

Politecnico di Milano

Corso Avanzato “Loss Adjustment Advanced”

a.a. 2008

Tesina: **Studi e considerazioni su:**
il degrado d’uso dei fabbricati in estimo assicurativo

Estensori: **dott.sa Gemma Spada**
ing. Vincenzo Altitonante

Relatore: **geom. Marco Valle**

Milano, 22/09/2008

Rivolgiamo un sentito ringraziamento al geom. Marco Valle ed all’ing. Cecilia Corti, sua preziosa collaboratrice, per gli spunti illuminanti e la sempre dimostrata disponibilità

Gemma Spada e Vincenzo Altitonante

Indice

1. INTRODUZIONE	3
2. RIFERIMENTI CONTRATTUALI.....	4
3. NOZIONI DI ESTIMO IMMOBILIARE	6
3.1 LA STIMA A COSTI	6
3.2 LA STIMA A COSTO DI RIPRODUZIONE DEPREZZATO	7
4. PRINCIPALI TECNICHE COSTRUTTIVE.....	11
4.1 STRUTTURE IN ACCIAIO	11
4.2 STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO GETTATO IN OPERA.....	13
4.3 STRUTTURE PREFABBRICATE.....	15
4.4 STRUTTURE IN MURATURA.....	16
4.5 STRUTTURE IN LEGNO.....	17
4.6 FABBRICATI PRECARI	19
4.7 EDILIZIA SOSTENIBILE	21
5. PARAMETRI INFLUENTI NELLA DETERMINAZIONE DEL DEGRADO.....	24
5.1 STATO DI CONSERVAZIONE	26
5.2 DESTINAZIONE D'USO	26
5.3 UBICAZIONE ED ALTRE CIRCOSTANZE INFLUENTI.....	27
6. UN ESEMPIO CONCLUSIVO	28
7. NOTE BIBLIOGRAFICHE.....	30

1. INTRODUZIONE

Il presente elaborato rappresenta un approfondimento del tema del degrado d'uso dei fabbricati in estimo assicurativo.

Il concetto di deprezzamento trae origine dal Codice Civile (art. 1908) e si riflette nell'articolo di polizza dal titolo il "*Valore delle cose assicurate e determinazione del danno*". Per i "*Fabbricati*" il criterio di valutazione viene così definito: "*Si stima la spesa necessaria per l'integrale costruzione a nuovo di tutto il fabbricato assicurato, escludendo soltanto il valore dell'area, al netto di un **deprezzamento** stabilito in relazione al grado di vetustà, allo stato di conservazione, al modo di costruzione, all'ubicazione, alla destinazione d'uso e ad ogni circostanza concomitante*".

L'obiettivo del testo è quello di rappresentare un quadro quanto più completo di tutti i fattori che incidono nella determinazione del deprezzamento percentuale. **Si tratta di un processo complesso, difficilmente generalizzabile, sul quale pesano competenza ed esperienza del tecnico estimatore.**

In ogni caso l'intendimento degli autori è quello di offrire tutti gli spunti per un ulteriore approfondimento della materia, preso atto che **ciascuna stima è caratterizzata da proprie specificità.**

Nella trattazione che segue, dopo un richiamo sui concetti di stato d'uso e valore a nuovo in estimo assicurativo (Cap. 2), verranno introdotte alcune nozioni di estimo (Cap. 3), presupposto imprescindibile per affrontare, anche in termini quantitativi, la definizione del costo di ricostruzione "deprezzato". Il deprezzamento di un immobile non è solo legato alla vetustà fisica del fabbricato, ovvero al deterioramento irreversibile degli elementi non sostituibili del complesso edilizio, ma anche all'obsolescenza, ovvero al superamento di standard funzionali, comunque recuperabili con interventi di manutenzione.

Necessaria premessa all'individuazione dei parametri (vetustà, modo di conservazione, modo di costruzione, destinazione, etc..) **incidenti sul deprezzamento del fabbricato è la rappresentazione delle principali tecniche costruttive**, nonché dei processi di degrado che ad esse si accompagnano (Cap. 4).

In tale contesto si è ritenuto opportuno completare il quadro di riferimento con l'illustrazione dei principi ispiratori della cosiddetta "edilizia sostenibile".

Nell'ultimo capitolo (Cap. 5) verranno finalmente rappresentati in maniera sintetica tutti i parametri a cui risulta correlato il deprezzamento dei fabbricati.

2. RIFERIMENTI CONTRATTUALI

L'articolo di polizza dal titolo il "valore delle cose assicurate e determinazione del danno", richiamato nell'introduzione, ed i concetti ad esso sottesi possono essere generalizzati a tutti i prodotti assicurativi presenti in commercio nel panorama del Ramo Incendio.

La giustificazione affonda nell'articolo 1908 del C.C. che stabilisce che non si può attribuire alle cose distrutte o danneggiate valore superiore a quello che avevano al momento del sinistro. Con ciò la giurisprudenza ha voluto escludere che all'Assicurato potesse essere riconosciuto un indennizzo superiore al valore del danno patito, tale da configurarsi come indebito arricchimento.

Il criterio di stima dei fabbricati adottato nelle Condizioni Generali di Assicurazione è quello basato sul "valore di conservazione", ovvero sulla valutazione del bene per cui si ha l'interesse alla conservazione in quanto fonte di reddito per l'azienda.

In campo industriale, dove l'interesse alla conservazione del bene è solitamente alto, le Imprese di assicurazione hanno comunque dato facoltà all'Assicurato di assicurarsi per il valore a nuovo. La previsione del supplemento d'indennità per valore a nuovo andrebbe infatti a compensare la situazione particolarmente sfavorevole per l'Assicurato di un riacquisto non pianificato, resosi necessario per l'assenza in commercio di enti con la stessa percentuale di degrado o con la stessa età del bene danneggiato.

L'esistenza di polizze intrinsecamente caratterizzate dalla clausola "valore a nuovo" (es. Polizze Globali Fabbricati) oppure la previsione del "supplemento d'indennità per valore a nuovo" (es. Polizze Incendio Rischio Industriali) non deve tuttavia distogliere il perito dalla determinazione della cosiddetta percentuale di deprezzamento.

Infatti la corresponsione del supplemento d'indennità risulta comunque vincolata al verificarsi di una o di tutte le seguenti condizioni:

- congruità dei capitali assicurati;
- effettivo ripristino del bene secondo medesimo tipo e genere (solitamente entro 12 mesi dalla dell'atto di liquidazione amichevole o del verbale definitivo di perizia).

Va altresì rimarcato che valori di deprezzamento assai significativi possono costituire un limite alla liquidazione, posto che l'articolo di polizza riguardante l'"assicurazione del costo di ricostruzione o di rimpiazzo (valore a nuovo) spesso recita:

"il nessun caso potrà essere indennizzato per ciascun fabbricato importo superiore al doppio del relativo valore determinato, in base alle stime di cui (omissis)".

E' di tutta evidenza che con tali vincoli apposti alla clausola "valore a nuovo" l'Assicuratore abbia comunque voluto ricondurre la garanzia ai principi ispiratori dell'art. 1906 del C.C.

3. NOZIONI DI ESTIMO IMMOBILIARE

Nel presente capitolo verrà illustrato come sia possibile adattare uno dei metodi più diffusi nell'estimo immobiliare ("Stima a costi") per la determinazione del "valore di assicurazione" ovvero del valore del fabbricato deprezzato.

3.1 La stima a costi

La "stima a costi" è un procedimento analitico che mira alla determinazione del costo di costruzione di un immobile (C_c).

Le voci che concorrono a determinare C_c si possono sintetizzare attraverso la formula che segue: $C_c = C_a + M_p + C_o + C_t + C_n + S_p + S_i + S_g + O_f + O_s + S_v + U_t$

con

C_a	costo dell'area edificabile
M_p	costo delle materie prime (materiali edili)
C_o	costo della manodopera
C_t	costo dei trasporti
C_n	costo dei noleggi delle attrezzature
S_p	spese di progettazione e tecniche in generale
S_i	spese industriali (acqua di cantiere, luce di cantiere, ecc)
S_g	spese generali e per amministrazione
O_f	oneri fiscali (compresi quelli di urbanizzazione)
O_s	oneri finanziari sui capitali impiegati
S_v	spese di vendita
U_t	utile d'impresa

Il valore come sopra determinato, epurato del costo dell'area edificabile, delle spese di vendita e degli oneri fiscali, rappresenta il costo di ricostruzione del fabbricato, comprensivo del supplemento d'indennità per valore a nuovo.

