

direttore  
scientifico  
Luca Zevi

*il* **MANUALE**  
*del* **RESTAURO**  
**ARCHITETTONICO**

ANATOMIA DEGLI ORGANISMI EDILIZI TRADIZIONALI  
ANATOMIA DEGLI ORGANISMI EDILIZI MODERNI

MATERIALI

VEDIMENTI STRUTTURALI

INDAGINI PRELIMINARI E DIAGNOSTICA

NORMATIVE E PROCEDURE

PROGETTO E DIREZIONE LAVORI

APPROCCI METODOLOGICI

INTERVENTI

STRUTTURA E GEOMETRIA NELL'ARCHITETTURA STORICA

*Lorenzo Appolonia, Cecilia Bartuli, Carlo Blasi, Mario Bonomo, Andrea Bruno,  
Massimo Carmassi, Giacomo Chiari, Ranieri Cigna, Mauro Civita,  
Giorgio Croci, Marcello D'Anselmo, Leopoldo D'Inzeo, Marco Dezzi Bardeschi,  
Roberto Gabetti, Paolo Marconi, Antonio Maria Michetti, Enrico Milone,  
Paolo Oliaro, Antonio Pugliano, Paolo Rocchi, Marisa Laurenzi Tabasso,  
Giuseppe Tosti, Carlo Usai, Luca Uzielli, Massimo Valentini.*

mancosu editore

## IL MANUALE DEL RESTAURO ARCHITETTONICO

*Coordinatore Generale:* **Arch. Luca Zevi**  
*Art Director:* Ida Incoronata Carlone  
*Progetto grafico:* Laura De Cosmis  
*Impaginazione:* Francesca Colbatti, Laura De Cosmis, Andrea Zaccaria  
*Revisione grafica:* Luciano Cortesi  
*Revisione bozze:* Federica Mandato  
*Realizzazione CD-Rom:* STP-Roma  
*Stampa:* Conti Tipocolor  
*Stampa CD-Rom:* Multimedia Press S.r.l.

### SEZIONE A – ANATOMIA DEGLI ORGANISMI EDILIZI TRADIZIONALI

*Redazione:* **Arch. Antonio Pugliano**

### SEZIONE B – ANATOMIA DEGLI ORGANISMI EDILIZI MODERNI

*Redazione:* **Prof. Arch. Carlo Blasi**  
"Cemento Armato"  
Prof. Arch. Carlo Blasi  
Ing. Giuseppe Carlo Marano  
Arch. Tommaso Massarelli  
"Ferro e Ghisa"  
Prof. Arch. Carlo Blasi  
Arch. Giuseppe Berardi

### SEZIONE C – MATERIALI

*Redazione:* **Dott. Marisa Laurenzi Tabasso**  
"Materiali Lapidei Naturali"  
Dott. Marisa Laurenzi Tabasso  
"Terra cruda"  
Dott. Giacomo Chiari  
"Malte"  
Prof. Dott. Marisa Tabasso  
"Calcestruzzo armato"  
Dott. Ranieri Cigna  
"Materiali ceramici"  
Dott. Lorenzo Appolonia  
"Ferro e metalli ferrosi"  
Dott. Cecilia Bartuli  
Dott. Carlo Usai  
"Legno"  
Dott. Luca Uzielli  
"Umidità"  
Dott. Massimo Valentini

### SEZIONE D – CEDIMENTI STRUTTURALI

*Redazione:* **Prof. Ing. Giuseppe Tosti, Prof. Arch. Carlo Blasi**  
"Dissesti statici"  
Prof. Ing. Giuseppe Tosti  
*Collaboratori:*  
Ing. Anna Anniballi  
Ing. Massimo Tosti  
"Meccanismi di collasso"  
Prof. Arch. Carlo Blasi  
Ing. Lorenzo Bianchini  
Ing. Sabrina Sarti

### SEZIONE E – INDAGINI PRELIMINARI E DIAGNOSTICA

*Redazione:* **Prof. Arch. Paolo Rocchi**  
"Indagini per la diagnosi e controllo dell'intervento"  
Prof. Arch. Luigia Binda  
Arch. Antonella Saisi  
"Rilievo storico-critico delle fasi costruttive"  
Prof. Arch. Paolo Fancelli  
"Il rilievo tradizionale"  
Prof. Arch. Ermanno Polla  
"Metodologie di rilievo tradizionale e strumentale"  
Prof. Arch. Alessandro Sartor  
"Indagini prove e controlli"  
Prof. Arch. Paolo Rocchi  
Arch. Massimiliano Muscio  
Geol. Alessandro Zaretti

### SEZIONE F – NORMATIVE E PROCEDURE

*Redazione:* **Arch. Enrico Milone**  
Arch. Maria Giulia Picchione  
Arch. Michele Volpe

### SEZIONE G – PROGETTO E DIREZIONE LAVORI

*Redazione:* **Prof. Arch. Mauro Civita, Arch. Roberto Gabetti**  
Arch. Ignazio Carabellese  
Arch. Rossella De Cadhilac  
*Collaboratore:*  
Arch. Gerardo Milillo

