranio più duro, e il cervello meglio difeso non solamente contro le ferite, ma contro gl'infreddamenti, le flussioni, e le impressioni dell'aria<sup>13</sup>.*

La scarsa pulizia degli ambienti dell'asilo era considerata *l'origine di molte indisposizioni e malattie*; particolare cura nelle pavimentazioni interne e dei giardini, che non dovevano produrre polvere né far ristagnare l'acqua.

Si suggeriva anche di rinnovare l'aria, anche in inverno, negli intervalli tra le lezioni, prevedendo in ogni caso *convenienti riserve*:

*L'aria fresca e pura è il primo dei fisici bisogni dell'uomo; la lunga dimora di numerose adunate in luogo non abbastanza ventilato è sempre funesta, e pel consumo che ciascuno fa di una quantità di ossigeno, e per l'esalazioni dai polmoni e da tutta la superficie del corpo di vapori che diventano nocivi<sup>14</sup>.*

L'esigenza di dimensionare i volumi d'aria dei singoli ambienti dell'asilo in funzione del numero e del tempo di permanenza dei bambini risulta evidente in alcuni dei progetti proposti nel *Manuale*, progetti che esemplificavano le indicazioni di carattere costruttivo e distributivo fornite. Generalmente per la sala di riunione era prevista una doppia altezza, per garantire un maggiore volume d'aria, con aperture poste nella parte superiore che favorivano l'aerazione.

I precetti indicati nel *Manuale* sembrarono trovare forma concreta quando nel 1863 lo stesso sacerdote Lombardo promosse la costruzione dell'Asilo della Pace e il Ricovero per lattanti al Molo<sup>15</sup>, per agevolare le numerose operaie impegnate durante il giorno ad incartare arance e

---

<sup>13</sup> Lombardo A., op. cit..

<sup>14</sup> Lombardo A., op. cit..

<sup>15</sup> Ispezione degli Asili Infantili

Palermo 11 luglio 1863

Volendosi costruire di pianta al Molo, giusta l'annesso disegno, l'Asilo della Pace e il Ricovero dei lattanti laterale al Castelluccio e lungo lo spiazzo bisognerebbe occuparsi uno spazio di terreno in canne quadrate 652,4 secondo la relazione dell'Architetto C. Giaccheri all'uopo adibito pone:

superficie per la fabbrica c.° q.° 176,2

superficie per gli spazi laterali ed il prospetto 258,6

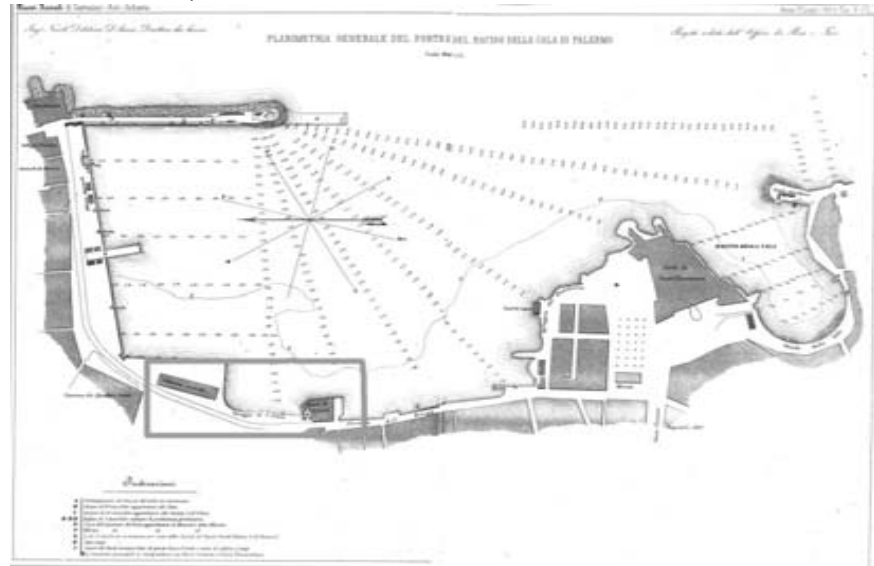
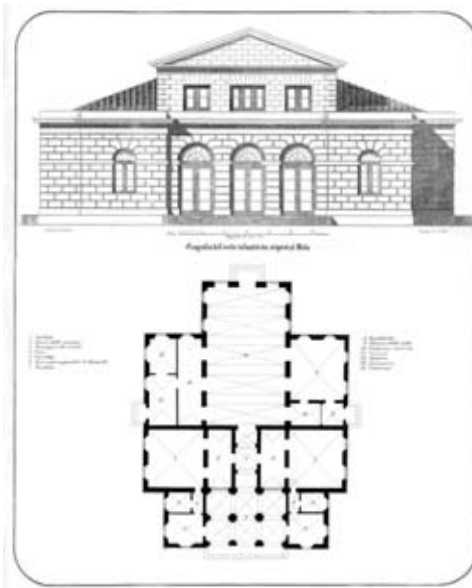
superficie libera a tergo per le ricreazioni 217,4

che in nuova misura decimale corrisponde ad are 27,82.

limoni nei magazzini dei commercianti del Molo. L'area prescelta, all'interno del giardino del Conventino della Consolazione dei Padri agostiniani, confinante con i quartieri militari, risultava particolarmente salubre in quanto esposta alla brezza marina, inoltre, in estate i bambini potevano accedere direttamente alla spiaggia. Il luogo era stato anche *scelto affinché fosse riparato dai venti e dai raggi solari dell'està forte*. (Fig. 11.8, 9)

Come sottolineava lo stesso Lombardo, l'edificio oltre ad essere *di utilità pubblica dal lato dell'educazione e della beneficenza* sarebbe stato *di ornamento alla città per le sue forme architettoniche*. Il progetto, firmato da Eugenio Giachery, si presentava come un volume compatto con un corpo centrale, corrispondente al *camerone* in cui erano ospitati i bambini, a doppia altezza e illuminato dall'alto, come proposto negli esempi riportati nel Manuale di Lombardo. L'edificio, non venne mai realizzato, ma rimase a lungo un modello cui fare riferimento in ambito palermitano.

Fig. 11.8, 9 – L'asilo della Pace al Molo di Palermo (ASP).



Prego quindi la Giunta Municipale di Palermo ad accordare il permesso per dar subito mano ad erigere un fabbricato che sarà di utilità pubblica dal lato dell'educazione e della beneficenza e di ornamento alla città per le sue forme architettoniche.

L'Ispettore Presidente la Commissione di impianto degli Asili Infantili  
Sac. A. Lombardo

#### 11.4 - L'assistenza all'infanzia a Palermo: gli asili urbani delle Pie Sorelle e le trenta sezioni comunali nelle borgate

A sottolineare la funzione sanitaria degli asili, era prevista anche l'ispezione giornaliera di un medico, la cui visita era più igienica che terapeutica, poiché oltre che alla salute dei bambini, era finalizzata alla verifica dell'igiene e della salubrità degli ambienti. Pertanto, per ognuno dei quattro asili, frequentati complessivamente da circa 650 bambini di entrambi i sessi, dodici ispettrici prestavano a turno la loro opera, affiancate, gratuitamente, da alcuni medici e farmacisti.

L'estrazione sociale dei frequentanti può essere dedotta da una delle numerose Statistiche pubblicate a partire dal 1860 che riportano i mestieri esercitati nella Palermo di quegli anni, dal proletariato urbano, compresi i *disimpiegati* e i *senza mestieri*, scarsamente presenti non perché mancassero nel contesto sociale palermitano, ma perché, molto più probabilmente, non avendo un lavoro, meno avvertivano l'esigenza di affidare i propri figli alla custodia degli asili.

Gli asili funzionavano ogni giorno, esclusa la domenica, dalle ore 9,30 alle 16 circa: sul loro stato e movimento la *Legione* forniva annualmente dati analitici; il programma educativo era improntato ai precetti dell'Aporti, che il sacerdote Antonio Lombardo aveva scrupolosamente riportato e codificato nel suo *Manuale per la fondazione degli Asili Infantili in Sicilia*<sup>16</sup>.

Purtroppo l'intervento della beneficenza pubblica e privata palermitana a favore dell'infanzia cominciò a diminuire al punto che, nell'arco di pochi anni, gli asili anziché aumentare si ridussero a tre.

Rimaneva ancora aperto il problema dei bambini delle borgate, ai quali mancava l'assistenza scolastica prima dei sei anni; nel 1863 l'autorità municipale decise di occuparsene direttamente: si sarebbe dovuta creare una struttura simile all'*half time school* inglese, per offrire ai bambini di età dai tre ai cinque anni *quella istruzione che in pedagogia chiamasi nomenclatura, alternandola con passatempi, per quanto è possibile in locali non molto spaziosi e nati per la famiglia anziché per la scuola*. In tal modo, gli allievi avrebbero cominciato a ricevere un insegnamento *capace a spargere piacevolmente un po' di luce nel buio delle loro menti*<sup>17</sup>.

Dal 1863 al 1866 vennero create, nei più popolosi e popolari sobborghi della città, trenta sezioni di asilo, aggregate alle scuole rurali.

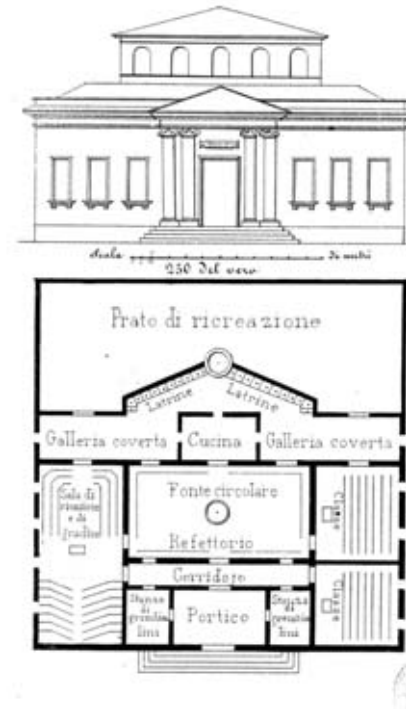


Fig. 11.10 – Progetto di asilo infantile (da Lombardo).

<sup>16</sup> È sufficiente esaminare il *Programma della istruzione* ricavato da tale volume per ritrovare, *esasperato nella burocratica minuziosità dei programmi e delle ripartizioni quotidiane delle lezioni, il limite maggiore del metodo aportiano, che finiva col sovraccaricare di esercizi e di tediose applicazioni i bambini, lasciando poco spazio all'attività ludica, tra l'altro difficilmente eseguibile nei locali di fortuna in cui gli asili erano ospitati, ed alla espressione della creatività infantile*. In Costa S. A., op. cit..

<sup>17</sup> Marchese di Rudini, *Relazione presentata al Consiglio Comunale di Palermo nella tornata del 4 Maggio 1863*.

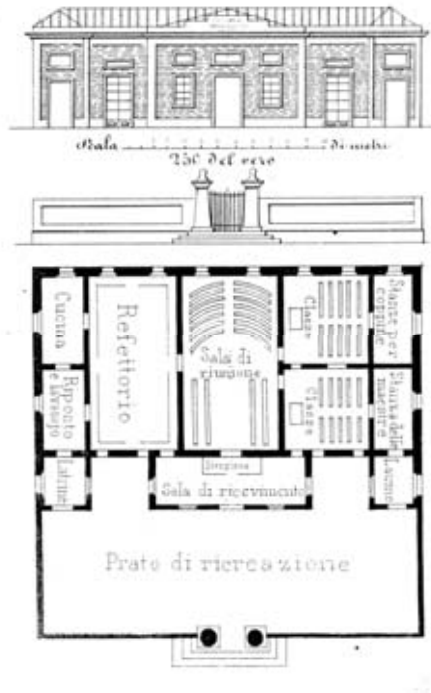


Fig. 11.11 – Progetto di asilo infantile (da Lombardo).

Tuttavia, nonostante le intenzioni degli ideatori, i locali destinati ad asilo erano *peggio che misere stanzette* dove mancavano l'aria e la luce<sup>18</sup>.

La conseguenza più grave e le pessime condizioni igieniche degli edifici destinati ad asili comunali fu il massiccio abbandono degli stessi, circostanza che confermava ancora una volta l'incompatibilità del patrimonio edilizio allora a disposizione del Comune, costituito soprattutto da immobili appartenuti ad ordini e congregazioni religiose, con le specifiche esigenze degli asili<sup>19</sup>.

Accertata l'inefficacia dell'esperimento, la Giunta comunale nel 1866 preferì sopprimere tutte quante le trenta sezioni di asilo, stabilendo che *sarebbero più convenientemente provveduto in appresso a quel bisogno*<sup>20</sup>.

Nella delibera era prevista, contestualmente alla chiusura dei vecchi asili, la futura fondazione *nelle principali e più popolose borgate* di scuole di asilo per i bambini da tre a cinque di entrambi i sessi, *separati per regola dalla scuola elementare, salvo il caso che si abbiano locali tanto ampi e adatti da contenere l'una e l'altra convenientemente* (articolo 2). Venivano fornite anche indicazioni riguardanti le caratteristiche dei locali destinati agli asili, sottolineando ancora una volta l'importanza di aggregare anche uno spazio aperto da destinare a giardino: oltre alle condizioni d'ampiezza, aria e luce, deve l'edificio disporre di un giardino o di un atrio o di uno spazio di terreno in cui i bambini potessero muoversi e giocare nelle ore a ciò destinate (articolo 3).