3.2 La stima a costo di riproduzione deprezzato

Le valutazioni con il metodo della "stima a costi" possono essere perfezionate, considerando anche la vetustà fisica e l'obsolescenza funzionale del fabbricato.

Per **vetustà fisica** s'intende il deprezzamento dell'immobile indotto dal progressivo deterioramento di strutture ed opere edilizie. Si tratta di un fenomeno irreversibile posto che vengono interessati elementi del complesso edilizio non sostituibili.

L'**obsolescenza funzionale** è legata all'attualità di impianti e finiture ed alla concezione stessa dell'immobile (struttura e distribuzione interna dei locali), che si evolvono seguendo il progresso tecnologico e gli orientamenti della società.

A differenza della vetustà fisica, le condizioni iniziali di funzionalità dell'edificio possono essere ripristinate attraverso un intervento di manutenzione ordinaria o straordinaria.

Per valutare l'entità della vetustà fisica di un edificio è possibile ricorrere ad una formula frequentemente menzionata nella letteratura estimale tedesca e riportata nelle pubblicazioni della Union Européenne des Experts Comptables Economiques et Financiers (UEC) [12].

Il valore dell'immobile deprezzato per vetustà fisica (V_d), sarà funzione del costo di costruzione del fabbricato (C_c), della vita attesa dell'edificio (N) e della vita trascorsa dello stabile nel momento in cui si esegue la valutazione (n).

In particolare: $V_d = C_c - \bar{k}(n, N) \cdot C_c = C_c \cdot [1 - \bar{k}(n, N)]$

essendo:

$$\bar{k} = \frac{k}{100} = \frac{1}{100} \cdot \left\{ \frac{\left(\frac{n}{N} \cdot 100 + 20 \right)^2}{140} - 2,86 \right\}. \quad \text{Il termine } k = \left\{ \frac{\left(\frac{n}{N} \cdot 100 + 20 \right)^2}{140} - 2,86 \right\} \text{ esprime in}$$

degrado dell'immobile in punti percentuali.

Nel caso dell'obsolescenza funzionale, le valutazioni risultano più complesse e, pertanto, necessitano passaggi intermedi con l'introduzione di alcune ipotesi semplificative.

Innanzitutto si assume, come in precedenza affermato, che una ristrutturazione consente di recuperare completamente il superamento funzionale dello stabile.

Si considera inoltre un fabbricato con una vita utile di 100 anni e si ipotizza di effettuare un unico intervento di ristrutturazione trascorsi 50 anni di vita dell'immobile.

Dovendo valutare la percentuale di deprezzamento per obsolescenza sarà necessario "attualizzare" al momento della valutazione il costo della ristrutturazione.

Tale concetto può essere meglio chiarito attraverso alcuni esempi.

Si ipotizza di dover procedere tra 50 anni alla ristrutturazione completa di un immobile di 100 mq, avente un rendimento annuo di € 100/mq ovvero di € 10.000,00.

Con una spesa di ristrutturazione valutata in 500/700 €/mq, combinando formule di matematica finanziaria¹ si perviene alla definizione della rata annua (R) da accantonare per la manutenzione straordinaria.

In particolare annualmente dovrebbe essere accantonata una rata di:

- € 160,00, se il tasso di rendimento del capitale immobiliare è pari al 7%,
- € 310,00, se il tasso di rendimento del capitale immobiliare è pari al 5%,
- € 670,00, se il tasso di rendimento del capitale immobiliare è pari al 3%,

Appare evidente che l'entità della rata risulta inversamente proporzionale al saggio di rendimento.

Va altresì evidenziato che si tratta di importi non trascurabili, certamente superiori allo 0,5-1% del reddito annuo lordo che la dottrina prevalente considera.

L'esempio di cui sopra suggerisce un metodo per poter determinare in termini quantitativi il deprezzamento dell'edificio indotto dall'obsolescenza funzionale.

Se, ad esempio, si considera un fabbricato con 20 anni di vita ($n=20$) e si assume che la ristrutturazione venga eseguita al cinquantesimo anno, l'**obsolescenza potrà essere ricondotta alla percentuale di reddito per ristrutturazione, scontata, al saggio di rendimento corrente per capitali mobiliari**, per i 30 anni rimanenti.

Altro aspetto sul quale va riposta particolare attenzione riguarda la **rivalutazione** complessiva dell'immobile **a seguito di un radicale intervento di ristrutturazione**.

In termini quantitativi si può affermare che circa l'80% del costo di ristrutturazione vada a rivalutare il costo dell'immobile.

¹ $C_0 = \frac{C_n}{(1+i)^n}$ (C_0 costo di ristrutturazione attualizzato al momento della stima, i saggio di sconto, n

numero di rate) e $R = \frac{C_0}{\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n \cdot i}}$ (rata da accantonare)

A tal riguardo va precisato che nel complesso dell'immobile circa il 35% dei costi dell'opera concernono impianti, finiture e componenti passibili di ristrutturazione, mentre il 65% riguardano elementi soggetti a deterioramento irreversibile².

A differenza di un nuovo intervento edilizio, in caso di ristrutturazione si verifica un aggravio di costi, valutabile nell'ordine del 60-70%. Pertanto un intervento di manutenzione generale dell'immobile comporta, in termini economici, un'incidenza del 50% ($1,65 \times 0,35$) rispetto al costo iniziale di costruzione (C_c).

Ciò premesso, la ristrutturazione completa del fabbricato può condurre ad una **rivalutazione del 40%** ($0,8 \times 0,5$) **rispetto al costo iniziale di costruzione (C_c)**.

Con plurimi tentativi si è potuto dimostrare che la curva di anticipazione della spesa per rinnovo è prossima (ma tassi variabili dal 3% al 6%) a quella della

$$\text{funzione: } k = \left\{ \frac{\left(\frac{n}{N} \cdot 100 + 20 \right)^2}{140} - 2,86 \right\}, \text{ con } N = 50.$$

Per il calcolo del valore deprezzato di un fabbricato, dove si tiene conto sia della **vetustà fisica che dell'obsolescenza funzionale** ci si potrà riferire alla formula seguente: $V_d = C_c - \bar{k}_1 \cdot C_c - \bar{k}_2 \cdot C_c = C_c \cdot [1 - (\bar{k}_1 + \bar{k}_2)]$

con $\bar{k}_1 = 0,65 \cdot \frac{k_1}{100}$ vetustà fisica assunta sul 65% dei componenti del fabbricato, con deperimento

$$\text{irreversibile; } k_1 = \left\{ \frac{\left(\frac{n}{N_1} \cdot 100 + 20 \right)^2}{140} - 2,86 \right\}, \text{ con } N_1 = 100$$

$\bar{k}_2 = 0,35 \cdot \frac{k_2}{100}$ obsolescenza funzionale assunta sul 35% dei componenti del fabbricato, con

$$\text{deperimento reversibile; } k_2 = \left\{ \frac{\left(\frac{n}{N_2} \cdot 100 + 20 \right)^2}{140} - 2,86 \right\}, \text{ con } N_2 = 50$$

² Percentuali riferite ad una tipologia edilizia di tipo residenziale - v. Pubblicazioni Collegio Ingegneri e Architetti Milano [3]. Tali percentuali variano sensibilmente in funzione della destinazione d'uso: ad esempio, per strutture alberghiere l'incidenza dei costi relativi ad impianti e finiture possono superare il 50% del costo complessivo di costruzione.