### SEZIONE H – APPROCCI METODOLOGICI

"Conservazione" **Prof. Arch. Ing. Marco Dezzi Bardeschi**  
*Collaboratori:*  
Arch. Stefania Cacia  
Arch. Rossana Gabaglio  
"Ripristino" **Prof. Arch. Paolo Marconi**  
"Restauro critico" **Prof. Arch. Andrea Bruno**  
Arch. Federica Pagella  
"Progetto di restauro" **Prof. Arch. Massimo Carmassi**  
Arch. Gabriella Ioli Carmassi  
*Collaboratori:*  
Arch. Paola Lazzarini  
Arch. Eva Rimondi

### SEZIONE I – INTERVENTI

"Manutenzione" **Prof. Arch. Marcello D'Anselmo**  
*Collaboratori:*  
Antonio Aulenti  
Arch. Massimiliano Bulla  
Arch. Maurizio D'Itri  
Monia Di Leonardo  
Rocco Di Modugno  
"Consolidamento: criteri generali, edilizia storica" **Prof. Ing. Giorgio Croci**  
Ing. Ario Ceccotti  
Arch. Herzalla Aymen  
"Consolidamento: edilizia moderna" **Prof. Arch. Carlo Blasi**  
"Cemento armato"  
Prof. Arch. Carlo Blasi  
Ing. Giuseppe Carlo Marano  
Arch. Tommaso Massarelli  
"Ferro e ghisa"  
Prof. Arch. Carlo Blasi  
Arch. Giuseppe Berardi  
"Adeguamento tecnologico e impiantistica"  
"Criteri generali, impianti elettrici, di sicurezza e di comunicazione"  
**Ing. Leopoldo D'Inzeo**  
"Impianti termici, di climatizzazione e di prevenzione incendi"  
**Ing. Paolo Oliaro**  
"Impianti di illuminazione"  
**Ing. Mario Bonomo**  
Ing. Walter Simoni  
Arch. Andrea Ingresso

### SEZIONE O – STRUTTURA E GEOMETRIA NELL'ARCHITETTURA STORICA

*Redazione:*  
**Prof. Ing. Antonio Maria Michetti**  
"Possibili strumenti teorici"  
Prof. Ing. Antonio Maria Michetti  
*Collaboratori:*  
Arch. Marco Astolfi  
Arch. Mauro Chinzari  
Arch. Giancarlo Gervasio  
Arch. Salvatore Pece  
Ing. Lino Perfetti  
Arch. Francesco Redi  
"Applicazioni"  
Arch. Raffaele Santillo  
"Le cupole dell'antica Roma"  
Ing. Fabrizio Esposito

## DIAGNOSI E APPROCCIO PROGETTUALE

- La vita, la funzionalità e la fruibilità di un complesso architettonico di qualunque tipo è strettamente legata alla sua conservazione fisica: un edificio che non svolge alcuna funzione specifica può essere al massimo un reperto archeologico da osservare o studiare, ma non può rappresentare il "contenitore" di alcuna attività sociale e umana e non può essere utilizzato per gli scopi per cui è stato costruito: proteggere, garantire o celebrare l'uomo e il suo lavoro, trascendendo la sua stessa esistenza e permanendo lungo il corso dei secoli.
- D'altro canto un edificio viene progettato e costruito secondo i parametri propri del tempo cui si riferisce, quali:
  - il comfort abitativo richiesto (dalla capanna al palazzo nobile);
  - le tecnologie conosciute all'epoca;
  - l'utilizzo richiesto al fabbricato (civile, industriale o monumentale);
  - il ruolo sociale ed economico del proprietario;
  - il contesto storico e politico; si pensi ad esempio alla maggiore o minore possibilità di utilizzo di manodopera a basso costo.

Queste caratteristiche costituiscono un imprinting del manufatto architettonico; esse vanno massimamente considerate e, per quanto possibile, conservate anche se l'edificio viene sottoposto nel tempo a modifiche e trasformazioni radicali.

- Il restauro architettonico pertanto non può essere considerato una mera operazione di consolidamento e di recupero di un complesso edilizio, ma deve anche configurarsi come l'intervento di restituzione di un edificio a una funzione sociale e a un utente fruitore, previa un'attenta "lettura" delle sue caratteristiche tipologiche, funzionali e storiche.
- Risulta quindi necessario studiare e prevedere con la stessa efficacia la tutela di un edificio storico e la sua "rifunionalizzazione", intesa come utilizzo di un fabbricato a un uso anche diverso da quello per cui fu costruito originariamente; in questo importante concetto rientra la complessa problematica della scelta e della progettazione degli impianti tecnologici.