Di fatto, l'unico provvedimento concreto fu quello della soppressione delle trenta sezioni, da questo momento il comune tralasciò del tutto di ristrutturare e far rinascere le scuole per l'infanzia, limitandosi a stabilire in bilancio delle somme annue molto esigue per sovvenzionare le istituzioni private. Nell'assenza totale dell'iniziativa pubblica, questo importante spazio socio-educativo rimase aperto alle iniziative di singoli cittadini, di ordini ecclesiastici o di gruppi laici sensibili al problema, ed è proprio in queste condizioni che forse maturarono le più aggiornate e fruttuose esperienze nell'ambito delle strutture per l'assistenza all'infanzia e per l'istruzione.

<sup>18</sup> De Brun L., *Relazione sullo stato dell'Istruzione Elementare del municipio di Palermo nel secondo semestre dell'anno 1865-66*, Palermo 1867.

<sup>19</sup> Nella sua Relazione al Consiglio Comunale durante la seduta del 6 Agosto 1866, l'assessore per la pubblica istruzione avvocato Gaetano Deltignoso, illustra la storia delle trenta sezioni di asilo e constatato il fallimento delle finalità per cui esse erano state istituite, faceva presente che in quell'anno scolastico si erano iscritti complessivamente 869 bambini, dei quali in aprile *si trovavano presenti poco meno di 600, tra cui maschi pochissimi. Ragguagliato questo numero alle trenta scuole, si ha una media di trenta bambini per ciascuna scuola. Ciò è veramente ben poco*. Vedi "Atti del Municipio di Palermo", 1865-67.

<sup>20</sup> Deltignoso G., "Atti del municipio di Palermo", Palermo, 1867.

### 11.5 - Le strutture private per l'assistenza all'infanzia.

#### L'opera del **Comitato degli Asili Rurali**

Dopo la soppressione degli asili nel 1866, la *rivoluzione* del settembre dello stesso anno e le due epidemie di colera del 1866 e del 1867, *in un tempo in cui ogni fervore era sbollito, quando le funeste giornate di settembre del 1866 e poi dopo le due fatali invasioni dell'asiatica che avevano lasciato lunga ed interminabile sequela di mali, di querele e di guai*<sup>21</sup>, proprio intorno al 1867 ed in conseguenza della soppressione delle sezioni comunali di asilo, si costituì a Palermo, un *Comitato per gli Asili Rurali*, con il fine di *promuovere l'educazione dell'infanzia e della puerizia nelle nostre campagne*.

In pochi anni di esistenza, il Comitato poteva contare su cinque asili, tutti ubicati in locali idonei e dotati di ampie sale e di *spianate con alberi e fiori*: due fabbricati, quelli di Sampolo e di San Lorenzo, erano di proprietà dello stesso Comitato; quello della Zisa era stato ceduto gratuitamente dal Comune e solo gli altri due erano presi in affitto.

L'indirizzo seguito in questi cinque asili era una commistione fra il metodo aportiano e quello froebeliano.

Alle due teorie pedagogiche corrispondevano però differenti concezioni dello spazio architettonico in cui dovevano essere ospitati i bambini; proprio le teorie froebeliane hanno maggiormente influenzato la moderna concezione di edificio per l'infanzia e ne hanno consentito una riconoscibile specializzazione tipologica. Un apporto fondamentale, che caratterizza anche le moderne realizzazioni, consiste nell'introduzione del giardino considerato non più esclusivamente come spazio per gli esercizi ginnici, ma come luogo di socializzazione.

Alla base della pedagogia froebeliana vi è infatti il concetto di *giardino d'infanzia* in un duplice significato: *giardino* è la scuola, dove i bambini sono come piante che crescono e si sviluppano sia fisicamente che spiritualmente; ma *giardino* è anche, in senso letterale, quello che viene allestito nella scuola e affidato alle cure dei bambini che, in questo modo, possono cogliere il valore profondo della natura<sup>22</sup>.

<sup>21</sup> Scandurra F. E., *Gli asili rurali ed urbani e l'Educatario Whitaker*, in «Scuola e Famiglia», Giornale dell'Istituto Randazzo, Aprile 1884.

<sup>22</sup> Inoltre, a differenza dell'Aporti, che dava largo spazio nell'istruzione alle nomenclature, Froebel insisteva *sul principio della trasformazione della materia come esperienza fondamentale di autoeducazione. Manipolando gli oggetti, costruendo ed imprimendo una forma nella materia, il fanciullo ha altrettante esperienze del continuo compenetrarsi di realtà fisica e di spirito [...]*. L'elemento che caratterizza soprattutto, tecnicamente, l'educazione prescolastica froebeliana, consiste nei cosiddetti doni, cioè in oggetti geometrici, carichi di valore simbolico, offerti al fanciullo secondo una rigorosa successione, perché ne tragga l'ispirazione liberamente [...]. A tutto questo si aggiunge la dimensione da Froebel considerata necessaria per l'apprendimento e l'esercizio della creatività: quella del gioco. Il gioco, romanticamente elevato ad attività spirituale assai intensa, come simbolo di una superiore unità di tutte le facoltà umane e della stessa unità universale dell'essere, e il riferimento per ogni iniziativa didattica, la garanzia che l'animo infantile venga rispettato e non violentato nei suoi bisogni e nelle sue possibilità di espressione. Citazione da: G. Straniero, *Enciclopedia storica della pedagogia*, Milano 1980.

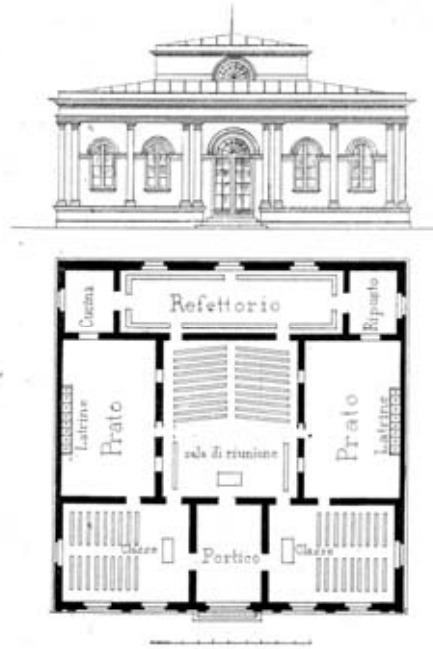


Fig. 11.12 – Progetto di asilo infantile (da Lombardo).

Nelle nuove strutture fu dedicato largo spazio all'educazione fisica, ai *movimenti ginnastici* cui si alternavano gli *esercizi mentali*, in modo che *l'intelligenza dei bambini non si stancasse né prematuramente si sviluppasse*.

Gli asili rurali divennero un apprezzato modello sia per gli edifici in cui erano ospitati sia per la moderna impostazione didattica ed educativa.

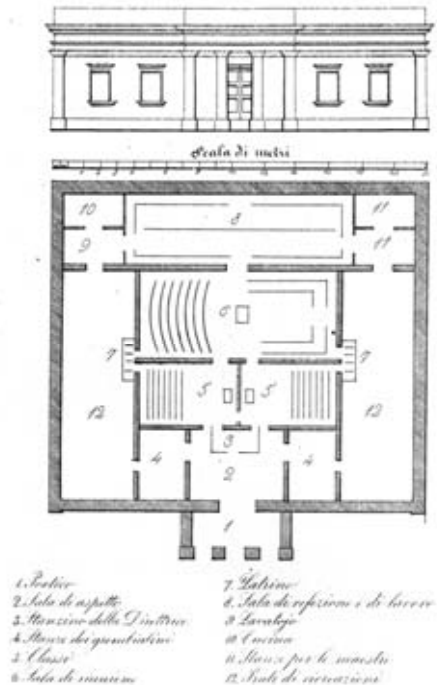


Fig. 11.13 – Progetto di asilo infantile (da Lombardo).

### 11.6 - Condizioni igieniche dei locali scolastici nel periodo post unitario in Sicilia: stanze «sudicie, squallide, ottuse»

Come era accaduto per gli asili, anche le scuole aperte a Palermo dopo il 1860 nella fretta dettata dal bisogno erano spesso ospitate in piccole chiese di Congregazioni religiose soppresse, in case private prese in affitto, più raramente in un convento, ma mai in un edificio costruito appositamente per ospitare questa funzione. Da ciò derivava in molti casi l'impossibilità di raggruppare in un unico edificio di proprietà comunale più di una classe.

Viene più volte sottolineato nei documenti di quel periodo come il tema dell'edificio scolastico, come nuova tipologia edilizia, dovesse necessariamente confrontarsi con tre aspetti fondamentali: il rapporto con il sito, le condizioni di salubrità ed il rapporto tra spazio e numero di fruitori.

I principali difetti che presentavano i locali destinate a scuole elementari erano l'umidità, dovuta al fatto che quasi sempre erano situate ai piani terreni di edifici esistenti, la luce insufficiente che penetrava da finestre poste in alto e l'inadeguatezza dei servizi igienici che con difficoltà si riuscivano ad inserire se non in posizioni inadatte come le terrazze e con strutture precarie in legno, non ultimo il problema della mancanza di spazi aperti in cui fare ricreazione e svolgere attività fisica. L'importanza attribuita ai tempi alla ventilazione ed al ricambio d'aria risulta evidente se si pensa che in una sola aula potevano essere ospitati anche un centinaio di alunni.

Nelle relazioni, cronache e documenti del tempo si insisteva particolarmente sull'inadeguatezza e sull'insalubrità dei locali di ogni ordine e grado di scuole siciliane. Dall'Ispettore scolastico G. B. Santangelo, ad esempio, apprendiamo che nel 1870 quasi tutte le scuole elementari palermitane si presentavano come *una sdrucita e misera casa o un magazzino oscuro, umido e indecente*<sup>23</sup>.

Nel 1868, il generale Medici, prefetto di Palermo, in una circolare indirizzata a tutti i Sindaci della provincia, raccomandava alle autorità municipali di dotare la scuola del *conveniente locale* come *condizione essenziale del vero profitto e della buona disciplina [...] E pure in questa*

<sup>23</sup> Santangelo G. B., *Sulle condizioni delle Scuole Elementari del Municipio di Palermo dal 1860 al 1872. Cenni e documenti di G. B. Santangelo, Ispettore Scolastico Municipale*, Palermo 1873.



provincia si trovano scuole così anguste, così orride per difetto di luce e di nettezza, così poco salubri, che, non che la buona disciplina, ma la sanità della crescente generazione ne riceve nocumento<sup>24</sup>.

Già nel 1869, il Provveditore Girolamo Nisio denunciava le riprovevoli condizioni dei locali scolastici e la poca accortezza degli amministratori comunali:

*i locali generalmente son pessimi e poco adatti all'uso della scuola, non facendo eccezione della città di Palermo, che tanto ha speso finora per l'istruzione pubblica. Nessun Comune ha fatto edificio proprio per la scuola. Dei monasteri non si è tratto tutto quel vantaggio che si sarebbe potuto. E di questo pessimo stato dei locali parte è da riferirsi alla condizione materiale dei paesi, e parte alla poca preveggenza degli amministratori. Si è pensato finora ad aprire le scuole, ma non nel modo migliore<sup>25</sup>.*

Le testimonianze e le denunce si ripeterono con la stessa drammatica regolarità anche negli anni successivi. Nel 1875 sulla rivista "Scuola e Famiglia" un commentatore scriveva:

*Chi si muove a visitare i locali delle nostre scuole, non potrà certamente restarne soddisfatto, trovandoli ove ristretti, ove umidi, ove senz'aria, ove con cattiva esposizione, e per la maggior parte sprovvisti d'atrii, tanto necessari alla ricreazione da darsi agli allievi per divagamento nelle cinque ore di studio [...] Bambini assiderati in inverno, soffocati in està, pigiati per lunghe ore in stanze buje ed anguste, distratti dagli esterni rumori e dal frequente passaggio di allievi d'altre classi, sofferenti dell'aria non rinnovata e corrotta [...] Come pretendere educare i nostri alunni al rispetto, all'amore di se stessi e d'altrui, se tutto ciò che li circonda non è atto ad ispirare egualmente rispetto ed amore? [...] Riunite in una stalla gli allievi, ed educerete cavalli; riuniteli in una prigione ed educerete galeott<sup>26</sup>.*

Tre anni dopo, in un breve articolo apparso su un'altra rivista palermitana, «Archivio di Pedagogia e Scienze Affini», la redazione auspicava che il Municipio destinasse una parte non esigua del bilancio dei lavori pubblici al miglioramento ed alla costruzione di appositi edifici scolastici:

<sup>24</sup> ASP, Pref. Gab.

<sup>25</sup> Nisio G., *Relazione al Signor Ministro della Istruzione Pubblica sullo stato dell'insegnamento elementare della provincia di Palermo*, Palermo, 1869.

<sup>26</sup> Andazzo C., "Scuola e famiglia", n. 14, 1875.

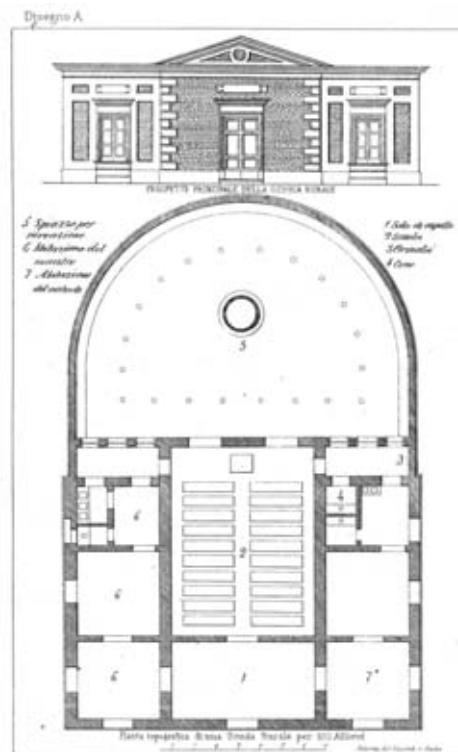


Fig. 11.14 – Progetto di scuola elementare rurale (da Santangelo).