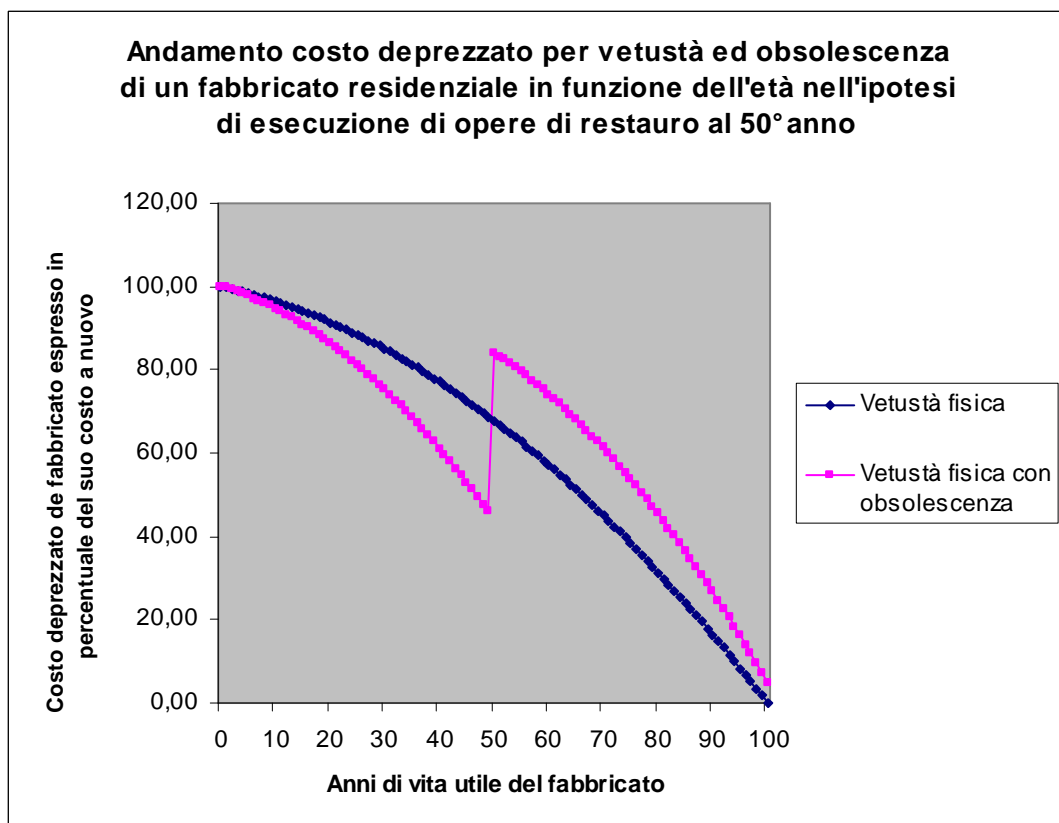
Tale formula ha validità fino al 50° anno di vita dell'immobile.

Superata detta soglia si potranno proporre due diversi scenari:

- **la proprietà esegue la ristrutturazione generale dell'immobile**

Al 50° anno si ha una rivalutazione dell'immobile pari al 40% di C_c . Nel contempo la funzione obsolescenza raggiunge il valore di deprezzamento massimo pari al 35% di C_c e dal 51esimo anno riprende a decrescere dal valore iniziale. La vetustà fisica prosegue invece lungo sua curva di decrescita (v. Figura 3-1). Va rilevato che la discontinuità introdotta con la rivalutazione dell'immobile comporta la permanenza di un valore residuo dell'immobile pari al 5% di C_c al termine dei 100 anni di vita utile.

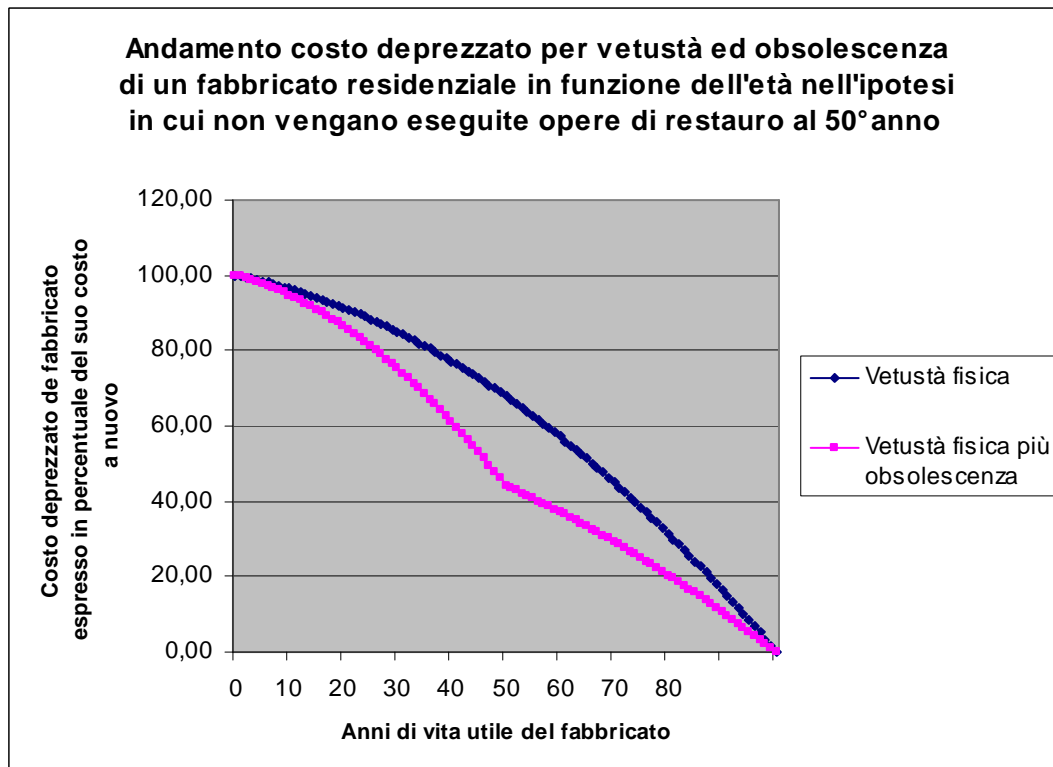
Figura 3-1



- **la proprietà non esegue la ristrutturazione generale**

Al 50° anno si sarà manifestato il totale deprezzamento per finiture ed impianti, con un'incidenza del 35% di C_c . La vetustà fisica prosegue invece lungo sua curva di decrescita (v. Figura 3-2).

Figura 3-2



4. PRINCIPALI TECNICHE COSTRUTTIVE

Nel capitolo che segue verranno illustrate le principali tecniche costruttive focalizzando l'attenzione su tutti gli aspetti che possono riflettersi nella valutazione del deprezzamento del complesso edilizio.

4.1 Strutture in acciaio

Le costruzioni in acciaio sono caratterizzate da una struttura portante realizzata con singoli elementi che vengono uniti per formare un'ossatura portante monolitica.

Tali strutture offrono il vantaggio di permettere successive modifiche, quali ristrutturazioni o elevazioni, rafforzando, se richiesto, gli elementi già esistenti.

Si distinguono in strutture a telaio oppure reticolari (travature). Nel primo caso sono realizzate con profilati in acciaio collegati fra di loro agli angoli con giunti resistenti alla flessione. Nelle travature i profilati (aste) vengono disposti in maniera complanare per realizzare elementi funzionali resistenti e leggeri e quindi adatti a coprire luci di notevoli dimensioni (es. travi di copertura capannoni, tribune).

Il progressivo degrado delle strutture metalliche è riconducibile al fenomeno della corrosione (es. ossidazione). Si tratta di un processo elettrochimico che interessa metalli a contatto con soluzioni acquose o con ambienti che contengono acqua.

Va annotato che alcuni materiali metallici, in determinate condizioni ambientali, manifestano una elevata resistenza alla corrosione grazie all'instaurarsi di condizioni di passività (es. acciai inossidabili esposti all'atmosfera, acciaio non legato immerso nel calcestruzzo). In tali circostanze il metallo si ricopre di ossidi protettivi che rendono trascurabile la sua velocità di corrosione.

In casi particolari (es. in presenza di soluzioni con tenori di cloruri elevati) lo strato di passivazione può essere danneggiato dando luogo a fenomeni di corrosione localizzata (**pitting**).