### METODOLOGIE E STRUMENTI DI VALUTAZIONE DEL "SISTEMA IMPIANTI"

- L'approccio al problema dell'inserimento degli impianti tecnologici all'interno di un fabbricato storico è quanto mai complesso in quanto non esiste uno schema di lavoro che ci permetta di risolvere sistematicamente e far compatire svariate e diverse esigenze che appaiono spesso contrastanti e inconciliabili; infatti un intervento progettuale attento non può prescindere dal considerare i seguenti elementi:
  - il rispetto rigoroso dei vincoli architettonici e fisici imposti dall'importanza e dalla storia dell'edificio; questa problematica rappresenta di fatto il principale "dato d'ingresso" per una corretta progettazione impiantistica, come sarà descritto in seguito;
  - il ripristino di parti d'impianto o di componenti terminali, originari o preesistenti all'intervento di restauro; si pensi in particolare agli apparecchi di illuminazione, ai radiatori, agli apparecchi sanitari che possono essere, seppur d'epoca, pregevoli ed efficienti;
  - l'integrale conformità alla normativa di legge in materia di sicurezza, di prevenzione degli infortuni, di risparmio energetico etc.;
  - l'adozione di appropriate soluzioni impiantistiche, tali da consentire tecnologie aggiornate e adeguate alle nuove funzioni, cui il fabbricato sarà preposto.
- Pertanto, se la modalità dell'intervento non è attentamente studiata e adattata alla specificità dell'edificio e al tipo di ristrutturazione prevista, può accadere che le scelte di progetto risultino non equilibrate o sbilanciate verso una delle due seguenti posizioni:

- un'ottica solo conservativa del manufatto, al quale gli impianti vengono applicati in maniera posticcia e disorganizzata;
- una visuale ipertecnologica dell'intervento, che conduce a un inaccettabile impatto dell'impiantistica sulle peculiarità storico-artistiche dell'edificio.
- Il progetto di un intervento di restauro edilizio non può quindi che porsi come un'attività interdisciplinare di architettura, di ingegneria strutturale oltre che impiantistica, tale che, partendo da un attento esame delle condizioni preesistenti, e analizzando le possibili soluzioni tecnologicamente adottabili, pervenga a un risultato di efficace integrazione e compatibilità fra la tutela della storia e dell'importanza del fabbricato e l'efficienza demandata alle tecnologie impiantistiche più aggiornate.
- Nella tabella che segue sono indicate sinteticamente le principali compatibilità che un intervento di restauro deve rispettare, sotto il profilo delle problematiche architettoniche e di quelle impiantistiche.

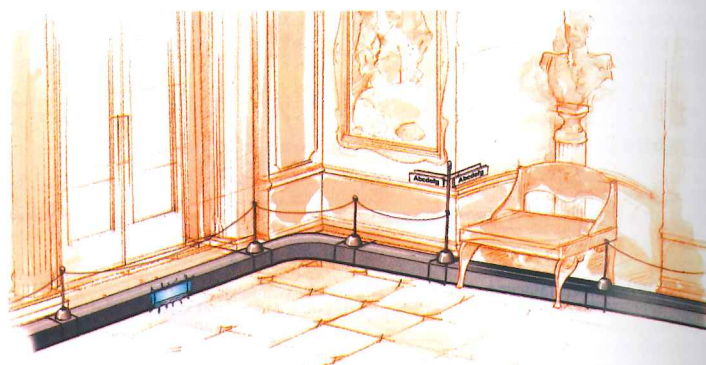


Fig. 1 (Esempio di canaletta portacavi installata in maniera "artigianale")

	PROBLEMATICHE DI TIPO ARCHITETTONICO	PROBLEMATICHE DI TIPO IMPIANTISTICO
1.	Tutela e salvaguardia delle caratteristiche specifiche dell'edificio (volumi, prospetti esterni, partizioni interne etc.)	1. Ricerca e adeguatezza di volumi e aree da destinarsi ad aree tecnologiche (centrali termiche, vani ascensori, cabine elettriche, colonne montanti etc.).
2.	Conservazione delle parti interne più pregevoli (affreschi, soffitti a volta, pavimenti, decori e stucchi etc.)	2. Ricerca di spazi per la distribuzione principale ai piani (vespai, pavimenti, sottotetti) e per la distribuzione terminale (forature di parete, tracce, scassi).
3.	Riutilizzo di componenti o apparecchiature impiantistiche originarie e tradizionali, se funzionanti.	3. Rispetto delle normative di legge generali e specifiche per la destinazione d'uso prevista per il fabbricato (museo, biblioteca etc.).
4.	Minimizzazione dell'impatto degli impianti nelle aree più significative	4. Ottimizzazione dei requisiti funzionali: sistemi di illuminazione efficaci, comfort ambientali, risparmio energetico, adozione di sistemi di sicurezza, allarme e sorveglianza.

Tab.1 Compatibilità di un intervento di restauro

## PROGETTAZIONE DELL'INTERVENTO

### LINEE GUIDA

Nel contesto di un intervento generale di restauro di un manufatto edilizio, il problema impiantistico si pone di norma in un'ottica diversa, e per certi aspetti addirittura opposta, a quella che guida la ricerca delle soluzioni architettoniche e di conservazione.

Infatti, contrariamente a quanto avviene per le problematiche di carattere edile, il restauro di un edificio esistente, pregevole per arte o storia, comporta generalmente un radicale rifacimento degli impianti (spesso fatiscenti o comunque di

caratteristiche e prestazioni non più aggiornate alle moderne tecnologie), salvo l'eventuale riutilizzo di alcuni apparecchi terminali di valore artistico (ad esempio lampadari, radiatori e apparecchi sanitari d'epoca) per i quali, come vedremo più avanti, si pone il problema della loro conformità alle prescrizioni di legge vigenti.