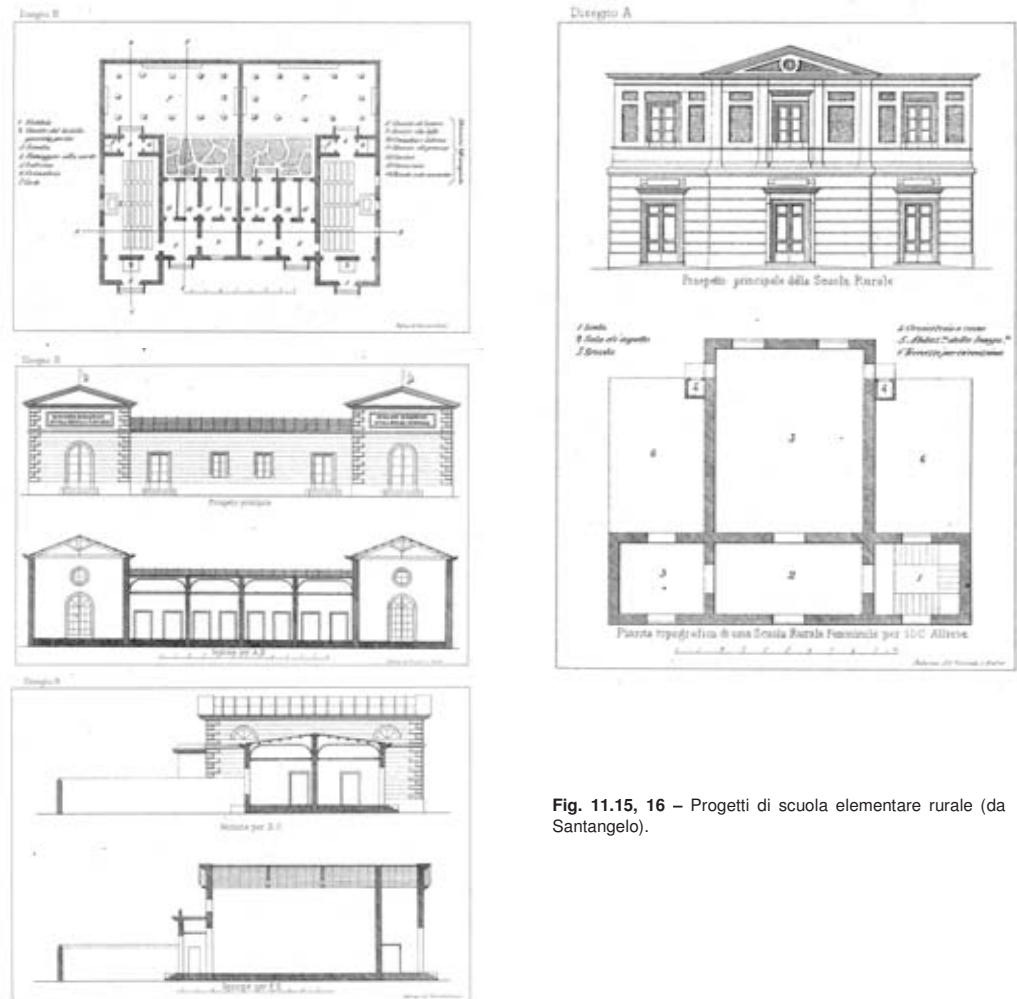


Fig. 11.15, 16 – Progetti di scuola elementare rurale (da Santangelo).

*Chi guardi, infatti, alla statistica delle scuole, non trova, dal 1860 a questa parte, un sol momento in cui si sia arrestato il progressivo aumento degli alunni e dei maestri. Ma il loro incremento didattico ed igienico è proceduto assai lentamente. Anzi, per ciò che riguarda l'igiene, nulla o quasi nulla è stato fatto*<sup>27</sup>.

La situazione delle strutture educative siciliane appariva ancora più grave e deprimente, allorché i presidi e i direttori delle scuole isolate paragonavano le proprie scuole con quelle di altri Paesi più civili. G. B. Santangelo, nel 1873, sottolineava il carattere moderno e funzionale delle coeve scuole di New York, ricche di sale consacrate al gioco dei fanciulli, di aule riscaldate a dolce temperatura e ventilate con perfetti apparecchi, dove ciascun allievo ha tavolino e seggio isolato e tutto vi è elegante e pulito, dove abbondano ambienti di ricevimento e ampi spazi coperti nei quali in alcune ore tutti gli allievi si riuniscono per certi esercizi da farsi in comune. E, per di più, ciascuna scuola è fornita di una sua biblioteca, ricca di migliaia di volumi, che i fanciulli ricevono in prestito anche fuori delle ore di lezione<sup>28</sup>. Lo stesso Santangelo, inoltre, si rendeva conto che il divario tra il sistema scolastico siciliano e americano non poteva addebitarsi solo alle profonde differenze economiche tra i due Paesi: negli Stati Uniti si può asseverare che l'istruzione del popolo nacque con le loro istituzioni, e quando si grida all'ignoranza è come quando si grida al fuoco: ciascuno accorre per combatterlo e non si arresta se non dopo averlo vinto<sup>29</sup>.

Contro le vergognose condizioni delle scuole aperte nella stretta imperiosa del bisogno ed alligate ora in case prese ad affitto, raramente in qualche convento, mai in locale fondato per l'apposito oggetto<sup>30</sup>, fu proposto, finalmente, di abbandonare il sistema degli affitti e degli adattamenti, poco funzionali e a lungo termine sicuramente più onerosi, e di provvedere a costruire appositi edifici, di proprietà comunale, da destinare alle scuole.

I progetti per le nuove scuole, commissionati a uomini peritissimi nella scienza e nell'arte di fabbricare, rimasero però senza alcuna applicazione. Questi costituiscono tuttavia un importante esempio di applicazione e interpretazione di modelli e tipologie di edifici scolastici da parte di progettisti locali, tra gli altri citiamo i progetti per la costruzione di scuole rurali del 1871 dell'ingegnere Buscaino, che prevedeva due varianti: la prima era solo per scuola maschile, la seconda prevedeva una sovrapposizione per quella femminile. Sempre del 1871 è il progetto

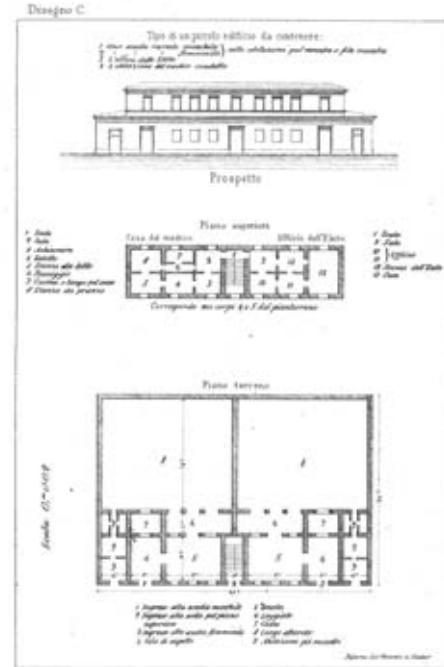


Fig. 11.17 – Progetti di scuola elementare (da Santangelo).

<sup>27</sup> "Archivio di Pedagogia e Scienze Affini", n. 16, 1878.

<sup>28</sup> Santangelo G. B., *Sulle condizioni delle Scuole Elementari del Municipio di Palermo dal 1860 al 1872. Cenni e documenti di G. B. Santangelo, Ispettore Scolastico Municipale*, Palermo, 1873.

<sup>29</sup> *Ibidem*.

<sup>30</sup> *Ibidem*.

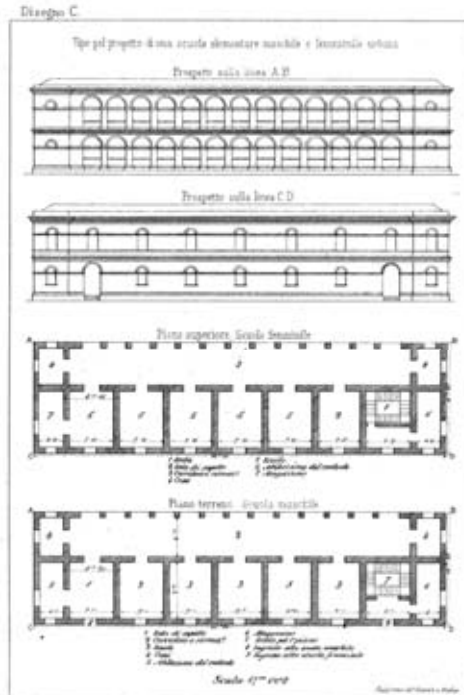


Fig. 11.18 – Progetti di scuola elementare (da Santangelo).

dell'ingegnere Fichera per la costruzione di una scuola rurale maschile e femminile con abitazioni per gli insegnanti ed i custodi.

## 11.7 - La realizzazione dei primi edifici scolastici a Palermo. Fattori localizzativi e salubrità dei luoghi

### 11.7.1 - La ricerca della salubrità nel progetto dell'edificio scolastico in piazza Marmi dell'architetto Giuseppe Damiani Almeysda

Abbiamo già accennato al fatto che già nel 1872 il Ministero della Istruzione Pubblica aveva diffuso dei progetti per edifici scolastici tipo commissionati al Capo dell'Ufficio del Genio civile di Firenze. Questi progetti *improntati sul modello di quelli realizzati in Belgio* venivano donati a tutti i Municipi che ne facevano richiesta, questo spiega anche l'immediata diffusione sul territorio nazionale di alcuni elementi che divennero caratterizzanti dell'edilizia scolastica.

I primi edifici scolastici realizzati a Palermo furono, nel 1884, quello di Montevergini e l'altro della borgata Villagrazia; non si trattava però di edifici con una propria identità, quanto di aggregazioni ad altri già esistenti. Già qualche anno prima erano stati commissionati 11 progetti per edifici scolastici da costruire in vari punti della città, con l'intento di affidarne la realizzazione a Società private, usufruendo delle facilitazioni della legge del 1878 attraverso un mutuo con la Cassa depositi e prestiti.

Il primo di questi edifici che si propose di realizzare nel 1887 fu quello progettato dall'architetto Giuseppe Damiani<sup>31</sup> nel Corso Tukory, nell'area resa disponibile dalla demolizione del bastione S. Agata. Fu disposto che Damiani studiasse un progetto, in base ad un programma determinato dall'*Ufficio di pubblica istruzione*, e rispondente a tutte le necessità didattiche e disciplinari, ed ai nuovi suggerimenti della scienza pedagogica.

Nel progetto l'edificio, con il fronte principale sul Corso Tukory, avrebbe dovuto presentare due piani ed essere circondato da *un boschetto, o meglio da una cintura di vegetazione, del cui beneficio e della cui opportunità non fa mestieri discorrere*.

Un portico coperto metteva in comunicazione le due porte d'ingresso e d'uscita, le sale di ricreazione e la scala che conduceva al piano superiore. L'edificio prevedeva 14 aule, sei al pianterreno ed otto al piano superiore, della superficie di circa 70 mq ciascuna, tre stanze per il direttore ed altrettante per gli insegnanti, e, nelle ali laterali, le sale d'aspetto di ricreazione. Sul retro del fabbricato, in una *torricella* di pianta semicircolare, erano disposti i bagni con sistemi di chiusure meccaniche ed idrauliche.

<sup>31</sup> Il progetto di Damiani riporta la data del 2 agosto 1887.

L'epidemia di colera del 1887 che aveva funestato Palermo contribuì alla decisione della Giunta per la realizzazione dell'edificio di Corso Tukory sia perché questo avrebbe comportato la demolizione del bastione quello di S. Agata - la cinta muraria era considerata uno degli elementi che contribuivano all'insalubrità della città - sia perché la scuola sarebbe sorta in nel mandamento Oreto, attiguo al mandamento Palazzo Reale dove era stato necessario trasferire le scuole ospitate in precedenza nel convento dei Benfratelli che minacciava il crollo.

L'edificio scolastico, con la sua cinta di verde e gli spazi aperti che lo circondavano, era quindi considerato non soltanto un elemento di decoro per la città, ma anche una tipologia che consentiva il diradamento del tessuto ed il conseguente miglioramento delle condizioni igieniche.

A conferma di ciò, la Commissione dei lavori pubblici sottolineava come il progetto per il nuovo edificio scolastico non poteva essere disgiunto dai principi che informavano il piano di risanamento: fin da questo primo progetto è evidente quanto fosse ritenuta importante una corretta *postura* dell'edificio.

L'area su cui doveva sorgere l'edificio, un rettangolo di 80x35 metri, presentava il lato di fondo prospiciente un muro di terrapieno alto 10 metri, sarebbe quindi venuto meno il più importante dei requisiti per una costruzione salubre: la circolazione dell'aria ed il soleggiamento delle aule che, per essere protette dai rumori e dalla polvere provenienti dalla strada, erano rivolte verso questo muro (Fig. 11.20). Per ovviare a tale difetto la Commissione dei lavori pubblici raccomandò che si procedesse, contemporaneamente alla costruzione della scuola, alla demolizione delle mura del bastione

*Ai lavori per l'aerazione e l'isolamento del fabbricato, sarà provveduto coi fondi del risanamento, ma sul proposito la Commissione non si ristà dal raccomandarvi a che le spese perciò, fossero prelevate, onde contemporaneamente all'innalzamento dell'edificio scolastico, si abbattano le mura del bastione e tutto ciò che deturpa e soffoca quell'opera di civile progresso che noi imprendiamo ad attuare, fidenti nel frutto delle cure impiegate in pro delle crescenti generazioni<sup>32</sup>.*

Le difficoltà riguardanti i fattori localizzativi dell'edificio sembrarono però difficilmente superabili, tant'è che sempre nel 1887<sup>33</sup> per realizzare la scuola venne scelta un'area libera, all'esterno delle mura, in corrispondenza dell'antica Porta Carini (Fig. 11.19).