Altro esempio comune di corrosione è quella per contatto galvanico, indotta dall'accoppiamento di due metalli a potenziali diversi. L'elemento a potenziale minore funge da anodo e si decompone, mentre il metallo a polarità positiva si mantiene.

La corrosione può portare alla riduzione della sezione resistente degli elementi portanti oppure degli elementi di giunzione. Inoltre quando il componente è vincolato oppure è completamente o parzialmente immerso in un materiale rigido o fragile, l'azione espansiva dei prodotti di corrosione può indurre distorsioni o fessurazioni.

Per prevenire i fenomeni di corrosione, già in fase di progettazione e di realizzazione di opere metalliche, deve essere prestata particolare cura nella scelta e nella disposizione dei materiali per evitare accoppiamenti galvanici o la formazione di depositi di sporcizia ed umidità.

L'acciaio strutturale viene generalmente protetto con rivestimenti metallici, realizzati per mezzo di immersione in metallo fuso (zincatura a caldo per immersione in bagno a 450 C°) oppure per applicazioni a spruzzo del metallo liquido (strato di fondo in cromato di zinco e strato di finitura in polvere d'alluminio). In entrambi i casi, prima del

trattamento, le superfici del metallo devono essere adeguatamente preparate, pulite, private di polvere, olio, ruggine e scorie di fucinatura.

4.2 Strutture in calcestruzzo armato gettato in opera

Le costruzioni in calcestruzzo armato sono formate con materiale composito costituito da una matrice lapidea tridimensionale e da elementi lineari in acciaio.

Le caratteristiche di resistenza del calcestruzzo sono ottime in compressione e scarse o nulle in trazione; per tale ragione vengono annegati nel getto elementi in acciaio caratterizzati da ottima resistenza alla trazione.

Tale tecnologia è resa possibile dalla concomitanza di due circostanze:

- coefficienti di dilatazione termica tra acciaio e calcestruzzo confrontabili;
- ottima aderenza tra i due materiali.

Il calcestruzzo è realizzato con un impasto di cemento, acqua, inerti naturali o artificiali di forma tondeggianti e con dimensione selezionata (ghiaia, ghiaietto, sabbia) ed eventuali additivi (fluidificanti, aeranti, ritardanti).

Tale impasto, confezionato in appositi miscelatori, viene poi posto in opera all'interno di forme in legno o acciaio che delimitano la geometria della struttura e contengono gli elementi lineari in acciaio o barre d'armatura. La possibilità di realizzare con tale semplice tecnologia elementi strutturali anche complessi ed ossature complete, costituisce la principale prerogativa del calcestruzzo armato.

L'azione dell'ambiente può determinare un progressivo degrado delle opere in c.a., interessando sia la matrice cementizia (degrado del calcestruzzo) sia le armature (corrosione). L'esperienza mostra che la corrosione delle armature è il caso più frequente di degrado delle opere in calcestruzzo armato.

Per quanto concerne il **degrado della matrice cementizia** vanno annotati i fenomeni seguenti:

- *degrado precoce*: il calcestruzzo si fessura dopo le prime ore o dopo i primi giorni dall'esecuzione del getto a seguito di fenomeni (ritiro contrastato, assestamento plastico, calore di idratazione, gelo precoce) riconducibili ad errori progettuali od esecutivi.
- *attacco gelo-disgelo*: cicli frequenti di gelo-disgelo, velocità di congelamento e raggiungimento di temperature estremamente severe possono portare al

disgregamento dello strato superficiale del calcestruzzo. Tale fenomeno trova giustificazione nell'aumento di volume nell'acqua contenuta nei pori calcestruzzo indurito, con conseguente incremento di pressione interna.

- *attacco solfatico*: gli ioni solfato (SO_4^{2-}) disciolti in acqua o nel terreno possono reagire chimicamente con la matrice cementizia, portando alla formazione di prodotti espansivi come l'ettringite e la thaumasite.
- *reazione alcali-aggregati*: si può manifestare in calcestruzzi realizzati con inerti particolarmente reattivi (silice amorfa) agli alcali (Na(OH), K(OH)), disciolti nella soluzione presente dei pori. La reazione porta alla formazione di un gel di silicati che assorbono acqua e, rigonfiandosi, determinano fessurazioni diffuse.

I fenomeni di **degrado** che interessano le **armature** sono i seguenti:

- *corrosione da carbonatazione*: la soluzione nei pori di calcestruzzo è caratterizzata dalla presenza di idrossidi di sodio, di potassio e, in modeste quantità di calcio che ne determinano un'elevata alcalinità (pH compreso tra 13 e 13.8). In tali condizioni gli ossidi che si formano sulla superficie delle armature realizzano un film protettivo contro la corrosione, detto stato di passivazione. L'anidride carbonica (CO_2) che penetra nei pori della matrice di cementizia reagisce con l'idrossido di calcio ($Ca(OH)_2$) per produrre carbonato di calcio ($CaCO_3$). A tale reazione si accompagna un abbassamento del Ph fino a valori prossimi alla neutralità (Ph=7). Quando il fronte di calcestruzzo carbonatato raggiunge le armature, le stesse non sono più passivate e quindi si può innescare la corrosione, che si evolve tanto velocemente quanto maggiore è la disponibilità di ossigeno ed acqua sulla superficie dell'acciaio.
- *corrosione da cloruri*: il raggiungimento di elevati tenori di cloruri nella soluzione dei pori può portare alla depassivazione dell'armatura anche senza carbonatazione della matrice cementizia. In tale circostanza si innesca una corrosione localizzata (pitting) caratterizzata da elevata velocità di avanzamento. Il fenomeno è significativo per parti di strutture marine sottoposte a maree o onde, oppure per parti di ponti, pavimentazioni o solette di autorimesse dove vengono sparsi sali disgelanti.

Il primo passo verso la prevenzione dei fenomeni di degrado consiste nell'attenta valutazione dell'aggressività ambientale, con specifico riferimento a:

- condizioni climatiche (umidità e temperatura);

- presenza o assenza di sostanze aggressive (l'acqua di mare contiene sia cloruri che solfati);
- condizioni microclimatiche in relazione ai componenti della struttura stessa.

In generale si può affermare che:

- l'ambiente non è aggressivo quando il calcestruzzo è asciutto oppure in condizioni di totale e permanente saturazione (assenza di apporto di ossigeno necessario per l'evoluzione dei processi di corrosione);
- in condizioni di umidità intermedia gli elementi strutturali possono essere soggetti sia a degrado diretto del calcestruzzo sia a corrosione delle armature. Per quanto riguarda il calcestruzzo gli effetti del degrado aumentano all'aumentare di temperatura ed umidità. Per la corrosione delle armature le condizioni peggiori si instaurano in caso di cicli bagnatura e asciugamento, in quanto consentono, seppure in tempi diversi, sia la penetrazione di acqua sia di sostanze allo stato gassoso (anidride carbonica e ossigeno).

In funzione dell'aggressività ambientale possono essere presi provvedimenti verso:

- il miglioramento della qualità del calcestruzzo (riduzione del rapporto a/c, scelta del tipo di cemento, impiego di additivi);
- l'aumento dello spessore di copriferro;
- l'adeguamento dei particolari costruttivi;
- la pianificazione di controlli sia in cantiere, in fase di esecuzione, sia durante la vita di servizio (manutenzione programmata).

Si ritiene opportuno annotare che la normativa vigente (Norme tecniche sulle costruzioni – Dlg del 23/09/2005) impone una progettazione che tenga conto della durabilità in relazione non solo alle azioni meccaniche ma anche a quelle ambientali. Il punto di riferimento è rappresentato dalla vita di servizio utile, assunta in 50 anni per opere comuni (classe 1) oppure in 100 anni per opere di rilevanza sociale ed economica (classe 2).

4.3 Strutture prefabbricate

Le strutture prefabbricate sono realizzate attraverso il montaggio o il collegamento nei nodi di elementi in cemento armato o cemento armato precompresso prefabbricati.

Nella prefabbricazione completa l'intero complesso edilizio è realizzato con elementi prefabbricati; nella prefabbricazione parziale vengono messi in opera di singoli elementi prefabbricati. Si distinguono strutture a telaio e strutture a pannelli.