L'aspetto centrale della metodologia progettuale degli impianti non è pertanto il "restauro", la "conservazione" o il "ripristino" della configurazione esistente, quanto

invece la ricerca di soluzioni tecnicamente corrette, aderenti alle necessità dell'utilizzatore e tali da soddisfare i seguenti requisiti di base:

- il rispetto della normativa tecnica, generale e specifica per il particolare tipo di fabbricato, in relazione alla sicurezza e alla prevenzione dagli infortuni del personale operante in tale struttura, alla prevenzione contro il pericolo degli incendi, alla accessibilità del complesso edilizio da parte dei portatori di handicap, al contenimento dei consumi

energetici, etc; la normativa tecnica attualmente in vigore risulta assai articolata ed è sommariamente indicata al successivo Capitolo I.5.4;

fisico degli impianti sulla struttura edilizia del manufatto; è chiaro che questo requisito può essere cogente in senso assoluto quando il pregio del fabbricato lo impone, può essere soltanto un vincolo parziale o addirittura diventare un elemento qualificante e visibile dell'intervento di restauro;

c) l'utilizzo e lo sfruttamento di vani e volumetrie particolari dell'edificio da restaurare per la creazione di spazi tecnici dedicati agli impianti, nel rispetto della normativa di legge di cui al precedente punto a) e dei vincoli architettonici che l'edificio impone, come descritto al precedente punto b).

b) la riduzione, per quanto possibile e in accordo con il progettista dell'intervento di restauro, dell'impatto

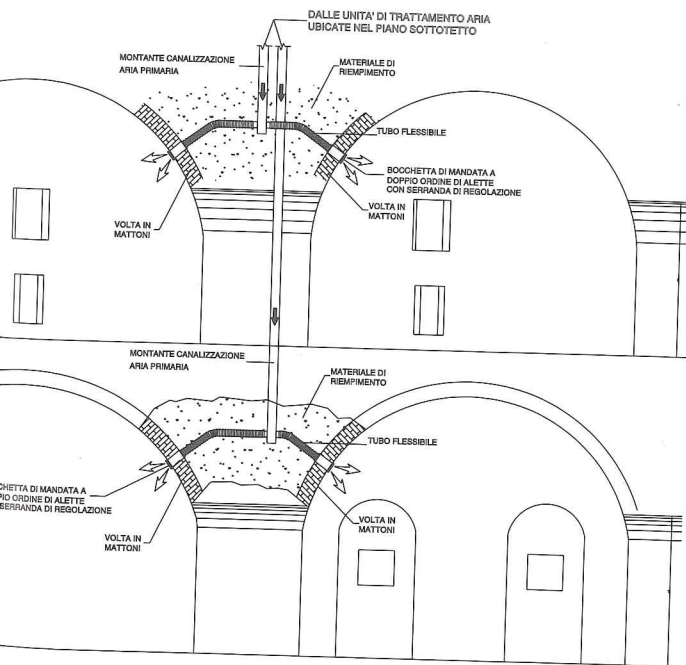
### METODOLOGIE DELL'INTERVENTO E COMPATIBILITÀ

Le problematiche e le conseguenti scelte progettuali per un'opera di ristrutturazione impiantistica all'interno di un intervento generale di restauro, coinvolgono pertanto numerosi locali e zone dell'edificio e articolati sistemi e impianti; per ciascuno di essi è necessario ricercare la soluzione ottimale che consenta una accettabile compatibilità fra le esigenze di carattere architettonico-conservativo e le necessità di carattere tecnologico-funzionale: un complesso edificio perfettamente restaurato ma non utilizzabile al meglio risulterebbe un inutile cimelio; un edificio con caratteristiche tecnologiche avanzate, ma snaturato dal punto di vista storico-artistico rappresenta viceversa un'offesa al suo valore intrinseco e una ferita al patrimonio comune di arte e di storia.

Nella tabella che segue sono riportati sinteticamente alcuni dei numerosi requisiti che il progettista d'impianti deve rispettare nella ricerca delle soluzioni progettuali più appropriate; questi requisiti possono dividersi nelle seguenti due tipologie:

a) quelli relativi alle caratteristiche costruttive/logistiche di alcuni vani o aree tipiche, dedicate agli impianti (ad esempio la centrale termica o il vano-corsa degli ascensori); a volte questi requisiti appaiono del tutto irrisolvibili, rimandando a soluzioni solo parziali o addirittura all'abbandono del progetto di restauro "funzionale" del complesso edilizio;

b) quelli relativi alle caratteristiche installative di alcune parti di impianti o sottosistemi (ad esempio la distribuzione delle reti fluidiche ed elettriche); la soluzione di questi problemi è sempre demandata a un'efficace complementarietà di competenze e di interazioni fra i vari partners responsabili della progettazione, e poi dell'esecuzione, dell'opera.