---

<sup>32</sup> *Atti del Consiglio Comunale di Palermo, seduta 20 settembre 1887, Palermo, 1887.*

<sup>33</sup> Il progetto di scuola in piazza Marmi era identico a quello del 20 agosto 1887 per la scuola in corso Tuckery. I lavori vennero appaltati all'appaltatore Vincenzo Di Pisa il 17 novembre 1887.

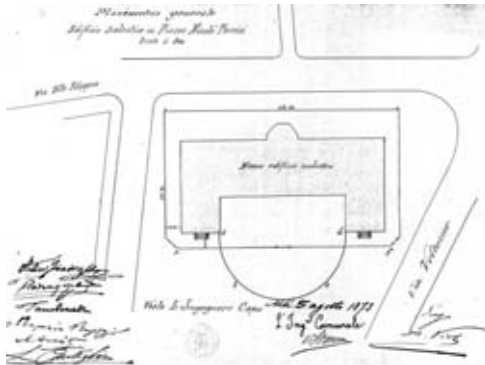
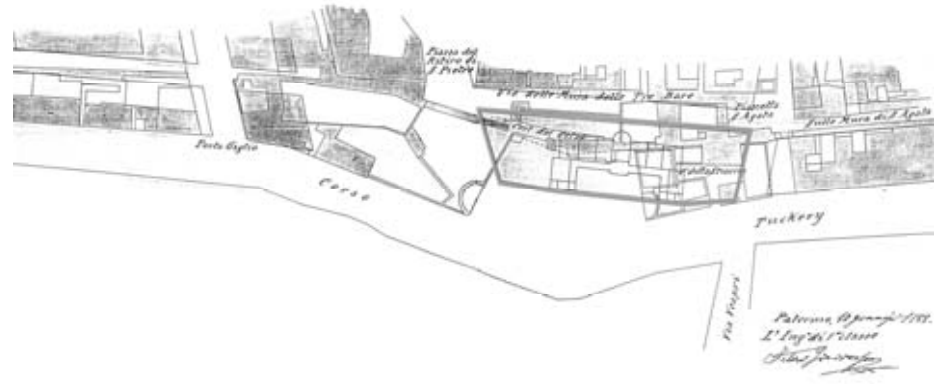


Fig. 11.19, 20 – (a destra) Ubicazione originaria della scuola progettata da Damiani, (sopra) progetto realizzato.



La nuova ubicazione rendeva l'edificio visibile da tutti i lati, Damiani dovette quindi riprogettare i prospetti in funzione di questa nuova esigenza:

*L'edificio scolastico che doveva sorgere nella via Tuckery avea, secondo l'ubicazione allora stabilita il solo prospetto principale che fronteggiava la strada e gli altri prospetti rimanevano interni in un giardino e come tali non importava nei prospetti laterali di una perfetta simmetria e completa decorazione.*

*Ordinata la nuova ubicazione in piazza Turrisi, rimanendo l'edificio isolato fra strade e piazze molto larghe, fu mestieri migliorarne la qualità dei materiali da costruzione per abbozzare un'architettura che per quanto semplice e modesta, era indispensabile dare ad ogni prospetto il dovuto carattere di edificio pubblico<sup>34</sup>.*

L'intonaco esterno era realizzato con la tecnica dell'incantonato, con campi realizzati a finto mattoncino.

L'intonaco delle pareti interne venne eseguito con *rinzafo*, *traversato*, *arricciato due strati di tonachino e stropicciato*, e finito con una *dipintura delle pareti e delle volte a calce ed olio d'oliva a varie spalmature*.

Secondo i precetti igienici del tempo, la parte inferiore delle pareti nelle aule era rivestita con intonaco a stucco ad imitazione del bardiglio, confermando una consuetudine di uso igienico di questo marmo che diviene consuetudine estetica. Lo stesso marmo era impiegato per le pavimentazioni dell'atrio e degli uffici.

<sup>34</sup> Lettera dell'ingegnere G. Damiani all'Ufficio LL.PP in data 16 gennaio 1890, ACP.

I pavimenti delle aule erano invece originariamente previsti in cemento a getto, ma questo tipo di finitura, anche quando ben eseguita, risultava *mediocre, poco igienica, polverosa ed assolutamente brutta alla vista*. Per tale ragione il progettista lo sostituì con un *sistema di mattoni di Marsiglia tinti rossi a fuoco, perfettamente piani, squadri e durissimi: la qualità ne è ottima per bellezza, per igiene per durabilità e costa quanto il sistema di cemento a getto che è da evitare*<sup>35</sup>.

Le finestre delle aule, per garantire un'adeguata ventilazione, erano munite di *ventilatojo*, la parte semicircolare superiore era suddivisa in quattro parti, di cui le due centrali mobili consentivano di regolare il flusso d'aria.

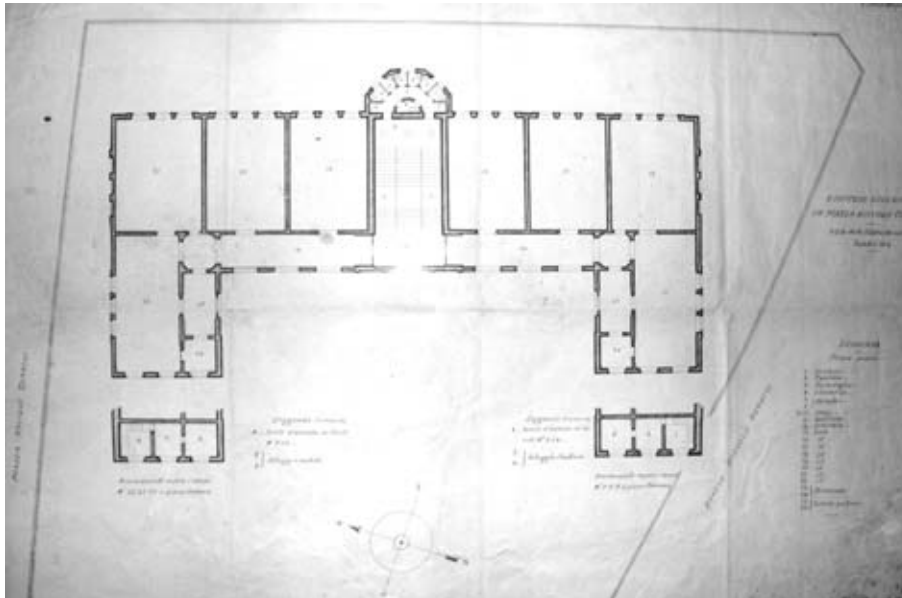
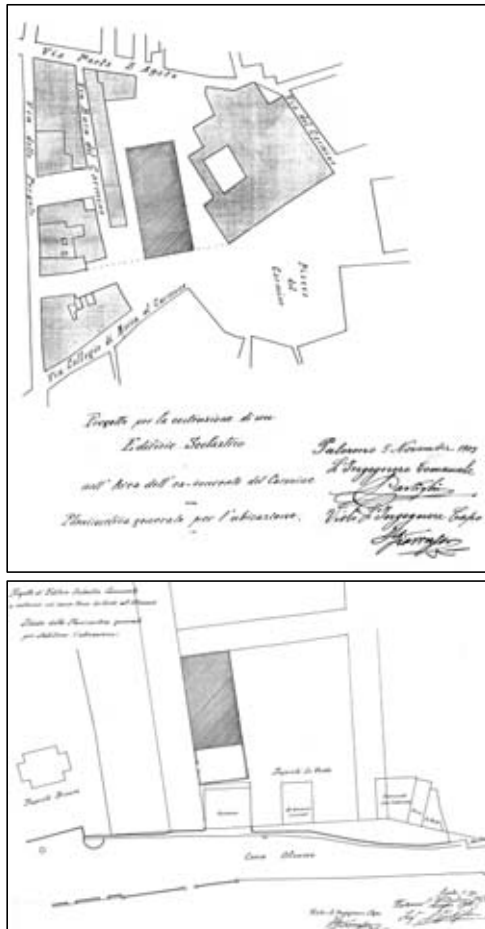


Fig. 11.21, 22 – La scuola Turrisi in piazza Marmi.

<sup>35</sup> Lettera dell'ingegnere G. Damiani alla Commissione dei Lavori pubblici in data 7 aprile 1890, ACP.



**Fig. 11.23, 24** – Planimetrie di progetto per l'ubicazione di due nuovi edifici scolastici a Palermo all'inizio del XX secolo.

### 11.7.2 - I Progetti tipo per gli edifici scolastici urbani e suburbani

Nel 1904, per rispondere al crescente fabbisogno di aule scolastiche, il Consiglio Comunale deliberò<sup>36</sup> per la realizzazione di otto nuovi edifici scolastici, secondo i due progetti tipo per scuola urbana e per scuola suburbana proposti rispettivamente dall'ingegnere Luigi Castiglia e dall'ingegnere Carlo De Stefani<sup>37</sup>.

Tali progetti verranno di esaminati così come vennero rispettivamente realizzati per la scuola in piazza Magione e all'interno del giardino dell'Istituto Castelnuovo.

L'edificio in piazza Magione era destinato a scuola elementare ed occupava una superficie di circa 730 mq; di pianta rettangolare, presentava una lunghezza di 37,80 m per 19,30 m, il prospetto principale, rivolto ad oriente, era allineato con la via Castروفилippo. L'edificio si sviluppava su due elevazioni, con ingressi distinti sui due lati minori; il piano terra era sopraelevato di almeno 60 cm rispetto al piano stradale.

Come prescritto dalle menzionate *Istruzioni tecnico-igieniche*, particolare cura fu posta per preservare la fabbrica dall'umidità; per tale ragione si operò una differenziazione nei materiali che costituivano la muratura in funzione dell'altezza: le fondazioni erano realizzate in *calcestruzzo idraulico* per un'altezza di due metri, al di sopra delle quali fu realizzata una muratura in calcare compatto con malta idraulica; i muri fuori terra, fino al piano dei davanzali della prima elevazione, erano costituiti da muratura a due paramenti di pietrame calcareo compatto e malta semidraulica dello spessore di 50 cm. La parte più alta delle murature esterne era composta da conci di calcarenite dell'Aspra, più leggeri e più porosi rispetto al calcare compatto, *intagliati in due lati e nella faccia apparente e mezzanamente e digrossati nelle giunte*. I solai erano realizzati con travi di ferro a doppio T e tavelloni in laterizio. I tramezzi erano invece formati da tavelle di cemento, che, per le maggiori dimensioni, prevedevano l'impiego di una minore quantità di malta nella messa in opera rispetto ai tradizionali tramezzi in conci di calcarenite, i cosiddetti *terzalori*<sup>38</sup>, o in mattoni. Minimizzare la quantità di acqua di costruzione era, come affermato nei capitoli precedenti, una prassi dettata da considerazioni di natura igienica. Ad esempio, nel caso di interventi di adeguamento di edifici esistenti per uso scolastico, i tramezzi si realizzavano preferibilmente con intelaiatura in legno e stuoie di canne intonacate (Fig. 11.25); questi risultavano leggeri ed evitavano che gli ambienti rimanessero umidi a lungo a causa della notevole quantità d'acqua introdotta con la malta delle murature ordinarie. D'altra parte, i tempi

<sup>36</sup> Deliberazione del Consiglio Comunale di Palermo del 24 gennaio 1904.

<sup>37</sup> I sei edifici urbani "gemelli", progettati dall'ingegnere Luigi Castiglia sarebbero dovuti sorgere nelle piazze Magione, Indipendenza, S. Oliva, Ucciardone, nella via Olivuzza e nel rione Boscogrande. Era inoltre prevista la realizzazione di una seconda scuola nella piazza Nicolò Turrisi e di due scuole suburbane, da sei aule ciascuna, nella borgata Resuttana - all'interno del giardino dell'Istituto Castelnuovo - e nella borgata Settecanali nella via Germanese.

<sup>38</sup> I *terzalori* erano conci di calcarenite di dimensioni pari a palmi 1,95x0,98x0,24, secondo le tariffe del 1827 e del 1856. Il palmo siciliano era pari a 25,8 centimetri.



per l'asciugatura delle murature previsti dai regolamenti d'igiene del tempo, almeno tre mesi, non erano spesso compatibili con le esigenze ed i tempi ristretti dell'amministrazione scolastica.

Per quanto concerne le finiture, i pavimenti erano realizzati in *smalto di cemento a getto*, le pareti, di colore azzurro, avevano uno zoccolo a stucco dell'altezza di 1 m; nei bagni e negli antibagni le pareti erano rivestite in stucco lavabile, i pavimenti e gli zoccoli in bardiglio, anche i tramezzi tra gli stanzini delle latrine erano formati da lastroni di bardiglio levigati e politi a piombo. L'impiego del bardiglio e dello stucco, ricorrente anche nella scuola progettata da Damiani, conferma come questi materiali fossero particolarmente apprezzati per le loro caratteristiche igieniche. Il colore dell'intonaco esterno, con rinzafo di malta ordinaria e tonachino, imitava la pietra da taglio.