Le strutture a telaio sono tipiche di edifici di grande dimensione (capannoni industriali), oppure di edifici a pianta variabile (stabilimenti di produzione, scuole ed edifici amministrativi) e prevedono la sostituzione degli elementi abituali in calcestruzzo gettato in opera con elementi prefabbricati (fondazioni a bicchiere, pilastri, travi, solai, capriate di tetti ed arcarecci).

Le strutture a pannelli sono tipiche di palazzi uffici o di grandi fabbricati residenziali.

Con tale tecnologia i pannelli portanti di pareti e solai vengono prima appoggiati o sovrapposti e poi resi solidali con getti di calcestruzzo.

La dinamica dei fenomeni di degrado che interessano le strutture prefabbricate in c.a. o c.a.p. è la stessa di quella descritta per le costruzioni gettate in opera. Al riguardo va osservato che la realizzazione industriale degli elementi della struttura consente un migliore controllo del confezionamento del prodotto. Particolare attenzione andrà quindi riposta sia in fase di progettazione dei particolari costruttivi sia in occasione del collegamento degli elementi.

4.4 Strutture in muratura

Le costruzioni in muratura sono realizzate attraverso la sovrapposizione di elementi di dimensioni regolari uniti da malta. I materiali maggiormente impiegati sono il laterizio (mattoni), il calcestruzzo (blocchi), il gesso (pannelli), e la pietra (blocchi o elementi irregolari) secondo dimensioni standardizzate dalle norme UNI.

Gli elementi in muratura sono sollecitati essenzialmente a sforzi di compressione: pilastri, pareti, archi, volte; infatti la muratura manifesta una buona resistenza a compressione ed una modesta o trascurabile resistenza a trazione.

I solai o le coperture piane sono spesso costituiti da legno (travi principali, secondarie ed assito di tavole), ferro (travi a doppio T collegate da voltine di mattoni, tavelloni) o cemento armato e laterizi.

La resistenza a compressione della muratura è funzione delle caratteristiche meccaniche e geometriche del singolo elemento, della natura e resistenza della malta e della direzione dello sforzo.

I meccanismi di degrado delle murature si esplicano attraverso fenomeni di natura chimica e fisica. In entrambi i casi il fattore chiave è rappresentato dalla presenza di umidità nella matrice nel manufatto.

L'umidità può derivare sia dall'esposizione ad atmosfera umida sia dal contatto diretto della superficie con acqua liquida. Nel primo caso l'acqua si forma nei pori a seguito di condensazione capillare, nel secondo caso penetra nel materiale poroso per effetto dell'assorbimento capillare e, in caso di pressioni significative, per permeazione. L'umidità può invece abbandonare la muratura per effetto dell'evaporazione.

L'equilibrio che si instaura tra penetrazione ed evaporazione di acqua, in relazione alle condizioni ambientali ed alla specificità della struttura porosa dell'opera muraria, determina il contenuto di umidità nel manufatto.

Particolarmente insidioso per le murature è il fenomeno della risalita capillare che interessa parti murarie a contatto con acqua o con terreni umidi. Nella struttura dei pori si crea una depressione che provoca la risalita dell'acqua lungo la muratura. L'altezza di risalita si riduce all'aumentare della dimensione dei pori, mentre la velocità cresce all'aumentare della porosità della matrice. Il fenomeno risulta più evidente in materiali con una porosità intermedia (da 1 a 5 μm). In presenza di umidità si possono determinare fenomeni di degrado dei materiali della muratura in seguito ad **interazione di tipo chimico** (attacco solfatico, attacco atmosferico su pietre e malte) causati sia dall'azione diretta dell'acqua sia dei sali in essa disciolti. L'**azione** degradante può anche essere di **natura fisica** ed è riconducibile alla pressione interna indotta dai fenomeni di cristallizzazione nei pori (gelo-disgelo, cristallizzazione solfati). Infine la presenza di acqua può favorire lo sviluppo di **agenti biologici** (alghe, funghi, licheni, muffe) sulla superficie della muratura.

Tutti i fenomeni di degrado che interessano le murature possono essere limitati con l'impiego di elementi e di malte dalla struttura finemente porosa e con l'adozione di opportuni accorgimenti costruttivi.

4.5 Strutture in legno

Il legno strutturale è un materiale che propone ottime qualità tecniche (efficienza prestazionale, bassa conducibilità termica ed acustica, permeabilità vapore), facilità di lavorazione, aspetto gradevole e vantaggi ecologici ed economici.

Nel panorama nazionale il legno è utilizzato soprattutto nella realizzazione di tetti e scale prefabbricate, mentre in altri Paesi con tale materiale si realizzano interi edifici, anche multipiano, con esclusione di cantina e basamento.

Con l'evoluzione delle tecniche di incollaggio si è poi diffuso l'utilizzo di materiali compositi come il legno lamellare, spesso impiegato nella realizzazione di elementi strutturali per complessi edilizi di ampie luci come piscine, palazzetti dello sport, auditorium e chiese.

Il fattore chiave dei processi di degrado delle opere in legno è l'umidità.

La presenza di acqua nella struttura porosa del legno rappresenta condizione necessaria per l'attacco biologico (insetti, funghi, batteri). Inoltre a modifiche delle condizioni di umidità ambientali (e quindi di quelle del legno) si accompagnano variazioni dimensionali con possibilità di apertura di cricche e giunti.

Va evidenziato che in condizioni anaerobiche (materiale ligneo completamente saturo d'acqua) il legno risulta immune dall'attacco di agenti patogeni.

L'acqua può essere contenuta nelle cellule del legno sia in forma libera nelle cavità (acqua libera nel lume) sia legata alle pareti (adsorbita). Per umidità del legno inferiori al 30% della massa a secco (soglia di saturazione) l'acqua è presente solo in forma adsorbita. Le variazioni di umidità sotto tale soglia si riflettono in variazioni dimensionali che sono anisotrope e quindi possono provocare distorsioni dell'elemento costruttivo. Tra l'umidità dell'ambiente e quella del legno si instaura un meccanismo di equilibrio, per cui, in funzione del tasso di umidità esterna e delle caratteristiche del legno, è possibile prevedere la percentuale di umidità del legno. La condizione normale di progetto è quella di un'umidità del legno del 12%, che si instaura ad una temperatura esterna di 25°C, con un tasso di umidità del 70%.

Per evitare cricche ed apertura di giunti il legno dovrà quindi essere essiccato fino al raggiungimento di un tasso di umidità che sarà poi quello medio di esercizio.

La presenza di umidità rappresenta inoltre condizione necessaria per l'attacco di agenti biologici, di seguito descritti.

Gli **insetti** che attaccano il legno (xilofagi) si dividono in coleotteri (ad esempio tarli) ed isoteri (termiti). I *coleotteri* depositano le uova sulla superficie od in fessure del legno. Queste poi si trasformano in larve che scavano gallerie del diametro di 1.5-10 mm, fino a quando, al raggiungimento dello stato adulto, dopo 3-10 anni, non abbandonano il legno dal foro di sfarfallamento.

Le *termiti* attaccano il legno quando sono allo stato adulto. Vivono in colonie che costituiscono il nido nel terreno e si spostano nella struttura del legno scavando gallerie per ricavare nutrimento dalla cellulosa.

I **funghi** portano al degradamento delle cellule del legno per ricavare nutrimento dai costituenti principali delle stesse: cellulosa e lignina.

Il ciclo di vita dei funghi parte dal deposito di spore sulla superficie. Da queste si formano filamenti (*ife*) che affondano sotto la superficie del legno e si raggruppano per formare il micelio, responsabile della scomposizione delle cellule del legno: *carie bruna* nel caso di degradamento della cellulosa, *carie bianca* nel caso della lignina.

L'attacco prodotto dai **batteri** è solitamente molto meno aggressivo rispetto a quello di funghi ed insetti. A differenza di questi può però anche avvenire con modalità anaerobiche, sebbene con velocità di avanzamento assai ridotta ed interessamento dei soli strati superficiali (degrado di reperti archeologici).