2 In alcuni casi è possibile sfruttare cavità preesistenti (ad esempio canne fumarie) per inserire condutture o canalizzazioni dell'aria

### VALUTAZIONE ECONOMICA DELL'INTERVENTO

#### METODOLOGIA D'INTERVENTO

La valutazione economica degli interventi di ristrutturazione degli impianti tecnologici nel contesto di un intervento di restauro è di difficile valutazione, in quanto condizionati da elementi peculiari, affatto variabile caso a caso, che determinano in genere una grande diversità di situazioni. È opportuno tentare di rendere sistematica una stima dei costi, di prima approssimazione, ma utilizzabile in tempi brevi (situazione assai frequente quando è necessario

Tab. 2 Principali requisiti di locali tecnologici e di sottosistemi impiantistici

<b>Centrale termica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accesso a cielo libero</li> <li>• Resistenza al fuoco delle pareti e del solaio</li> <li>• Areazione e/o ventilazione naturale</li> <li>• Dimensioni e volumetria condizionate dalla potenzialità</li> <li>• Adeguato percorso di espulsione dei fumi (camino)</li> </ul>
<b>Cabina elettrica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accesso diretto dalla pubblica strada</li> <li>• Posizione baricentrica rispetto ai carichi</li> <li>• Segregazione fisica da altri locali tecnologici</li> <li>• Dimensioni e volumetria condizionate dalla potenzialità</li> </ul>
<b>Gruppo elettrogeno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accesso del locale a cielo libero</li> <li>• Resistenza al fuoco delle pareti e del solaio</li> <li>• Compartimentazione antincendio con altri locali</li> <li>• Adeguato percorso di espulsione dei fumi (marmitta, camino)</li> <li>• Isolamento acustico del locale</li> </ul>
<b>Gruppo frigorifero (ad aria)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posizionamento in zona a cielo libero</li> <li>• Adeguato dimensionamento del solaio portante</li> <li>• Isolamento acustico della zona</li> </ul>
<b>Colonne montanti (termiche, di climatizzazione, elettriche)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratteristiche lineari dei percorsi verticali</li> <li>• Accessibilità a livello dei piani</li> <li>• Raccordi con la distribuzione orizzontale</li> </ul>
<b>Canne fumarie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adeguate caratteristiche dimensionali e di percorso</li> <li>• Tenuta di fumo rispetto ai locali attraversati</li> </ul>
<b>Impianti idrici antincendio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portata e pressione minima della rete idrica</li> <li>• Localizzazione e volumetria della vasca di accumulo</li> <li>• Dislocazione delle cassette per gli idranti/naspi</li> </ul>
<b>Condotte dell'aria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percorsi orizzontali ai piani</li> <li>• Accessibilità ai componenti (saracinesche, sonde, etc.)</li> </ul>
<b>Distribuzione secondaria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilità dei pavimenti/massetti con spessore del sottofondo adeguato</li> <li>• Localizzazione delle unità terminali (radiatori, fan-coils) compatibile con l'arredo</li> <li>• Percorsi degli scarichi della condensa</li> </ul>
<b>Bagni e relativi scarichi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Localizzazione adeguata per ottimizzare il percorso delle tubazioni di scarico</li> <li>• Disponibilità dei pavimenti/massetti con spessore del sottofondo adeguato</li> <li>• Dimensioni del locale vincolanti (ad esempio per bagni handicappati)</li> <li>• Areazione adeguata e colonne per ventilazione secondaria</li> </ul>
<b>Impianto di adduzione del gas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accessibilità dall'esterno del fabbricato della valvola di intercettazione</li> <li>• Percorso delle tubazioni segnalato e accessibile</li> </ul>
<b>Impianti di sollevamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ricerca del vano di corsa adeguato per dimensioni, struttura e dislocazione funzionale</li> <li>• Necessità di volumi tecnici alle due estremità (in basso e in alto) del vano di corsa</li> <li>• Caratteristiche strutturali e areazione del locale macchine</li> </ul>
<b>Impianto di terra e di protezione dai fulmini</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esistenza di pertinenze esterne al fabbricato per sviluppo dell'elemento disperdente</li> <li>• Compatibilità della copertura e delle facciate per l'applicazione dell'elemento di captazione e discendente</li> </ul>

organizzare un quadro economico di riferimento dell'intervento) è opportuno prevedere numerosi "scenari" sulla base dei seguenti parametri:

- consistenza dell'intervento tecnologico all'interno del restauro;
- tipo di ristrutturazione;

A. ANATOMIA ORGANISMI TRADIZIONALI

B. ANATOMIA ORGANISMI MODERNI

C. MATERIALI

D. CEDIMENTI STRUTTURALI

E. INDAGINI PRELIMINARI E DIAGNOSTICHE

F. NORMATIVE E PROCEDURE

G. PROGETTO E DIREZIONE LAVORI

H. APPROCCI METODOLOGICI

I. INTERVENTI

Ω. STRUTTURA E GEOMETRIA NELL'ARCHITETTURA STORICA

I.5. ADEGUAMENTO TECNOLOGICO E IMPIANTISTICA

I.5.1. DIAGNOSI E APPROCCIO PROGETTUALE

I.5.2. PROGETTAZIONE DELL'INTERVENTO

## PROGETTAZIONE DELL'INTERVENTO

## VALUTAZIONE ECONOMICA DELL'INTERVENTO

## TIPOLOGIA D'INTERVENTO

- c) dotazioni impiantistiche richieste;  
d) specificità di situazioni ambientali e logistiche.