Ciascuno dei due piani comprendeva un doppio ordine di classi divise da un corridoio largo 3 m; le aule avevano forma quasi quadrata (7,30x7,25 m), contrariamente alle prescrizioni normative, un'altezza di 4,80 m e ospitavano fino 60 alunni. L'illuminazione naturale era di tipo unilaterale con tre finestre di 1,20 m di larghezza per 2,50 m di altezza (rapporto superficie illuminante/pavimento pari ad 1/5). Le imposte delle finestre erano divise in due parti, una inferiore da aprirsi in senso verticale ed una superiore in senso orizzontale. La ventilazione in ciascuna classe era assicurata da due finestre di riscontro che si aprivano nel corridoio; riguardo al riscaldamento, come scritto nella relazione dell'ingegnere Castiglia, *stante al clima mitissimo della nostra città e alla lunga esperienza, nessun speciale provvedimento si è creduto di dover proporre.*

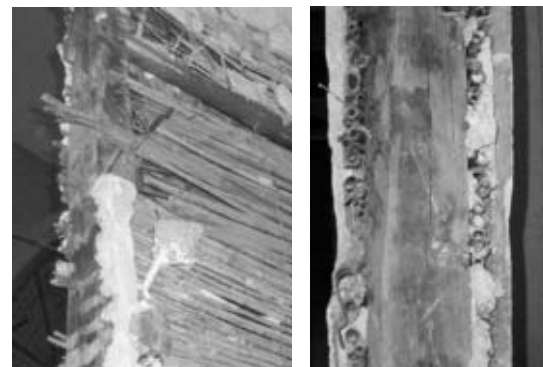
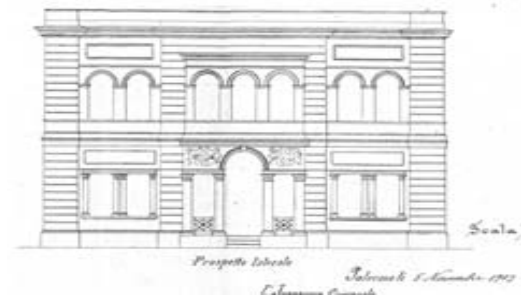
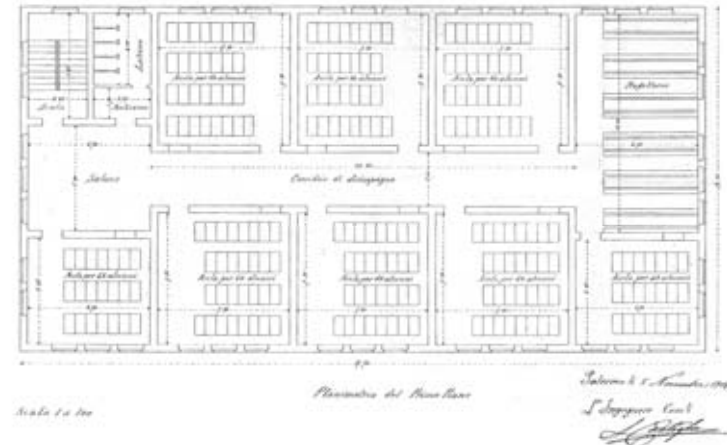


Fig. 11.25 – Tramezzo con intelaiatura in legno e rivestimento in stuoie di canne intere ed intonaco.

Fig. 11.26, 27 – Prospetti e pianta (a destra) della scuola tipo progettata nel 1904 da Castiglia..





Prima di passare alla descrizione del progetto del 1903 di scuola suburbana dell'ingegnere Carlo De Stefani da realizzare nel giardino dell'Istituto agrario Castelnuovo, un breve accenno va fatto proprio all'edificio dell'Istituto che rappresenta un dei primi esempi di edilizia di qualità destinata alla formazione dei giovani. La Villa Castelnuovo-De Seta fu edificata insieme al grande parco nella seconda metà del Settecento, per iniziativa di Gaetano Cottone e Morso, principe di Castelnuovo. Nel 1819, il figlio Carlo vi fondò l'Istituto agrario, un'istituzione sorta per diffondere metodi razionali di conduzione agricola. In quell'occasione l'impianto del parco subì numerose trasformazioni con la sistemazione di nuovi percorsi e nuovi locali a servizio della scuola; venne costruito l'edificio centrale, il "ginnasio" in stile neoclassico, il cui progetto fu redatto da Antonio Gentile che trasse ispirazione dal ginnasio dell'Orto botanico di Palermo. L'edificio, dall'impianto rettangolare, era attraversato trasversalmente da un portico scandito da otto colonne doriche al cui centro si elevava una cupola. Di particolare interesse risultano gli espedienti adottati dall'architetto Gentile al fine di rendere salubre l'area nella quale sarebbe sorto l'edificio, originariamente destinata a fossa per la raccolta delle acque. Si riporta di seguito la descrizione che nel 1838 diede il cavaliere Agostino Gallo dell'edificio e delle soluzioni attuate da Gentile, in cui risulta evidente come già nei primi anni del XIX secolo luce, aria e assenza di umidità fossero considerati fattori da perseguire per la salubrità degli edifici (Fig. 11.28):

*Il summenzionato principe di Castelnuovo, tutto caldo com'era di amor di patria, ideato avea di fondare un Seminario di agricoltori nel suo podere a' Colli presso Palermo, e di*

assegnarvi una ricca dotazione, affinché i villici dalla più tenera età vi fossero ricevuti, e sostenuti gratuitamente, ed ivi sotto la direzione d'un abile professore, e con la guida dell'esperienza i migliori metodi agronomici imparar potessero, per indi, fatti adulti, diffonderne la pratica in tutta la Sicilia. Credette a ciò un ampio edificio far costruire, da innalzarsi sopra una vasta fossata, che servir dovea per conserva di acque piovane. Comunicò il suo pensiero al Gentile cui già costituito avea architetto di sua casa. Costui lo distolse dall'idea di valersi della fossata per raccogliervi le piogge a cagion dell'umidità che patir doveano le mura del casamento da sovrapporvi, e dell'aria malsana che respirar vi si dovea nella state, e il consiglio più presto a farne un piano infino al medesimo, secondo la pratica d'Inghilterra ne' sontuosi palagi. Il principe si arrese a questo suggerimento, lasciando bensì il carico all'architetto di render quest'infimo piano asciutto del tutto, e luminoso, e arioso a sufficienza per potervi abitare gli allievi. Queste difficoltà di non lieve momento con tanto ingegno ed accorgimento superò egli in modo che anche per questo riguardo, ove noi fosse per altro, sarebbe meraviglioso quell'edificio. La fabbrica sorge sopra un basamento rettangolare, e sembra da lungi non aver che unico piano. Ha due simili prospetti con due colonne doriche centrali di cinque diametri, e qualche parte, compresovi il capitello, che decorano l'ingresso del liceo, cui si va per mezzo d'una gradinata che immette in un vestibolo interno suffulto da quattro colonne doriche dell'anzidetta proporzione, cui l'autore profilò volse sul modello di quelle degli antichi tempi di Selinunte. Le quattro interne colonne sorreggono la cupola aperta nel vertice per immettervi la luce, che è interamente compartita in cassettoni con gran fiori variati, come si scorge in quella del Panteon in Agrippa in Roma. L'interno dell'edificio è distribuito in varie stanze, destinate per la scuola, per la libreria, per la conservazione de' semi, e degli strumenti agrari, e per l'abitazione del direttore. Da queste ultime per una scala segreta si scende nell'appartamento de' giovani, sottoposto di 14 palmi al livello del pianterreno dell'appartamento nobile. Intorno a questo secondo piano ricorre una stradella adorna di agrumi; talché non essendo esso in contatto con il terreno e la rocca laterale è preservato dall'umidità. Ivi ritrovansi i dormitori de' giovani alunni, la cappella, il refettorio, la cucina, ed altre stanze addette a van usi<sup>39</sup>.

Tornando al progetto dell'ingegnere De Stefani, l'edificio scolastico, ad una sola elevazione, occupava una superficie di 794 mq, presentava pianta rettangolare (41x18,40 m) con il prospetto principale orientato a sud-ovest. Il piano di calpestio era sopraelevato rispetto al livello stradale di

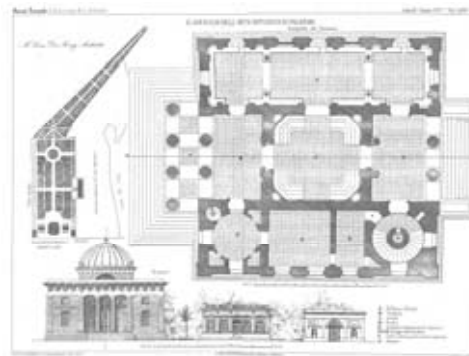
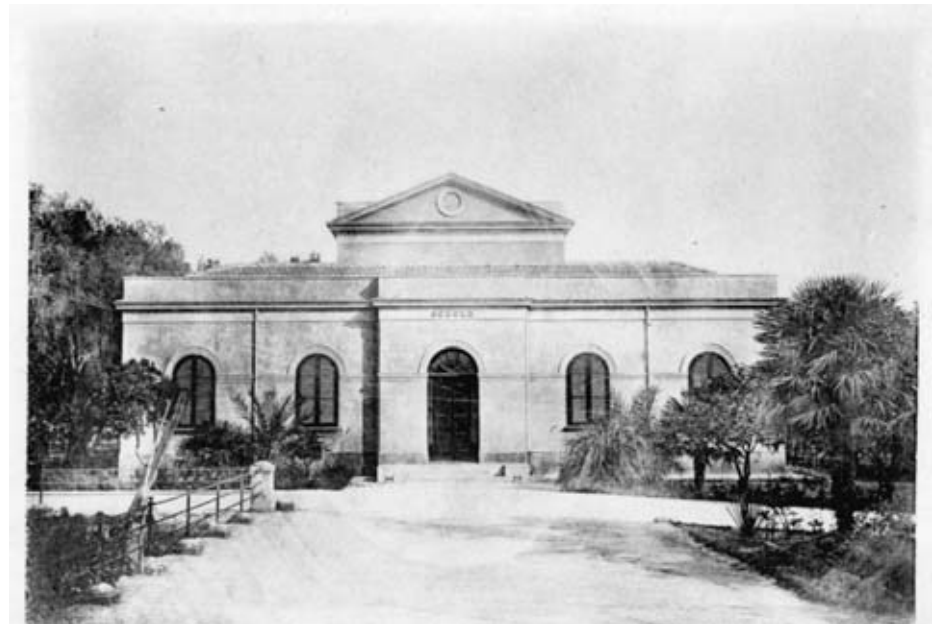
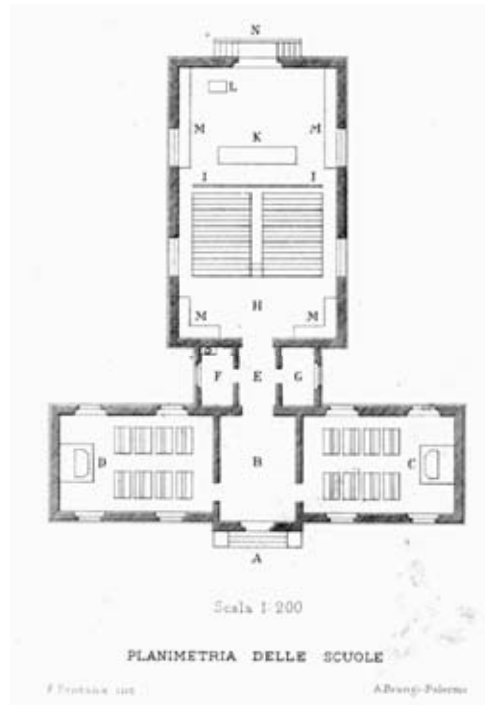


Fig. 11.28 – Il Ginnasio dell'Orto botanico di Palermo (fine XVIII secolo).

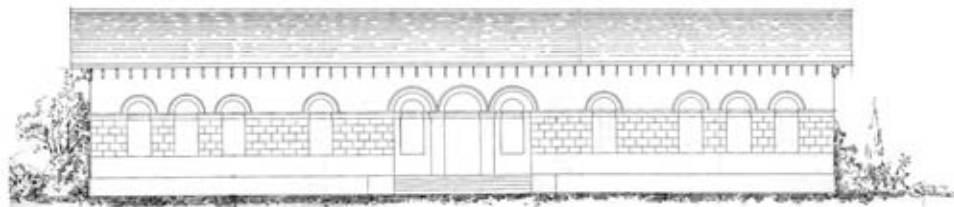
<sup>39</sup> Mazzè A. (trascrizioni e note), Agostino Gallo. *Notizie intorno agli architetti siciliani e ali esteri soggiornanti in Sicilia da' tempi più antichi fino al corrente anno 1838. Raccolte diligentemente da Agostino Gallo palermitano per formar parte della sua Storia delle Belle Arti in Sicilia*, Palermo, 2000.

1,10 metri, erano presenti sei aule capaci di 60 alunni ciascuna (9,70x6,60 m) con un'altezza libera di 5,30 m. Le aule ricevevano luce da un solo lato da tre finestre larghe 1,30 m, la proporzione tra le luci delle finestre ed il pavimento risultava pertanto di 1/6. I materiali adottati erano fondamentalmente quelli utilizzati per le scuole urbane progettate da Castiglia: *smalto di cemento a getto* posto sopra un primo strato di calcestruzzo idraulico (spessore 0,15 cm) steso a sua volta sopra uno strato secco di *breccia calcarea rotta a martello* (spessore 100 cm). Le pareti e le volte dei vari ambienti erano finite a *mezzo stucco* e dipinte a tempera, mentre nei bagni ed antibagni era utilizzato lo stucco lavabile e per pavimenti e zoccoli il bardiglio. Anche in questo caso l'apertura delle finestre delle aule era sia verticale che a *wasistass*, la ventilazione era assicurata dalla presenza di un'apertura a riscontro sulla parete che separava l'aula dal corridoio (Fig. 11.29).