I fenomeni di degrado possono essere prevenuti già in fase di progettazione sia con l'impiego delle specie legnose più adatte alle condizioni ambientali di esercizio sia con la cura dei dettagli costruttivi, in modo da evitare condense o possibili fonti di umidità.

Inoltre le norme tecniche vigenti (UNI EN 335, UNI EN 212:2004) impongono l'impiego di **impregnanti chimici** in quasi tutte le condizioni generali (e di umidità) di servizio.

I protettivi chimici usano come veicolo dell'agente biocida l'acqua oppure un solvente organico. A seconda dello spessore di penetrazione attesa possono essere applicati a pennello (strato di pochi mm) oppure a pressione sottovuoto (trattamento industriale). Per strutture esistenti in alternativa all'applicazione a pennello si può ricorrere a trattamenti di fumigazione che prevedono l'impiego di vapori o gas (anidride solforosa, cianuri, bromuri).

4.6 Fabbricati precari

Nel panorama dell'estimo assicurativo sovente si presentano danni a fabbricati denominati "precari", ovvero a tipologie edilizie destinate alla copertura di grandi spazi espositivi, impianti sportivi e spazi aperti destinati a manifestazioni., per la loro caratteristica di non necessitare di sostegni intermedi. In generale si tratta di strutture snelle e leggere, realizzabili in tempi ed a costi contenuti. Il comune denominatore è rappresentato dal manto di copertura, realizzato in membrane tessili, tanto da poter

inquadrare tali opere nell'ambito della cosiddetta "architettura tessile". Si distinguono le seguenti tipologie strutturali:

- **Tensostrutture:** sono realizzate attraverso l'assemblaggio di componenti sottoposti prevalentemente a sollecitazione di trazione (membrana, funi in acciaio armonico). Il trasferimento del carico sul terreno avviene grazie ad elementi rigidi in legno lamellare, acciaio, calcestruzzo. Al fine di realizzare strutture stabili, la superficie delle membrane deve necessariamente essere a doppia curvatura, una convessa ed una concava. Dal punto di vista puramente matematico la forma è un paraboloide iperbolico, cioè la forma simile ad una sella, che si apprezza soprattutto nelle tensostrutture a vela.
- **Autoportanti** (sistemi struttura/involucro o tendo-strutture): sono caratterizzate da un'ossatura portante indipendente, con telo di copertura con pretensione trascurabile e non fondamentale ai fini del calcolo o della stabilità della struttura. La forma classica, che identifica le **tendostrutture**, è con copertura piana fissa a due falde (o a "capanna"), con tamponamenti laterali costituiti da teli di chiusura. Le **arcostrutture** in legno lamellare rappresentano le soluzioni di maggior pregio estetico, utilizzate soprattutto per impianti sportivi e teatri tenda. Le strutture **geodetiche** sono costituite da una membrana in tessuto, singola o doppia, appesa ai nodi di un traliccio con catene metalliche e dischi parastrappo, oppure sovrapposta al traliccio. La struttura metallica è composta da un traliccio spaziale, a maglia triangolare formato da profili tubolari in acciaio.
- **Presso strutture:** sono basate sul principio della sovra-pressione dell'aria interna rispetto a quella dell'ambiente, allo scopo di sostenere la membrana in PVC sono tecnicamente definite "pressostrutture"; il peso della struttura e i carichi esterni sono supportati dal volume dell'aria pressurizzata presente all'interno dell'involucro. In tali condizioni risultano di fondamentale importanza l'affidabilità delle saldature di unione permanentemente sollecitate, l'efficienza degli accessori quali le porte di ingresso girevoli, la tecnica delle macchine di ventilazione per una buona climatizzazione, la tecnologia di controllo della pressione interna che viene modulata per rispondere in tempo reale al cambiamento delle condizioni di carico esterne.

4.7 Edilizia sostenibile

I principi ispiratori dell'edilizia cosiddetta "sostenibile" (o bio-eco compatibile) affondano nell'architettura bioclimatica, nella bioedilizia e nell'architettura ecologica, contestualmente al concetto generale di sostenibilità nelle sue implicazioni etico-sociali.

L'**architettura bioclimatica** mira al raggiungimento di elevati standard qualitativi interni (comfort visivo, olfattivo, acustico, termo-igrometrico), nonché al risparmio energetico attraverso lo sfruttamento delle caratteristiche climatiche e microclimatiche, l'impiego di materiali certificati dal punto di vista energetico-ambientale e l'adozione di tecnologie bioclimatiche (sistemi di captazione passiva dell'energia solare, di raffrescamento passivo, tecnologie per sfruttamento attivo dell'energia solare, sistemi di illuminazione e ventilazione naturale).

La **bioedilizia** sposta l'attenzione dall'edificio agli utenti che lo abitano. Nasce in Germania negli anni settanta e mira a conseguire il benessere psico fisico degli utenti. Essa attribuisce un ruolo significativo per la salute umana alle forze elettromagnetiche naturali terrestri e cosmiche, al magnetismo terrestre, all'emissione di gas radon, alle emissioni nocive di sostanze, di materiali e prodotti artificiali, alla forma ed alla disposizione di spazi, alla luce naturale ai colori.

L'**architettura ecologica** (o eco-compatibile) si pone come obiettivi la tutela dell'ambiente a livello globale e locale, nonché la salubrità dell'ambiente interno.

Nella progettazione ecologica si rivolge particolare attenzione all'analisi energetica degli edifici, all'analisi del ciclo di vita dei materiali e dei componenti architettonici e tecnologici ed all'impiego di fonti energetiche alternative e materiali più salubri.

Le matrici concettuali dell'architettura sostenibile portano a scelte progettuali sostanzialmente differenti rispetto a quelle dettate dall'edilizia convenzionale.

Nel caso di realizzazione di nuovi edifici tali differenze possono essere esemplificate, secondo gli schemi riportati nelle tabelle che seguono (Figura 4-1, Figura 4-2).

Le esperienze mostrano che scelte progettuali aderenti al modello di edilizia sostenibile comportano un aggravio nei costi di costruzione nell'ordine del 15%. Pur tuttavia l'adozione dei principi dell'architettura bio-eco compatibile determinano un miglioramento dell'efficienza prestazionale dell'edificio con una riduzione dei costi di gestione e di manutenzione. Oltre a ciò si consegue un sostanziale incremento degli

standard qualitativi ed estetici del complesso edilizio che portano ad una meno accentuata curva di degrado del fabbricato per vetustà ed obsolescenza funzionale.

Figura 4-1 - tipiche soluzioni impiantistiche dell'edilizia bio-ecologica e di quella convenzionale

Edilizia bio-ecologica		Edilizia convenzionale	
Impianti	Note tecniche	Impianti	Note tecniche
<i>Impianto idrico</i>	L'impiego delle tubazioni in acciaio zincato o rame nell'impianto di distribuzione garantisce la qualità igienica dell'acqua potabile. L'uso d'acqua meteorica riduce il consumo dell'acqua potabile. Si adottano accorgimenti per il risparmio idrico	<i>Impianto idrico convenzionale</i>	La depolimerizzazione dei materiali plastici nel tempo rende inidoneo l'impiego di tali tubazioni nelle reti di adduzione dell'acqua potabile. L'impianto indifferenziato dell'acqua potabile costituisce uno spreco di risorse scarsamente disponibili
<i>Impianto termico</i>	L'impianto di riscaldamento è di tipo radiante a basse temperatura per migliorare il comfort termico. Per la produzione di acqua calda per uso igienico si impiegano impianti solari	<i>Impianto termico conforme alla vigente normativa **</i>	L'impianto termico prevede sistemi centralizzati, generatori di calore ad alto rendimento (a condensazione ed a temperatura scorrevole), distribuzione a zona, termoregolazione, contabilizzazione individuale del calore. Lo scaldacqua elettrico è un sistema altamente inefficiente dal punto di vista energetico
<i>Isolanti naturali di origine vegetale</i>	L'uso di disgiuntori di corrente per eliminare la tensione di rete e di cavi schermati genera un ambiente più salubre e favorisce il riposo notturno. Si impiegano impianti fotovoltaici	<i>Isolanti sintetici e di origine minerale</i>	L'impianto elettrico convenzionale mantiene in tensione la rete anche negli ambienti in cui non sono in funzione apparecchi elettrici generando campi elettrici di disturbo
** (L. 10/91 e D.P.R. 412/93; D.Lgs n. 192/2005, come modificato ed integrato dal D.Lgs. n. 311/2006 - <i>Certificazione energetica edifici</i> , per le nuove costruzioni la legislazione italiana prescrive il ricorso a fonti energetiche rinnovabili per la copertura di un'aliquota del fabbisogno energetico)			