## a) Consistenza dell'intervento

L'incidenza del costo degli impianti tecnologici all'interno di un restauro architettonico dipende in misura variabilissima dall'esistenza dei seguenti possibili casi:

- a1 - gli impianti tecnologici preesistenti al restauro sono gravemente obsoleti e necessitano di un rifacimento pressoché completo; in questo caso, ai fini impiantistici, la valutazione sarà fatta con parametri validi per "impianti di nuova costruzione";  
a2 - gli impianti tecnologici preesistenti al restauro sono stati ristrutturati di recente e l'intervento è configurabile solo come restyling, cioè adeguamento e/o integrazione degli impianti a nuove configurazioni architettoniche; in questo caso la valutazione sarà fatta con parametri ragguagliabili a quelli del precedente intervento;  
a3 - ci troviamo in una situazione intermedia fra quelle precedenti; gli impianti sono stati modificati e adeguati nel tempo solo in alcune parti del complesso da restaurare o sono stati eseguiti soltanto interventi parziali (ad esempio il solo impianto di illuminazione, o soltanto quello di allarme); in tal caso i parametri di valutazione dovranno adeguatamente interpolarsi fra i due precedentemente descritti.

## b) Tipo di ristrutturazione

Nel contesto di un intervento di restauro sono poi possibili più situazioni diverse, in relazione alla qualità della ristrutturazione impiantistica; infatti questa può essere:

- b1 - soltanto conservativa, cioè finalizzata al riutilizzo del complesso architettonico per la destinazione d'uso precedente, pur nel rispetto della normativa vigente;  
b2 - modificativa della configurazione preesistente; si consideri ad esempio il caso assai frequente di adattare palazzi storici a musei, biblioteche etc.; in tal caso la ristrutturazione impiantistica deve avvenire nel rispetto delle normative specifiche;  
b3 - con caratteristiche di sola manutenzione straordinaria, estendendo l'intervento agli impianti soltanto in relazione alle norme di adeguamento minimo consentite dalla attuale legislazione per situazioni preesistenti (esempio legge 46/90 etc.).

## c) Dotazioni impiantistiche richieste

Il costo dell'intervento impiantistico è ovviamente subordinato al tipo di dotazioni impiantistiche richieste, soprattutto nei casi in cui il restauro induce una maggior fruibilità del bene architettonico o nei casi in cui addirittura è prevista una destinazione d'uso diversa da quella precedente al restauro. A titolo di esempio si citano le possibili dotazioni impiantistiche "aggiuntive" a un intervento di restauro:

- impianto di climatizzazione;
- impianto di riscaldamento a pannelli radianti;
- creazione di nuovi servizi igienici;
- impianti di energia di maggiore potenza e con maggior numero di prese elettriche;
- sistemi di illuminazione con tecnologie innovative;
- impianti di comunicazione e sicurezza.

## d) Specificità ambientali e logistiche

È infine da considerare l'eventuale incidenza, spesso significativa, determinata dalle condizioni ambientali e logistiche della ristrutturazione impiantistica, quali ad esempio:

- la posizione del cantiere in un centro storico o in zone particolarmente complesse (ad esempio Venezia);
- la impossibilità di reperire, all'interno del complesso edilizio, zone da adibire a centrali tecnologiche;
- i vincoli imposti dagli Enti Locali (Soprintendenze, Vigili del Fuoco etc.).

Per rendere quantitativamente valutabile, in prima approssimazione, le considerazioni sopra esposte, vengono indicati, nelle tabelle che seguono, i valori indicativi dei parametri che concorrono a determinare il costo degli impianti nelle varie situazioni descritte.

Le tabelle, una per ogni tipo di contesto considerato, sono riferite all'intervento più completo, (fatto uguale a 100) e sono altresì suddivise per impianti; i valori indicati sono da intendersi risultanti da una media di situazioni realmente verificatesi negli ultimi anni nella realtà italiana degli interventi di ristrutturazione impiantistica conseguenti al restauro architettonico.