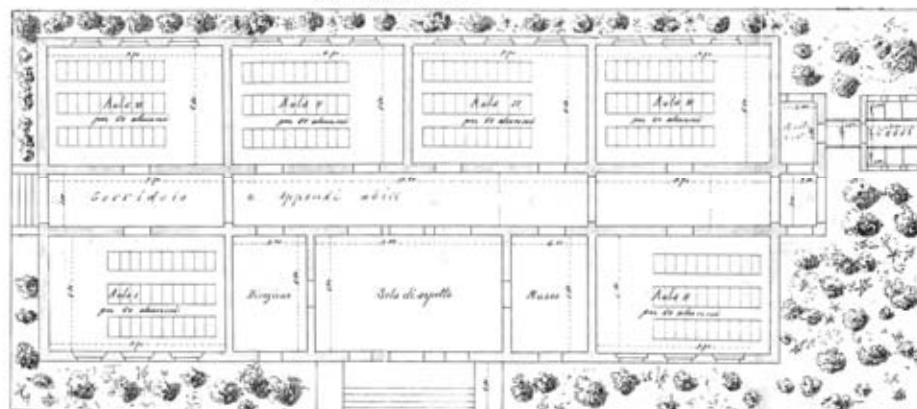
Fig. 11.29, 30, 31 (pagina seguente) Scuola suburbana progettata dall'ingegnere Carlo De Stefani da realizzarsi nel giardino dell'Istituto agrario Castelnuovo (1903).



*Progetto per la costruzione di un  
Edificio Scolastico  
nel giardino dell'Istituto Agrario Castellano  
in contrada Castellana  
Progetto generale*



*Progetto per la costruzione di un  
Edificio Scolastico  
nel giardino dell'Istituto Agrario Castellano  
in contrada Castellana  
Pianta generale del Piano terreno*



*Pianta di un edificio  
scolastico di 600 m<sup>2</sup>  
che reggerà tutto il  
giardino dell'Istituto  
Agrario Castellano*

*1888  
1889  
1890  
1891  
1892  
1893  
1894  
1895  
1896  
1897  
1898  
1899  
1900  
1901  
1902  
1903  
1904  
1905  
1906  
1907  
1908  
1909  
1910  
1911  
1912  
1913  
1914  
1915  
1916  
1917  
1918  
1919  
1920  
1921  
1922  
1923  
1924  
1925  
1926  
1927  
1928  
1929  
1930  
1931  
1932  
1933  
1934  
1935  
1936  
1937  
1938  
1939  
1940  
1941  
1942  
1943  
1944  
1945  
1946  
1947  
1948  
1949  
1950  
1951  
1952  
1953  
1954  
1955  
1956  
1957  
1958  
1959  
1960  
1961  
1962  
1963  
1964  
1965  
1966  
1967  
1968  
1969  
1970  
1971  
1972  
1973  
1974  
1975  
1976  
1977  
1978  
1979  
1980  
1981  
1982  
1983  
1984  
1985  
1986  
1987  
1988  
1989  
1990  
1991  
1992  
1993  
1994  
1995  
1996  
1997  
1998  
1999  
2000  
2001  
2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009  
2010  
2011  
2012  
2013  
2014  
2015  
2016  
2017  
2018  
2019  
2020  
2021  
2022  
2023  
2024  
2025  
2026  
2027  
2028  
2029  
2030  
2031  
2032  
2033  
2034  
2035  
2036  
2037  
2038  
2039  
2040  
2041  
2042  
2043  
2044  
2045  
2046  
2047  
2048  
2049  
2050*

## Bibliografia

### BIBLIOGRAFIA CAPP. 1, 2, 3

- AA.VV., *A come Amianto. Lavorazione, rischi, inquinamento. Cosa si fa, cosa bisogna fare*, Roma, Ediesse, 1986.
- AA.VV., *Amianto e fabbrica*, Circolo della stampa di Napoli, 1980.
- AA.VV., *Eternit: inquinamento e potere*, Edizioni Veritas Zurigo, 1983.
- AA.VV., *Rischio amianto in ambienti di vita e di lavoro*, Regione Lazio-Ass.rato Sanità Igiene Ambientale, 1991
- AA.VV., *Il bioprogetto*, BE-MA, Milano 2001.
- Aboutjabi, M. and Abdelhalim, K.M. (2000) "A study of affordability in low-income households in Khayelitsha Township.
- Abbritti, G. k Muzi, G. (a cura di), *Qualità interna e salute. Aspetti clinici ed epidemiologici della patologia correlata con il lavoro in «edifici malati»*, Università degli Studi di Perugia, Istituto di Medicina del Lavoro, Perugia, 1991.
- Alfano, G., Romana d'Ambrosio, F., Riccio, G., *Degrado degli edifici dovuto all'umidità: prevenzione e bonifica*, in «Edilizia e Ambiente», Trento, 1998, pp. 103- 121.
- Agenzia CasaClima. *CasaClima Nature. Direttiva Tecnica Gennaio 2013 (versione 1.4)*. Bolzano, 2013.
- Alunni, A., *Eco-Edilizia*, ANIEM, Confapi, Perugia, 1998. Anderson B. % Riordan M., *Il libro della casa solare*, Roma, 1981.
- Allard Francis, Editor *Natural Ventilation in Buildings – A Design Handbook*.
- Andersson, Å., *Harmful Compounds in Paint Leached from Wooden Façades*, Sustainable Building Conference, Oslo, 2002.
- Avanzi, 1999, (a cura di W.Sancassiani), *Agenda 21 Locale in Italia - 1999*, Milano CNEL, 2000, *Rapporto sullo stato di attuazione dei processi di Agenda 21 Locale in Italia*, 2000, Roma.
- Baglioni, A., *Costruzioni e recupero dei rifiuti*, in «Ambiente costruito», n. 4, 1997.
- Baker Nick and Steemers Koen *Daylight Design of Buildings* London, James & James Science Publishers, 1999.
- B.E.E.F. & A.E.A & i Verdi al parlamento europeo, *Il libro nero dell'amianto*, I Verdi al parlamento europeo, 1993.
- Berge, B., *The Ecology of Building Materials - Second Edition*, Architectural Press, New York, 2009.
- Bernardini, M., *Fondamenti sulla propagazione di campi elettromagnetici. Cenni su: metodi e strumenti di misura*, Atti Corso nazionale di Bioarchitettura, Padova, 1997.
- Bettanini, E., *Il benessere termoigrometrico negli ambienti*, in «Edilizia e Ambiente», Atti del convegno 18-20 febbraio 1998, Trento, 1998.
- Bettiol C., *Bioarchitettura per la vita*, Torino 2003.
- Bressa, G., *Materiali in edilizia e nell'arredo. Impieghi, aspetti tossicologici e biocompatibilità*, Milano, 1998.
- Bruno S., *I progetti di bioclimatica e bioedilizia*, Il Sole 24 Ore, Milano 2003.
- Buildings Performance Institute Europe (BPIE), *Europe's buildings under the microscope. A country-by country review of the energy performance of buildings*, 2011.
- Butera F.M., *Dalla caverna alla casa ecologica. Storia del comfort e dell'energia*, Edizioni Ambiente, Milano, 2007.
- Butera, F.M., *Architettura e Ambiente: Manuale per il controllo della qualità termica, luminosa e acustica degli edifici*, Milano, 1995.
- Camuffo, D., *Microclimate for Cultural Heritage*, Elsevier, Amsterdam, 1998.
- Carnevale F., Chellini E., *Amianto. Miracoli, virtù, vizi*, Editoriale Tosca, Firenze 1992.
- Castelli, L., a cura di, *Architettura sostenibile*, UTET, Torino, 2008.
- Castelman B. I., *Asbestos: Medical and legal aspects*, Aspen Law & Business, 4th edition, 1996.
- Celaschi F., Fava F., *La bonifica da amianto in edilizia*, Maggioli, 2001
- Ceccherini Nelli, L. k. Sala, M., *Tecnologie bioclimatiche in Europa*, con videocassetta, Firenze, 1994.

- Cetica, P.A., *L'architettura dei muri intelligenti: Esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento*, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze, 2004.
- CIB - *Sustainable Development and the Future of Construction. A comparison of visions from various countries*. ISBN 90-6363-011-5 Publication 225.
- CIRIA - Construction Industry Research and Information Association *A Client's Guide to Greener Construction*, Special Publication 120, CIRIA, 1995.
- CIRIA - Construction Industry Research and Information Association, *Environment Impact of Materials. Volume A: Summary* (SP 116) London, CIRIA, 1995. *Implications and uncertainties of eco-labelling and life-cycle assessment of building materials in general, followed by life-cycle, energy and specification guidance for mineral products; metals; plastics and elastomers; timber and timber products; paints and coatings, adhesives and sealants.*
- Clarelli S., *La nuova normativa sullo smaltimento dell'amianto*, INFORMATORE AIAS - OBIETTIVO PREVENZIONE, n. 6/2003.
- Clarelli S., *Ricerca dell'amianto negli edifici prima dei lavori di demolizione o di manutenzione*, IL GIORNALE DELL'INGEGNERE, n. 11/2003.
- Clarelli S., *Smaltimento amianto: varate nuove regole (n. 10/2003)*, IL GIORNALE DELL'INGEGNERE, n. 10/2003.
- Clarelli S., *Coperture in cemento amianto: la scelta del metodo di bonifica*, NOTIZIARIO DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI NAPOLI n. 03/2003.
- Clarelli S., *Pavimenti in vinyl amianto: come mantenere un buono stato di conservazione "AMBIENTE & SICUREZZA"*, IL SOLE 24 ORE, n. 22/2001.
- Commissione europea, Comunicazione, *Europa 2020. Una strategia per una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva*, Bruxelles, 3.3.2010.
- Commissione europea, Comunicazione, *Programma quadro di ricerca e innovazione "Orizzonte 2020"*, Bruxelles, 30.11.2011.
- Commissione europea, Comunicazione, *Libro verde. Un quadri per le politiche dell'energia e del clima all'orizzonte 2030*, Bruxelles, 27.3.2013.
- Commissione europea, *Vivere bene entro i limiti del nostro pianeta. Proposta per un programma generale di azioni dell'Unione in materia di ambiente*, Bruxelles, 29.11.2012.
- Curwell, S. et al., *Hazardous Building Materials, Second edition*, Spoon Press, London, 2002.
- Davoli, P., *Architettura senza impianti, aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale*, Alinea, Firenze, 1993.
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. *Norme in materia ambientale*.
- DETR, *Sustainable Development and Building*, UK, August 1998.
- Di Paola M., Mastrantonio M., Comba P., Grignoli M., Maiozzi P. & Martuzzi M., *Distribuzione territoriale della mortalità per tumore maligno della pleura in Italia*, Annali dell'Istituto Superiore di Sanità, 4: 589-600, 1992.
- Direttiva 2005/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 6 luglio 2005 *relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia e recante modifica della direttiva 92/42/CEE del Consiglio e delle direttive 96/57/CE e 2000/55/CE del Parlamento europeo e del Consiglio*.
- Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010 *sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione)*.
- Dodds F (ed), 2000, *Earth Summit 2002, A New Deal*, (Earthscan, London) EU Expert Group on Governance and Management, 2000, *Governance and Management for Sustainability in Cities and Towns in Europe*. (Expert Group on the Urban Environment 2000).
- Edwards Brian, *Towards Sustainable Architecture: European Directives and Building Design*, Oxford, Butterworth Architecture, 1996.
- Edwards Brian, *Green Buildings Pay*, London: E & FN Spon, 1998.
- ENEA, *Pompe di Calore*, Roma. ENEA, *Profilo Climatico Italia – Introduzione metodologica*, Roma, 1999.
- ENEA, *Profilo Climatico Italia – Calabria, Sicilia, Sardegna*, Roma, 1999.
- Faconti, D. & Piardi, S. (a cura di), *La qualità ambientale degli edifici*, Rimini 1998.
- Fathy, H. (1973) *Architecture for the Poor*. Chicago: University of Chicago Press.
- Feroce, C. et al., *Tecniche di migrazione del radon indoors*, in «Ambiente costruito», 1/1997, p. 46-51.
- FFB, Fédération Française du Bâtiment, *Bâtir avec l'environnement – bilan 1992-1999 et perspectives*, Paris, 1999.
- Fischer, H., *Chimica pulita. Per un uso intelligente delle materie prime*, Milano, 1995.