Figura 4-2 - tipiche soluzioni tecnico-architettoniche dell'edilizia bio-ecologica e di quella convenzionale

Edilizia bio-ecologica		Edilizia convenzionale	
Elementi	Note tecniche	Elementi	Note tecniche
<i>Struttura portante in legno, muratura o cemento armato biologico</i>	Il cemento armato biologico non contiene additivi chimici e non impiega materie prime pericolose provenienti da altre lavorazioni, Impiega anche acciaio austenitico, o, in mancanza prevede la messa a terra delle armature per evitare la formazione di campi magnetici indotti	<i>Strutture in cemento armato ordinario o acciaio</i>	Il cemento impiegato per confezionare il calcestruzzo può contenere ceneri e scorie nocive. Si impiegano additivi polimerici non innocui per la salute umana. Le armature in acciaio ordinario convogliano le correnti vaganti ed alterano il campo elettromagnetico naturale
<i>Elementi naturali in bio-laterizio</i>	Il laterizio microporizzato a base di argilla e farina di legno migliora l'isolamento termo-acustico, l'inerzia termica e la permeabilità al vapore, creando ambienti più salubri e confortevoli	<i>Impiego di laterizi ordinari</i>	I laterizi comuni possono essere ottenuti da fanghi industriali pericolosi per la salute umana
<i>Isolanti naturali di origine vegetale</i>	I pannelli di sughero o fibra di legno costituiscono un'ottima protezione termica ed acustica e garantiscono la salubrità dell'ambiente interno	<i>Isolanti sintetici e di origine minerale</i>	I materiali a base di fibre minerali (lana di vetro o roccia) possono rilasciare microfibre pericolose. Gli isolamenti al polistirolo, poliuretano, ecc. diffondono emissioni nocive negli ambienti
<i>Malte, intonaci e pitture a base di calce naturale</i>	La calce naturale presenta una maggiore traspirabilità del cemento. La superiore elasticità riduce la formazione di fessurazioni in fase di asciugatura	<i>Malte ed intonaci cementizi a base di cemento e calci idrauliche ricavate dal cemento. Pitture sintetiche</i>	Per la salubrità del cemento valgono le stesse osservazioni fatte sopra. Le malte e gli intonaci cementiti sono poco traspiranti e flessibili; anche le pitture sintetiche impediscono la traspirazione
<i>Finiture naturali per legno e metallo</i>	Si impiegano vernici a base di acqua od oli vegetali e resine naturali	<i>Impiego di sostanze sintetiche</i>	Si impiegano solventi derivati dal petrolio, che inquinano in fase di produzione e degradano la qualità dell'aria
* I componenti edilizi devono soddisfare le prestazioni termiche previste dal D.Lgs n. 192/2005, come modificato ed integrato dal D.Lgs. n. 311/2006 (Certificazione energetica degli edifici)			

5. PARAMETRI INFLUENTI NELLA DETERMINAZIONE DEL DEGRADO

Le considerazioni fin ora svolte consentono di affrontare in maniera organica il problema della determinazione della percentuale di deprezzamento.

Nel capitolo 3, dedicato all'introduzione di concetti di estimo immobiliare, è stata illustrata la distinzione tra vetustà fisica ed obsolescenza funzionale, irreversibile la prima, reversibile per intero la seconda, seppur con l'introduzione di ipotesi semplificative.

La componente del valore complessivo dell'immobile, legata alle parti di fabbricato soggette a degrado irreversibile (strutture portanti, coperture, opere esterne, etc.) evolve negli anni (n) secondo la legge:

$$(1) (V_d)_{vetust\grave{a}} = 0,65 \cdot C_c \cdot \left\{ 1 - \frac{1}{100} \cdot \left[\frac{\left(\frac{n}{N_1} \cdot 100 + 20 \right)^2}{140} - 2,86 \right] \right\}, \text{ con } N_1 = 100 \text{ (vita utile del}$$

fabbricato). Il coefficiente 0,65 rappresenta la quota, rapportata al costo complessivo di costruzione (C_c) dei componenti del complesso edilizio soggetti a degrado irreversibile. **Tale coefficiente**, applicabile con buona approssimazione nel caso di edilizia residenziale, **deve essere oggetto di revisione critica in funzione delle specificità del caso** (per strutture alberghiere non supera il 50%! - cfr. Prezzi Tipologie Edilizie [3]).

La vita utile di un edificio viene definita in sede progettuale (usualmente viene assunta pari a 100 anni), **indipendentemente dalla tecnica costruttiva impiegata**.

Pertanto la funzione (1) ci consente di determinare empiricamente una prima componente del deprezzamento globale, che è indipendente dalle modalità costruttive o dagli altri fattori elencati nel testo di una generica polizza Incendio (stato di conservazione, grado di vetustà, ubicazione, destinazione d'uso, altre circostanze influenti).

Per quanto attiene l'obsolescenza funzionale sempre nel capitolo 3 è stato rappresentato come tale percentuale possa essere determinata attraverso un procedimento di "attualizzazione". Con l'impiego di funzioni di matematica finanziaria

si riporta all'epoca dell'analisi il costo complessivo per la ristrutturazione che dovrà essere sostenuto dopo \bar{n} anni.

Il costo complessivo viene "attualizzato" come rata annuale che dovrà essere accantonata dalla data della valutazione fino all'epoca della ristrutturazione, secondo il saggio di rendimento per capitali mobiliari (ad esempio 3%). La percentuale di degrado per obsolescenza discende dal rapporto tra tale rata ed il reddito annuale dell'immobile. Assumendo le ipotesi semplificative illustrate nel capitolo 3, è possibile affermare che la componente del valore complessivo dell'immobile, correlata alle parti di fabbricato soggette obsolescenza (impianti, opere di finitura) evolve negli anni (n) secondo la legge

$$(2) (V_d)_{obsolescenza} = 0,35 \cdot C_c \cdot \left\{ 1 - \frac{1}{100} \cdot \left[\frac{\left(\frac{n}{N_2} \cdot 100 + 20 \right)^2}{140} - 2,86 \right] \right\}, \text{ con } N_2 = 50 \text{ (numero di}$$

anni previsti per intervento di manutenzione straordinaria).

Il coefficiente 0,35 rappresenta la quota, rapportata al costo complessivo di costruzione (C_c) dei componenti del complesso edilizio soggetti a degrado reversibile.

Il metodo appena illustrato può essere generalizzato, **con il ricorso ad opportuni aggiustamenti**, che tengano conto delle specificità dell'oggetto di analisi.

Infatti, preso atto che la funzione di vetustà (1) dipende dalla sola vita di servizio attesa, si tratterà di determinare il deprezzamento per obsolescenza funzionale tenendo conto dell'incidenza di fattori quali:

- stato di conservazione;
- destinazione d'uso;
- ubicazione.

Concettualmente la procedura per determinare il degrado per obsolescenza funzionale si articola nel modo seguente: si riporta al momento della valutazione (attualizzazione) la rata da accantonare per un numero n di anni fino alla data prevista per l'interventi di manutenzione straordinaria. Il rapporto tra tale rata ed il rendimento annuo del fabbricato rappresenta la percentuale ricercata.

5.1 Stato di conservazione

Un pessimo stato di conservazione del fabbricato, che riguarda non solo impianti e finiture ma anche parti dell'immobile destinate a lunga durata (elementi strutturali, coperture), si riflette sul costo complessivo per interventi di manutenzione straordinaria.