Tab. 3a Parametri di valutazione per la consistenza dell'intervento

	IMPIANTI ELETTRICI	IMPIANTI MECCANICI
- Intervento di nuova costruzione	100	100
- Solo adeguamento e/o integrazione	30 ÷ 60	20 ÷ 50

Tab. 3b Parametri di valutazione per tipo di ristrutturazione

	IMPIANTI ELETTRICI	IMPIANTI MECCANICI
- Totalmente modificativa	100	100
- Soltanto conservativa	50 ÷ 70	30 ÷ 60
- Manutenzione straordinaria	10 ÷ 40	10 ÷ 30

Tab. 3c Incidenza percentuale sul totale dell'intervento

	% SU IMPORTO IMP. MECCANICI
- Impianto di climatizzazione (prima non presente)	40 ÷ 60
- Impianto di riscaldamento a pannelli radianti	30 ÷ 50
- Nuovi servizi igienici	10 ÷ 25
	% SU IMPORTO IMP. ELETTRICI
- Maggior potenze e prese	20 ÷ 30
- Illuminazione con tecnologie innovative	20 ÷ 40
- Nuovi impianti comunicazione e sicurezza	10 ÷ 40

Tab. 3d Coefficienti di maggiorazione degli importi per specificità ambientali e logistiche

- Zone e/o cantieri complessi	K <sup>1</sup> =	1,15 ÷ 1,4
- Difficoltà di locali tecnologici	K <sup>2</sup> =	1,2 ÷ 1,6
- Vincoli enti locali	K <sup>3</sup> =	1,1 ÷ 1,25

## VALUTAZIONI DI COSTO

Le valutazioni di costo degli impianti, per una stima rapida ma centrata, fanno normalmente riferimento al "costo specifico", cioè per unità di superficie o di volume dell'edificio preso in considerazione. Per impianti di nuova costruzione esse possono essere stimate secondo i dati della seguente tabella:

Tab. 3e Impianti elettrici

	(L x 1000) / mq	
	min.	max.
- luce e prese (impegno di potenza fino a 10 KW)	120	200
- luce e prese (impegno di potenza fino a 50 KW)	90	160
- luce e prese (impegno di potenza oltre 50 KW)	80	150
- apparecchi illuminanti	50	120
- impianto telefonico	15	20
- impianto diffusione sonora	20	30
- impianto rivelazione incendi	40	50
- impianto di sicurezza	30	50
(% sul costo degli impianti)		
- opere di assistenza muraria	8	15

Tab. 3f Impianti meccanici

	(L x 1000) / mq	
	min.	max.
- impianto di riscaldamento	100	180
- impianto di climatizzazione	250	400
- impianto idrico-sanitario (escluso app. sanitari)	50	150
- impianto antincendio	60	180
- supervisione impianti	50	200
(% sul costo degli impianti)		
- opere di assistenza muraria	12	20

Il "corpus" normativo di tipo tecnico per un progetto impiantistico all'interno di un intervento generale di restauro è assai complesso e articolato in quanto è la risultante della sovrapposizione delle seguenti famiglie di normative:

- a) quelle generali, valide per tutti gli impianti tecnologici, da realizzare sia su edifici di nuova costruzione, che su edifici preesistenti;
- b) quelle relative a edifici che vengono utilizzati per particolari destinazioni d'uso (musei, scuole, ospedali, locali di pubblico spettacolo etc.) o per locali dedicati ad attività specifiche;
- c) quelle relative alla tutela dei beni artistici e di adattabilità degli impianti in edifici di interesse storico.

A queste normative di carattere tecnico-prestazionale deve poi aggiungersi quella più propriamente attinente alle modalità di programmazione, appalto ed esecuzione dell'opera; questa normativa è trattata in altra parte del presente manuale.

Nelle tabelle che seguono sono riportati, per ciascuna delle famiglie sopra indicate, i principali riferimenti di legge.

**Tab. 4 Norme generali valide per tutti gli impianti tecnologici**

<b>Prevenzione degli infortuni:</b>
• D.P.R. n.547 del 27 aprile 1955; Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
<b>Impianti elettrici:</b>
• Norme del CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano); • Legge n.186 del 1 marzo 1968; Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici e elettronici; • Legge n.46 del 5 marzo 1990; Norme per la sicurezza degli impianti; • D.P.R. n.447 del 6 dicembre 1991; Regolamento di attuazione della Legge 5 marzo 1990 n.46 in materia di sicurezza degli impianti.
<b>Impianti termici e idrico-sanitari, gas, antincendio:</b>
• Norme del CTI (Comitato Termotecnico Italiano) • Norme UNI (Ente Nazionale Italiana di Unificazione) e UNI-CIG (Comitato Italiano Gas); • Legge n.10 del 9 gennaio 1991; Norme in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
<b>Impianti di sollevamento:</b>
• D.P.R. n.1497 del 29 maggio 1963; Approvazione del regolamento per gli ascensori e i montacarichi in servizio privato; • D.M. n.587 del 9 dicembre 1987; Attuazione delle direttive CEE relative agli ascensori elettrici; • D.P.R. n.162 del 30 aprile 1999; Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva CEE sugli ascensori.
<b>Prevenzione incendi:</b>
• Legge n.818 del 7 dicembre 1984; Nullaosta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi; • D.M. 8 marzo 1985; Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di

- prevenzione incendi.
- Decreto Ministero dell'Interno 10 marzo 1998; Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.

**Sistemi illuminotecnici:**

- Norme UNI (in particolare UNI 10380; Illuminazione di interni con luce artificiale);

**Tab. 5 Norme specifiche per particolari destinazioni d'uso di edifici e locali**

**Edilizia scolastica:**

- Decreto Ministero dell'Interno 26 agosto 1992; Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica.

**Ospedali:**

- Regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio di ospedali, case di cura o simili.