- Francese, D., *La riqualificazione eco-sostenibile dei centri storici minori*, in "Bioarchitettura" numero monografico, Lagonegro (PZ), 2006.
- Francese, D., *Il benessere negli interventi di recupero edilizio*, Diade, Padova, 2002.
- Francese, D., *Architettura bioclimatica: risparmio energetico e qualità della vita nelle costruzioni*, Torino, 1996.
- Gallo, C. (a cura di), *Architettura Bioclimatica*, Roma, 1995.
- Gallo, C., *La qualità energetica e ambientale nell'architettura sostenibile*, Il Sole 24Ore, Milano, 2000.
- Garofolo I., *Sostenibilità nelle costruzioni*, Monfalcone 2003.
- Green Building Council Italia, *GBC Home edifici residenziali. Sistema di verifica GBC Home*. Versione breve ad uso pubblico e divulgativo. Edizione 2011, Rovereto (TN), 2011.
- Green Building Council Italia, *Green Building nuove costruzioni e ristrutturazioni. Sistema di valutazione LEED NC 2009 Italia*. Ad uso pubblico e divulgativo. Rovereto (TN), 2013.
- Giordano L., *Casa ermetica o traspirante?*, Alinea Editrice, Firenze 2008
- Giordano, R. *I prodotti per l'edilizia sostenibile. La compatibilità ambientale dei materiali nel processo edilizio*, Sistemi Editoriali, Napoli, 2010.
- Goulding J and Lewis J Owen, Editors *European Directory of Sustainable and Energy Efficient Building - Components, Materials and Services*.
- Grosso, M., *Valutazione della sostenibilità degli edifici: lo sviluppo normativo CEN*. In "Il Progetto Sostenibile", 27/2011, pp. 28-33.
- Grosso, M., *Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato*, III edizione, Maggioli, Santarcangelo di Romagna (RN), 2011.
- Grosso, M., Peretti, G., Piardi, S., Scudo, G., *Progettazione eco-compatibile dell'architettura*, Gruppo editoriale Esselibri-Simone, Napoli, 2005.
- Hall, P. and Pfeiffer, U. (2000) *Urban Future 21. A Global Agenda for Twenty-First Century Cities*. London: E & FN Spon.
- Herzog, Th., *Solar Energy in Architecture and Urbanism*, Prestel, Monaco, 1996.
- International Council for Local Environmental Initiatives - Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 1999, *Guida europea all'Agenda 21 Locale*, FLA, Milano, 1999.
- International Council for Local Environmental Initiatives, 2001, *Accelerating sustainability: Local Authorities Self Assessment of Local Agenda 21 (LASALA)*, (ICLEI) European Secretariat: Freiburg, Germany) 2001.
- International Council for Local Environmental Initiatives, 2002, *(Edizione italiana) Accelerating sustainability: Local Authorities Self-Assessment of Local Agenda 21*.
- International Council for Local Environmental Initiatives, 1998, *Evaluation of Agenda 21: Local Agenda 21 (1997/98)*, (ICLEI) European Secretariat: Freiburg, Germany) 2000.
- ITACA, iiSBE ITALIA, ITC-CNR, *Protocollo ITACA Nazionale 2011. Edifici scolastici*. 2012.
- ITACA, iiSBE ITALIA, ITC-CNR, *Protocollo ITACA Nazionale 2011. Residenziale*. 2012.
- Lafferty W M & Eckerberg K. (eds) 1998 *From the Earth Summit to Local Agenda 21: working towards sustainable development*. (Earthscan, London).
- Lafferty W M (ed) 1999 *Implementing Local Agenda 21 in Europe: New Initiatives for Sustainable Communities* (ProSus, Oslo).
- Lafferty W (ed), 2002, *Sustainable Communities in Europe*, (Earthscan, London).
- Lannutti, C. & Broccolo, A., *I prodotti vernicianti in edilizia*, Roma, 1996.
- Lauria E. & Wojtowicz M., *Lastre di ondulato in cemento-amianto: il rischio potenziale, l'inquinamento dell'aria, lo smaltimento dei rifiuti*, Giornale degli igienisti Industriali, 3: 113-129, 1989.
- *Le regioni italiane e la bioedilizia: Le esperienze e le proposte per una normativa in materia*, Monfalcone (TS), 2002.
- Little Fair, Dr Paul, *Site layout planning to improve solar access, passive cooling and microclimate*. BRE Environment Division, Garston - Watford UK, 2001.
- Malan, L. (2000) "Deciding on what matters: Identifying key performance indicators with the people of Khayelitsha." *Proceedings: Strategies for a Sustainable Built Environment*, Pretoria, August 2000.
- Malighetti, L., *Recupero edilizio e sostenibilità*, Il Sole 24Ore, Milano, 2004.
- Masi, M. (a cura di), *Capitolato Speciale di Appalto per Opere di Bioedilizia con floppy*, Roma, 1999.
- Ministero dei Lavori pubblici tedesco, *Leitfaden Nachhaltiges Bauen*, "Manuale per Berlino", 2001.



- Moncada Lo Giudice, G. K, Coppi, M., *Benessere termico e qualità dell'aria interna*, Milano, 1997.
- Nannini, A. (a cura di), *Isolamento termico e acustico in sughero naturale compresso*, Borgo di Buggiano (PT), 1997.
- Nuzzo, E., Tomasinsig, E., *Recupero ecoefficiente del costruito: Confronto tra soluzioni migliorative per pareti, coperture e solai*. Edicom Edizioni, Montefalcone (TS), 2008.
- OECD, Working Party on National Environmental Policy, *Design of sustainable buildings policies: scope for improvement and barriers*, Paris, 23-24 April 2001.
- OECD, Working Party on National Environmental Policy, *Policy instruments for Environmentally Sustainable Buildings*, Paris, 23-24 April 2001
- Olgay, V., *Progettare con il clima*, Padova, 1990. Pearson, D., *La casa ecologica*, Ed. Touring Club, 1990.
- Piardi, S. et al., *Costruire edifici sani. Guida alla scelta dei prodotti*, Rimini 1996. Rigamonti, E., *Il riciclo dei materiali in edilizia*, Rimini, 1996.
- Rapporto Brundtland, "Il nostro Futuro comune", 1987.
- Rava, P., *Tecniche costruttive per l'efficienza energetica e la sostenibilità*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna (RN), 2007.
- Regolamento (UE) n.305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 *che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/196/CEE del Consiglio*
- Regolamento (CE) n.66/2010 del Parlamento europeo e del Consiglio del 25 novembre 2009 *relativo al marchio di qualità ecologica dell'Unione europea (Ecolabel UE)*.
- Rodwell, D., *Conservation and Sustainability in Historic Cities*, Blackwell Publishing, 2007.
- Rubini, F., *Architettura bioclimatica: elementi di calcolo per il controllo energetico della progettazione*, Torino, 1994.
- Russo, A., Orn Horni, R., *Normative di radioprotezione*, Atti IV Corso sulle Metodologie di sicurezza del lavoro in ambienti di ricerca, CNR, Bologna 1996.
- Sala, M. (a cura di), *Tecnologie bioclimatiche in Europa*, Firenze, 1994.
- Sassi P., *Strategie per l'architettura sostenibile*, Edizioni Ambiente, Milano, 2008.
- Soragnese, A. (a cura di), *Energia – Impianti Termici e Sicurezza, Guida all'applicazione della legislazione* con CD Rom, Roma, 1999.
- Terrana, T., *Patologia da radiofrequenze e microonde*, Atti Convegno nazionale «Radiazioni non ionizzanti: effetti biologici, sanitari ed ambientali». AIRP, Como, 1995.
- Torri, G., *Radon*, in «Edilizia e Ambiente», Trento, 1998, pp. 241-256.
- UNEP, *The construction industry and the environment*, Industry and environment volume 19 n° 2, UNEP IE ISBN 0378-9993, Paris, April-June 1996.
- UNI 11277: 2008. *Sostenibilità in edilizia - Esigenze e requisiti di ecocompatibilità dei progetti di edifici residenziali e assimilabili, uffici e assimilabili, di nuova edificazione e ristrutturazione*.
- UNI EN 15643-1: 2010. *Sostenibilità delle costruzioni - Valutazione della sostenibilità degli edifici - Parte 1: Quadro di riferimento generale*.
- UNI EN 15643-2: 2011. *Sostenibilità delle costruzioni - Valutazione degli edifici - Parte 2: Quadro di riferimento per la valutazione della prestazione ambientale*.
- UNI EN 15804: 2012. *Sostenibilità delle costruzioni - Dichiarazioni ambientali di prodotto - Regole chiave di sviluppo per categoria di prodotto*.
- United Nations 1992, *Report of the United Nations Conference on Environment and Development*, Rio de Janeiro (United Nations, New York).
- United Nations, DESA, 2002, Commission on Sustainable Development, *Second Local Agenda 21 Survey*, Background Paper no. 15, (United Nations, New York).
- U.S. Green Building Council, *LEED 2009 for Existing Buildings. Operations and Maintenance*. USA, 2009.
- Vale, Brenda and Robert, *Green Architecture: Design for an Energy-Conscious Future*, Bullfinch Press, 1991.
- Venturini, G., *Intonaci e integgi tradizionali. Tecniche e metodo*, Perugia, 1991. Wienke, U., *Dizionario dell'edilizia bioecologica*, Roma, 1999.
- World Business Council for Sustainable Development. "About the Cement Industry." *World Business Council for Sustainable Development: Towards a Sustainable Cement Industry*.
- World Resources Institute ( 2000) *World Resources 2000-2001*.
- Wright, Andrew, *Sustainable Urban Communities*, Andrew Wright Associates, London, UK, 2000.

## BIBLIOGRAFIA CAPP. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

- AA. VV., *Hygiène de la vue dans les écoles*, Revue d'Hygiène, 1885.
- Abba C., Barelli G., *Sul comportamento dei bacilli della tubercolosi nei pavimenti*, L'Ingegnere Igienista, 1901.
- Andazzo C., "Scuola e famiglia", n. 14, 1875.
- *Annales d'Hygiène*, Paris, sec.XIX.
- Aporti, «Giornale degli Asili Infantili e della popolare educazione», sotto gli auspici della Legione delle Pie Sorelle, diretto dal sac. Antonio Lombardo, Palermo, II, n. 1, 1861.
- Archivio di Stato di Palermo, *Fondo Prefettura, Gabinetto, Consiglio provinciale scolastico*, XIX-XX sec.
- Archivio Comunale di Palermo, *Fondo LL.PP.*
- "Archivio di Pedagogia e Scienze Affini", n. 16, 1878.
- *Atti del Consiglio Comunale di Palermo, seduta 20 settembre 1887*, Palermo, 1887.
- Barberot E., Griveaud L., *Aide-mémoire de l'Architecte et du Constructeur*, Paris, 1931.
- Bardelli P. G., Garda E., *L'intonaco Terranova e la poetica razionalista*, in Atti del convegno "Curare il moderno. I modi della tecnologia. Torino, 1999.
- Benedetti D., *Gli edifici scolastici del Comune di Lucca*, in "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna", n. 11, Torino 1913.
- Benevolo L., *Storia dell'architettura moderna*, Roma, 1993.
- Bergmann, *Opuscula phisica et chimica*, Lipsiae, 1786-1790.
- Bertagnin M., Pietrogrande E., *La salubrità dell'abitare all'origine dell'approccio ecosostenibile nell'architettura del moderno in Germania e in Italia*, Monfalcone (Gorizia), 2002.
- Bertarelli E., *Quale orientamento deve darsi alle aule scolastiche?*, in "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna", n. 6, Torino 1914.
- Bertarelli E., *Il nuovo padiglione del sanatorio italiano di Sondolo*, in "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna", n. 21, Torino 1913.
- Bianchi A., *Merceologia e Istituzioni commerciali*, Milano, 1914.
- Bianchini R., *Intorno all'umidità di tipi differenti di muri*, Torino, 1905.
- Biginelli F., *Composizione e costituzione chimica del gas arsenicate nelle tappezzerie*, "Rendiconto dell'Accademia dei Lincei", Roma, 1900.
- Blandot, *Maisons et Écoles communales de la Belgique*, Paris, 1867.
- *Bollettino Ufficiale del Ministero dell'Istruzione Pubblica*, Roma, sec.XX.
- Cacheux É., *L'économiste pratique: construction et organisation des crèches, salles d'asile, écoles*, Paris, 1885.
- Campisi T., Mutolo S., *Palermo pietra su pietra. Apparecchi murari dell'edilizia settecentesca*, Palermo 2003.
- Cantalupi A., *Istituzioni pratiche sull'arte di costruire le fabbriche civili*, Milano, 1874.
- Casagrande O., *Sui metodi per giudicare dell'abitabilità delle case vecchie e nuove dal grado di umidità degli ambienti*, Torino, 1903.
- Castaing, *Fenêtres à verres parallèles*, Annales d'Hygiène, 1899
- Ceselli M., *Valutazione della quantità d'acqua contenuta nei muri*, in "Annali della Società degli Ingegneri ed Architetti Italiani", Roma, 1890.
- CIB, *Agenda 21 on sustainable construction*, CIB Report Publication 237, July 1999.
- Cibrario A., *Lezioni di Igiene edilizia*, Torino, 1935.
- Corradini F., *La casa nuova e le abitazioni salubri, conferenza tenuta il 24 ottobre 1890 nel Salone della Prima Esposizione Italiana di Architettura in Torino*, Torino, 1891.
- Costa S. A., *La scuola e la grande scala*, Palermo, 1990.
- Cristofori A., *Concorso per edifici scolastici per la città di Mantova. Relazione della Commissione giudicatrice del Concorso di primo grado*, in "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna", n. 7, Torino 1913.
- Damiani Almeyda G., *Mercato coperto nella piazza XIII Martiri in Palermo*, in "Nuovi Annali di Costruzioni, Arti, Industrie", Palermo, agosto 1869.
- Damiani Almeyda G., *Applicazione di un sistema di costruzione mista in pietra ed in ferro nei mercati*, in "Nuovi Annali di Costruzioni, Arti, Industrie", Palermo, ottobre 1872.