Infatti una cospicua quota della spesa prevista dovrà essere accantonata per gli interventi che si rendono necessari per riportare il fabbricato alla vita di servizio attesa. Nel capitolo 3, è stato illustrato l'esempio di un edificio residenziale, per cui i costi di manutenzione straordinaria vengono oggi valutati nell'ordine di 500-700 €/mq. E' di tutta evidenza che tali costi potrebbero lievitare se per riportare l'edificio alla vita utile attesa si rendessero necessari interventi di rinforzo strutturale o di restauro conservativo. L'incidenza potrebbe poi essere amplificata dalla tecnica costruttiva impiegata e dalla severità del degrado.

In strutture monolitiche, come quelle in cemento armato, la necessità di sostituire elementi portanti si rivela certamente più onerosa rispetto a strutture costituite con elevato grado di prefabbricazione (acciaio, legno).

5.2 Destinazione d'uso

Anche la destinazione d'uso incide sensibilmente sul degrado per obsolescenza funzionale.

In relazione a tale parametro potrebbe variare l'entità degli investimenti necessari per recuperare il deprezzamento per obsolescenza, e nel contempo potrebbe accelerarsi il processo stesso di decadimento, con accorciamento del periodo previsto per l'intervento di manutenzione.

Fabbricati destinati a strutture ricettive o commerciali senz'altro registrano un degrado per obsolescenza più significativo rispetto a fabbricati ad uso industriale o residenziale.

5.3 Ubicazione ed altre circostanze influenti

E' stato affermato che il degrado per obsolescenza funzionale discende dal rapporto tra rata da accantonare per interventi di manutenzione straordinaria e rendimento annuale dell'immobile.

L'ubicazione del fabbricato incide sensibilmente su entrambi i termini del rapporto.

Il rendimento di un fabbricato varierà sensibilmente se l'immobile risulta costruito nel centro storico oppure in periferia. Nel primo caso si registrerà, in termini percentuali, un degrado per obsolescenza funzionale inferiore.

Nel contempo un immobile ubicato in un'area caratterizzata da elevata aggressività ambientale (inquinamento atmosferico, condizioni meteo climatiche, vicinanza al mare, etc), sarà soggetto a costi per manutenzione straordinaria di entità maggiore.

In ogni analisi non vanno poi tralasciate tutte le circostanze che possano riflettersi in una variazione del deprezzamento.

Nelle lezioni di ingegneria delle assicurazioni tenute negli anni Settanta presso il Politecnico di Milano dall'ing. Mario Arnaldi, veniva illustrato l'esempio di un'azienda agricola che, a seguito della costruzione di un'autostrada, risultava scissa in due entità distinte, con grave limitazione delle potenzialità imprenditoriali.

In tale circostanza appare chiaro che il rendimento degli immobili dell'azienda avrebbe subito una drastica diminuzione mentre la rata da accantonare per opere di manutenzione straordinaria sarebbe verosimilmente aumentata. Di conseguenza si sarebbe verificato un significativo aumento del deprezzamento per obsolescenza funzionale.

Tali ragionamenti chiariscono le premesse su cui si fonda la correlazione tra deprezzamento di un fabbricato e "valore di conservazione" o "di assicurazione".

6. UN ESEMPIO CONCLUSIVO

Si ritiene istruttivo concludere la trattazione con l'illustrazione di un caso esemplare.

L'oggetto della nostra analisi è un fabbricato ad uso uffici che si sviluppa su una superficie utile di 500 mq.

L'immobile è caratterizzato da un rendimento annuo di € 30.000,00 (A) e risulta progettato per una vita di servizio attesa di 100 anni.

Il costo iniziale della costruzione si attestava su € 500.000,00 (C_0).

L'analisi è condotta a trenta anni dalla costruzione dell'immobile.

Il fabbricato propone un pessimo stato di manutenzione con interessamento di elementi strutturali: carbonatazione con distacco di copri ferro delle corree marca piano in c.a.

Tale situazione comporta la necessità di anticipare la ristrutturazione dello stabile (da 50 a 40 anni) ed un aggravio di costi del 20% rispetto all'importo stimabile per sole finiture ed impianti (si passa da € 250.000 ad € 300.000).

Il valore dell'immobile (V_d) è dato dalla somma della componente legata alla vetustà fisica e di quella connessa all'obsolescenza funzionale, secondo l'espressione:

$$V_d = (V_d)_{\text{vetustà}} + (V_d)_{\text{obsolescenza}}$$

Per determinare il primo addendo si ricorre alla formula :

$$0,65 \cdot C_c \cdot \left\{ 1 - \frac{1}{100} \cdot \left[\frac{\left(\frac{n}{N_1} \cdot 100 + 20 \right)^2}{140} \right] - 2,86 \right\}$$

Svolgendo i calcoli risulta $(V_d)_{\text{vetustà}} = \mathbf{€ 276.500,00}$.

Il costo attualizzato per gli interventi di manutenzione straordinaria si determina con la

formula $C_0 = \frac{C_n}{(1+i)^n}$ ($C_n = € 300.000,00$, $i=0,03$, $n=10$) ed è pari ad € 223.228,26.

La rata annuale da accantonare per i prossimi 10 anni risulta dalla formula

$$R = \frac{C_0}{\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n \cdot i}}$$
 ed è pari ad € 26.169,15.

Pertanto il valore deprezzato dell'immobile concernenti le sole parti soggette a degrado reversibile discende dall'espressione: $(V_d)_{obsolescenza} = 0,35 \cdot \left(1 - \frac{R}{A}\right) \cdot C_c$.

Svolgendo i calcoli risulta $(V_d)_{obsolescenza} = \mathbf{€22.350,00}$.

In conclusione il valore del fabbricato deprezzato è valutabile in € 298.850,00 da cui consegue che la percentuale di deprezzamento potrà essere stimata nell'ordine del 40%, di cui circa il 7% riconducibile ad obsolescenza funzionale.

In altri casi l'incidenza di fattori quali destinazione d'uso ed ubicazione potrebbero spostare sensibilmente il peso di tale addendo.

7. NOTE BIBLIOGRAFICHE

- [1] BERTOLINI L.. – “Materiali da costruzione” - Volumi I e II – Città Studi Edizioni/De Agostini Scuola– Novara – 2006
- [2] CASTELLO G. – “Manuale del consulente tecnico” – Dario Flaccovio – Palermo – 2003
- [3] COLLEGIO DEGLI INGEGNERI E ARCHITETTI DI MILANO – “Prezzi Tipologie Edilizie” – Milano - 2007
- [4] DI GIULIO ROBERTO – “Manuale di manutenzione edilizia” – Maggioli – Rimini – 2007
- [5] GRANATA M.F. – “Economia Eco-Sistemistica ed efficienza bio-architettonica della città” – Franco Angeli – Milano – 2008
- [6] IRSA – “Manuale di tecnica delle assicurazioni” – Giuffrè Editore – Milano – 2002
- [7] MARTINUZZI M. – “I danni su polizze incendio rischi industriali – La copertura assicurativa” – Corso avanzato “Loss Adjustment Advanced” – a.a. 2008
- [8] NESTLE H. – “Manuale pratico dell’edilizia” – Esselibri – Napoli – 2007
- [9] NUOVO COLOMBO – “Manuale Dell’Ingegnere” – volume primo - 2003 - 84esima edizione – HOEPLI
- [10] TORRICELLI M.C., DEL NORD R., FELLI P. – “Materiali e tipologie dell’architettura”- G. Laterza – Roma-Bari – 2007
- [11] TUBI NORBERTO – “Rilevamenti dello stato e tecniche degli interventi di ripristino negli edifici” – Maggioli – Rimini – 2007
- [12] TUROLA G. – “Manuale di estimo immobiliare” – Il Sole 24 Ore – Milano - 2008
- [13] VALLE M. – “I principi generali di estimo assicurativo” – Corso avanzato “Loss Adjustment Basic” – a.a. 2005/2006
- [14] VALLE M. – “L’istituto della perizia assicurativa” – Corso avanzato “Loss Adjustment Advanced” – a.a. 2008
- [15] www.architetturatessile.polimi.it (fabbricati precari)
- [16] <http://www.technica.net/NT/Applicazioni/civile.htm> (fabbricati precari)
- [17] Regolamento di attuaz. Legge reg.le Lazio 12.9.02