**Alberghi:**

- Decreto Ministero dell'Interno 9 aprile 1994; Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico-alberghiere.

**Locali di pubblico spettacolo:**

- Decreto Ministero dell'Interno 19 agosto 1996; Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo;
- Norme CEI 64-8; sezione 752; Impianti elettrici nei luoghi di pubblico spettacolo e di intrattenimento.

**Tab. 6 Norme per la tutela di beni artistici**

**Edifici in genere**

- Legge n.1089 del 1 giugno 1939; Tutela delle cose d'interesse artistico o storico;

**Edifici di interesse storico-artistico destinati a biblioteche e archivi**

- D.P.R. n.418 del 30 giugno 1995; Regolamento concernente norme di sicurezza antincendio;

**Edifici storici e artistici destinati a musei, gallerie esposizioni e mostre:**

- Decreto del Ministero dei Beni Culturali n.569 del 20 maggio 1992; Regolamento contenente norme di sicurezza antincendio;

**Edifici pregevoli**

- Norme CEI 64-15; fascicolo 4830 (1998); Impianti elettrici negli edifici pregevoli per rilevanza storica e/o artistica.

**A.**  
ANATOMIA D  
ORGANISMI  
TRADIZIONA

**B.**  
ANATOMIA D  
ORGANISMI  
MODERNI

**C.**  
MATERIALI

**D.**  
CEDIMENTI  
STRUTTURALI

**E.**  
INDAGINI PRE  
E DIAGNOSTIC

**F.**  
NORMATIVE E  
PROCEDURE

**G.**  
PROGETTO E  
DIREZIONE LAV

**H.**  
APPROCCI  
METODOLOGICI

**I.**  
INTERVENTI

**Ω.**  
STRUTTURA  
E GEOMETRIA  
NELL'ARCHITETT  
STORICA

## TIPOLOGIE DI IMPIANTI E PRINCIPALI COMPONENTI

configurazione impiantistica in un organismo edilizio attualmente complessa in quanto articolata dalla coesistenza di numerosi sottosistemi, ciascuno dei quali svolge alla funzione di fornire agli utenti specifiche azioni e comfort.

Secondo una terminologia di radice anglosassone gli impianti possono suddividersi in due grandi famiglie:

a) gli impianti meccanici (mechanical) per tutti quelli che hanno attinenza prevalente con motori e macchinari in movimento; a essi sono ricondotti in genere gli impianti termici di climatizzazione, gli impianti idrico-sanitari e antincendio, gli impianti di sollevamento;

b) gli impianti elettrici (electrical) per tutti quelli che appartengono principalmente al funzionamento di energia elettrica, quali l'impianto luce, delle prese di corrente, dell'alimentazione a utenze varie (la cosiddetta "forza motrice"); a essi sono inoltre associati, per analogia di carattere installativo, i numerosi impianti

di segnalazione (una volta chiamati "a correnti deboli" o più genericamente "speciali") che impiegano modesta energia elettrica, ma rappresentano sempre di più la parte più tecnologicamente avanzata dei sottosistemi impiantistici; questi impianti possono a loro volta suddividersi in:

b.1 impianti di comunicazione, quali il sistema telefonico, di trasmissione informatica, di diffusione sonora, televisivi, citofonici etc.;

b.2 impianti di sicurezza, quali gli impianti di rivelazione di presenza o di eventi pericolosi, gli impianti di allarme, di antintrusione, di controllo tramite telecamere a circuito chiuso (TVCC), di controllo automatico degli accessi, di protezione contro i fulmini, di messa a terra etc.

Sono infine da considerare alcuni sistemi complessi, composti da una parte meccanica e da una elettrica o elettronica, quali:

- il sistema di supervisione centralizzato, cioè il complesso dei componenti e delle logiche gestionali

che consentono di ottimizzare il funzionamento degli impianti con lo scopo di razionalizzare il loro controllo e contenere i consumi energetici;

- il sistema di prevenzione dagli incendi costituito da elementi riconducibili agli impianti meccanici (impianto idrico, antincendio, etc.) e anche agli impianti elettrici e speciali (luce di sicurezza, impianto di rivelazione dei fumi etc.).

Ognuno di questi numerosi sottosistemi è composto da componenti specifici, anche se la tecnologia odierna consente una certa integrazione e intercambiabilità dei materiali; è possibile peraltro ricondurre la configurazione strutturale degli impianti sia meccanici che elettrici a complessi impiantistici comuni quali:

- la centrale, cioè la parte d'impianto che, trasformando l'energia ricevuta dall'esterno, produce e diffonde a tutta l'utenza l'elemento impiantistico; questo elemento può essere acqua (calda o fredda), aria, energia elettrica, segnale etc.;

**1.4.**  
ADEGUAMENTO  
TECNOLOGICO E  
IMPIANTISTICA

**1.5.2.**  
PROGETTAZIONE  
DELL'INTERVENTO

**1.5.3.**  
PRINCIPALI  
RIFERIMENTI DI  
LEGGE

**1.5.4.**  
TIPOLOGIE DI  
IMPIANTI E PRINCIPALI  
COMPONENTI