- Daprà M., *La fondazione dell'edilizia scolastica in Italia. Contributo per un'analisi storica*, in «Edilizia scolastica e culturale», n. 1, gennaio-aprile 1986, Firenze.
- De Blasi, Castiglia, *Ricerche sui materiali usati in Palermo*, in Rivista d'igiene e sanità pubblica, Roma, 1891.
- De Blasi, Castiglia, *Ricerche sulla trasmissione del calore nei materiali da costruzione adoperati a Palermo*, in Rivista d'igiene, Roma, 1893.
- De Blasi, La Manna, *Sulla permeabilità all'aria dei materiali da costruzione di Palermo*, in Rivista d'igiene, Roma, 1892.
- De Brun L., *Relazione sullo stato dell'Istruzione Elementare del municipio di Palermo nel secondo semestre dell'anno 1865-66*, Palermo 1867.
- *Decreti di corsi per gli allievi ingegneri dimostrativi dei principi di igiene aventi applicazioni nei vari rami dell'ingegneria* del 14 maggio 1896 e 29 maggio 1898.
- *Deliberazione del Consiglio Comunale di Palermo* del 24 gennaio 1904.
- Dellignoso G., *"Atti del municipio di Palermo"*, Palermo, 1867.
- De Saussure H. B., *Voyage dans les Alpes, précédés d'un essai sur l'histoire naturelle des environs de Genève*. Neuchatel, 1796.
- Détain M., *Murs creux dans les habitations ouvrières*, in "Revue Générale de l'Architecture et des Travaux publics", Paris, vol. XXIII, 1872.
- Diotallevi I., Marescotti F., *Il problema sociale, costruttivo ed economico dell'abitazione*, Milano, 1941.
- Donghi D., *Manuale dell'Architetto*, Torino, 1926
- *Edilizia moderna*, rivista, sec. XX.
- Emmerich H., *Die Wohnung in Pottenkofer*, Handbuch der Hygiene, Leipzig, 1894.
- Fatta G., *Il balcone nella tradizione costruttiva palermitana*, Palermo, 2003.
- Fatta G., *La fabbrica del teatro Massimo*, in "Bollettino dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di Palermo", Palermo, 1996.
- Fatta G., Ruggieri Tricoli M. C., *Palermo nell' "età del ferro" – Architettura – Tecnica – Rinnovamento*, Palermo, 1983.
- Fatta G., *Uso ed evoluzione dell'intonaco nella storia: materiali e tecniche*, Palermo, 1995.
- Fatta G., Bellomo V., *I solai tradizionali ad orditura metallica*, Palermo, 1996.
- Fatta G., Fiandaca O., *L'uso del gesso nelle murature pre-moderne*, Palermo, 1990.
- Fatta G., Campisi T., *La costruzione delle Real Casina di Ficuzza*, in "Il Barocco nella regione corleonese", Palermo, 1999.
- Fatta G., Vinci C., *Specificità costruttive nei teatri storici. Il Garibaldi di Palermo tra incolti stravolgimenti e fortunate permanenze*, in "Atti del Convegno nazionale Tradizioni del costruire in territorio nazionale", Bologna, 2001.
- Ferrari C., *Il Casellario Sanitario delle Case e l'Ufficio dell'abitazione della città di Milano*, in "La Tuberculosis", Milano 1910.
- Ferrini, *Tecnologia del calore*, Milano, 1903.
- Fundarò A. M., *Palermo 1860/1880. Una analisi urbana attraverso progetti ed architetture di Giuseppe Damiani Almeida*, Palermo, 1974.
- Galdieri E., *Le meraviglie dell'architettura in terra cruda*, Roma, 1982.
- Gagliardi G., *L'impiego dei materiali italiani nell'edilizia*, in "Edilizia Moderna", n. 16, 1935.
- Garnier J., *Le Fer*, Paris, 1878.
- Giarrusso F., *Sui cementi e loro applicazioni*, in "Nuovi Annali di Costruzioni, Arti e Industrie di Sicilia", Palermo, 1868.
- Gilbert A., Mattone R. (a cura di), *Terra: incipit vita nova. L'architettura di terra cruda dalle origini al presente*, Torino, 1998.
- Goseo G., *Arsenio-muffe sulle carte da parato*, "Rivista d'Igiene", Torino, 1892.
- Guyton de Morveau, *Mémoire sur le mortiers*, in Annales de chimie, Paris, 1797.
- Hugo V., *Notre-Dame de Paris*, 1832.
- Joly M. E., *Note spéciale sur les ambulances de campagne proposées par le Conseil de l'armée aux États-Unis*, 1870, Parigi.
- Juillerat P., *L'habitation urbaine. I Congrès d'Assainissement et de salubrité de l'habitation*, Paris, 1906.
- Knapen A., *Précis d'hygrométrie du bâtiment*, Parigi, 1926.
- Ignatieff H., *Distruzione di un pavimento di legno d'una sala d'ospedale a Mosca*, "Rivista di Ingegneria sanitaria", 1896.
- Imbornone P., *Elementi costruttivi in gesso. Repertorio di antichi magisteri*, Palermo, 1992.
- Isabella F., *L'edilizia scolastica in Italia. Precedenti e prospettive*, Firenze, 1965.

- Istruzioni tecnico-igieniche intorno alla compilazione dei progetti di costruzione di nuovi edifici scolastici, approvate con R. Decreto n. 5806 dell'11 novembre 1888.
- "La Forbice. Gazzetta popolare di Sicilia", Palermo XIX sec.
- "L'Ingegnere Igienista. Rivista quindicinale di Ingegneria sanitaria", Torino XIX-XX sec.
- "L'ingegneria sanitaria", Torino XIX-XX sec.
- La Duca R., *Cave di tufo del palermitano*, in "Bollettino dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di Palermo", 3-4, 1964.
- *La lotta antitubercolare a Palermo*, III Congresso Nazionale Antitubercolare, Palermo, 1926.
- Lang, *La ventilation naturelle et la porosité des matériaux de construction*, Stuttgart, 1887.
- Lavezzari E., *Traité pratique du chauffage et ventilation*.
- Lavatelli C., *La difesa igienica dei grandi centri urbani. L'Utilità del Casellario Ecografico Sanitario*, in "Rivista di Ingegneria sanitaria e di Edilizia Moderna", X, Torino 1913.
- Lehmann, Nussbaum, *Ricerche sul prosciugamento delle malte*, Archv für Hygiene, 1892.
- Lo Bosco A., *Le pareti della casa come mezzo di conservazione e propagazione dei batteri patogeni*, Istituto d'Igiene di Palermo, Lavori del 1898.
- Lombardo A., *Manuale per la fondazione degli asili infantili in Sicilia compilato dal sacerdote Antonio Lombardo, Ispettore presidente la Commissione D'impianto degli asili d'infanzia di Palermo*, Palermo, 1863.
- Manfredi L., *Corso di igiene*, Palermo, 1926.
- Marzuttini C., *Progetto per una scuola-sanatorio sulla spiaggia del mare*, in "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna", n. 11, Torino 1913.
- Mazzè A. (trascrizioni e note), Agostino Gallo. *Notizie intorno agli architetti siciliani e ali esteri soggiornanti in Sicilia da' tempi più antichi fino al corrente anno 1838. Raccolte diligentemente da Agostino Gallo palermitano per formar parte della sua Storia delle Belle Arti in Sicilia*, Palermo, 2000.
- Ministero Agricoltura, Industria, Commercio, Direzione Generale della Statistica, *Censimento della popolazione del Regno d'Italia del 1881*, vol. I parte II.
- Ministero della Istruzione Pubblica, *Raccolta delle piante contenute nei fascicoli dei progetti-tipo di edifici per scuole elementari*, Roma, 1910.
- Montefusco A., *I materiali da costruzione in rapporto ai microrganismi*, Tesi di Libera Docenza in Igiene nella R. Università di Napoli, Napoli, 1891.
- Nisio G., *Relazione al Signor Ministro della Istruzione Pubblica sullo stato dell'insegnamento elementare della provincia di Palermo*, Palermo, 1869.-
- Nonnis-Marzano F., *La pratica e la stima dei lavori e delle opere d'arte. L'ingegneria Sanitaria*, Vol. V, Torino, 1895.
- "Nuovi Annali di Costruzioni, Arti ed Industrie di Sicilia", Palermo, XIX sec.
- Oppermann A., *Mémoire sur les construction en verre*, in "Revue générale de l'architecture", 1854.
- Orefice C., *Sulle vernici*, Annali dell'Istituto d'Igiene, Roma, 1892.
- Pagliani L., *Trattato di Igiene e Sanità pubblica*, Torino, 1913.
- Pagliani L., *Le acciaierie di Terni nei riguardi igienici e sanitari*, in "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna", n. 10, Torino 1914.
- Pagliani L., *Architettura scolastica*, in "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna", n. 16, Torino 1914.
- Pagliani L., *Istruzioni sul riscaldamento e ventilazione nelle scuole di New York*, in "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna", n. 2, Torino 1914.
- Passaro L., *La luce solare nella casa*, in "L'Ingegneria Sanitaria", 1893
- Paternostro A. et alii, *Relazione della Commissione consiliare pel Risanamento della Città*, "Aeramento", pag. 16, Palermo 1888.
- Paxton J., *Rapport à la Société des Arts de Londres lu le 13 novembre 1850*, in Revue Générale de l'Architecture, 1854.
- Pietravalle, *Guida tecnica d'igiene pratica*, Milano, 1898.
- Planat P., *Cours de construction civile. Construction et aménagement des salles d'asile et des maisons d'école*, Paris, 1882.
- Poretti S., presentazione a Bertagnin M., Pietrogrande E., *La salubrità dell'abitare all'origine dell'approccio ecosostenibile nell'architettura del moderno in Germania e in Italia*, Montalcone (Gorizia), 2002.
- *Progetto di Regolamento di Polizia Urbana e Rurale per la Città e i Sobborgi di Palermo*, Palermo, 1856.
- *Progetto di riforme topografiche e decorative per la città di Palermo*, Palermo, 1860.

- *Programmi per l'insegnamento e le esercitazioni del Corso d'Igiene pratica da istituirsi nelle RR. Università a norma dell'art. 3 del R. Decreto 29 maggio 1898 n. 219.*
- Raddi A., *Profondità delle vie, loro orientazione, lunghezza e pendenza*, Torino, 1891.
- *Regolamento di Igiene e Polizia della Città di Palermo*, Palermo 1888.
- *Relazione al Consiglio Comunale sopra un'offerta relativa alla costruzione delle case per gli operai al Noviziato*, Palermo, 1866.
- *Revue d'Hygiène*, Paris XIX sec.
- *Revue Générale de l'Architecture et des travaux publics*, Paris, XIX sec.
- Reycend G. A., *Concorso per edificio scolastico del Municipio di Stradella*, in "Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna", n. 1, Torino 1913.
- Romagnoli P., Strada M., Traverso R., *La ventilazione negli edifici di grande altezza*, 2003.
- Romegialli E. A., *Trattato sistematico di mercologia o conoscenza delle merci*, Torino, 1919.
- Rudini (marchese di), *Relazione presentata al Consiglio Comunale di Palermo nella tornata del 4 Maggio 1863*.
- Sacchi A., *L'economia del fabbricare*, Milano, 1879.
- 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.
- Salemi E., *Sulle volte cementizie*, "Nuovi Annali di Costruzioni, Arti ed Industrie di Sicilia", Palermo, Marzo 1872.
- Samonà G., *La casa popolare*, Napoli, 1935.
- Sanfelice L., *Sull'aria di alcuni ambienti abitati*, in "Annali dell'Istituto d'Igiene", vol III, Roma, 1893
- Sanna A. (a cura di), *Architetture in terra. Tipologia, tecnologia, progetto*, Cagliari, 1993.
- Santangelo G. B., *Sulle condizioni delle Scuole Elementari del Municipio di Palermo dal 1860 al 1872. Cenni e documenti di G. B. Santangelo, Ispettore Scolastico Municipale*, Palermo 1873.
- Sasso U., *Costruire sostenibile. Lucien Kroll: la fantasia (dell'abitare) al potere*, Firenze, 2000.
- Serafini A., *Alcuni studj d'igiene sui materiali da costruzione più comunemente adoperati in Roma*, in "Annali della Società degli Ingegneri e degli Architetti italiani", vol. V, fasc. V, Roma 1890.
- Scandurra F. E., *Gli asili rurali ed urbani e l'Educatario Whitaker*, in «Scuola e Famiglia», Giornale dell'Istituto Randazzo, Aprile 1884.
- Scovazzo N., *Della necessità d'istruzione morale ed intellettuale per le donne del popolo e del modo di provvedervi in Palermo. Memoria diretta alle colte Dame e Signore Palermitane*, Palermo 1836.
- Smeaton J., *Narrative of the building and description of the Edystone lighthouse*, Londra, 1793.
- Somigliano E., *Studio pratico del nuovo metodo del prof. Pagliani per la valutazione dell'umidità nei muri delle case*, Torino, 1901.
- Spataro D., *Architettura sanitaria*, Milano, 1908.
- Spataro D., *Trattato generale teorico pratico dell'arte dell'ingegnere civile, industriale ed architetto. Architettura Sanitaria. Igiene generale della casa*, Milano, 1908.
- Spataro D., *Ventilazione naturale degli ambienti. Teoria di Recknagel*, in "Annali della Società degli Ingegneri e Architetti Italiani", Roma, 1898.
- Straniero G., *Enciclopedia storica della pedagogia*, Milano 1980.
- Tollet C., *De l'assistance publique et des hôpitaux jusq'au XIX siècle. Plan d'un Hôtel-dieu attribué à Philibert Delorme*, Paris, 1889.
- Trélat E., *La fenêtre comme source lumineuse*, Revue d'Hygiène, 1886.
- Trélat É., *Eclairage des écoles*, Revue d'Hygiène, 1879.
- Umiltà M., *L'antica tecnica siciliana del muro di "pietra e tajo"*, in "Rivista internazionale di ingegneria sanitaria ed urbanistica", n. 29-31, Roma, 1937.
- Vernisky K., *Germi patogeni nel polviscolo degli ospedali*, "Rivista di Ingegneria sanitaria", 1897.
- Vicat L. J., *Résumé des connaissances positives actuelles sur les qualités, le choix et la convenance des matériaux propres à la fabrication des mortiers et ciments ordinaires*, 1828.
- Vitruvio Pollione M. (a cura di Ferri S.), *De Architectura*, Milano, 2002.
- Vittanovich P., *Le nuove scuole elementari alla Reggia Carrarese costruite in Padova nel 1880 dall'architetto Camillo Boito*, in "Il Politecnico", vol. 33, 1885.