



Comune di **PALAU**

Provincia di Sassari - Zona Omogenea Olbia - Tempio

Sindaco: Francesco Giuseppe Manna

***Piano straordinario di Edilizia Scolastica Iscol@,
Programma asse I - Scuole del nuovo Millennio -
Ampliamento in sopraelevazione con riqualificazione energetica e
funzionale della scuola primaria di Palau sita in Via Incrociatore Trieste***

Responsabile del Procedimento: Arch. Giovanni Tiveddu



**Progetto di FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
Piano di gestione e manutenzione dell'opera**



**Progettazione:
OFFICINE 18**

Società di ingegneria
via Alagon 8, 09123, Cagliari (CA)
info@officinediciotto.it

**Arch. Mattia Giuseppe Barranca
Arch. Leonardo Scalas**

revisione	data	codice elaborato
00	01/02/2023	PFTE_EF_04

RELAZIONE SULLA SOSTENIBILITÀ DEI COSTI E DELLA MANUTENZIONE

Premesse metodologiche

Lo studio della sostenibilità delle scelte progettuali, anche alla luce delle politiche di gestione e manutenzione delle componenti edilizie ed impiantistiche, ha seguito un percorso rigoroso concernente le seguenti tematiche:

- *analisi delle strutture esistenti*: il progetto ha tratto spunto dall'analisi dagli edifici esistenti e dalle connessioni con essi, adattando le tecnologie contemporanee alle specificità dei luoghi e delle architetture;
- *analisi delle tipologie edilizie correnti*: il progetto è stato preceduto dall'analisi delle tipologie edilizie contemporanee inerenti l'edilizia scolastica, frutto dell'esame di diverse casistiche internazionali, e dalle connessioni che si ingenerano tra le funzioni interne del corpo edilizio. Presa conoscenza dei dati ufficiali e delle informazioni accessibili, è stata attuata una metodologia di classificazione, basandosi su caratteristiche note, quali la tipologia, i materiali utilizzati, la localizzazione, l'esposizione degli ambienti, l'anno di costruzione, ecc.

Si è definito una numerosità di dati, utilizzati per calibrare l'analisi sull'insieme oggetto di studio. In tal modo sono stati desunti, a livello parametrico, le principali caratteristiche energetiche e quindi gli interventi migliorativi ipotizzabili rispetto alle premesse del DPP;

- *innovazione a livello di progettazione*: l'indagine è stata svolta sia sul versante energetico sia su quello ambientale, secondo la metodologia dell'LCA (Life Cycle Assessment);
- *innovazione a livello di materiali*: le scelte progettuali dei materiali è stata orientata da elementi quali: riciclabilità, ecologia, igiene interna, comfort ambientale e microclimatico, durabilità, ecc.;
- *innovazione a livello di componenti e sistemi impiantistici*: sulla gamma degli interventi possibili (ormai amplissima): cogenerazione/trigenerazione, pompe di calore, fotovoltaico, idrogeno, pavimenti/soffitti/pareti radianti, pareti ventilate, "doppia pelle", sistemi di illuminazione ad alta efficienza, accumuli notturni di caldo e freddo, si è ragionato in termini di integrazione di diverse ed

efficienti tecnologie (led, gestione automatizzata del riscaldamento e utilizzo di pannelli radianti, ventilazione meccanica con recupero di calore, introduzione di soluzioni solari termiche nella gestione del calore, funzionamento passivo dell'involucro, soluzioni fotovoltaiche, etc);

- *innovazione a livello di sistemi di controllo e gestione*: sono stati introdotti sistemi in grado di gestire e contabilizzare i sistemi energetici attivi, relazionando ogni componente tecnologica all'uso della struttura;
- *implicazioni nel rapporto con l'utenza*: si è condotta un'indagine finalizzata a qualificare la produttività dell'investimento e la minimizzazione dei costi di gestione, ricercando soluzioni atte a recuperare risorse energetiche, a fronte di risparmi accertabili per il miglioramento delle condizioni di utilizzo della scuola;
- *aspetti economici e finanziari*: stante l'obiettivo preposto, l'analisi costi/benefici, sviluppata tenendo conto di tutti i fattori (non solo di quelli direttamente quantificabili) e vincolo ineludibile anche fissato dal bando, ha governato le varie scelte del progetto, rigettando soluzioni integrali e non ottimali anche dal punto di vista economico, a fronte di accorgimenti maggiormente mirati (ad esempio il miglioramento dell'involucro solo nelle facciate effettivamente più penalizzate dall'esposizione).

Lo studio si è dunque sviluppato parallelamente alla redazione del progetto e secondo le seguenti fasi:

- *Fase 1*: sintesi dello stato dell'arte sulle tematiche suddette;
- *Fase 2*: definizione di opportune scelte progettuali relative ai diversi tipi di intervento e scelta componentistica, tecnologica, gestionale;
- *Fase 3*: sviluppo del progetto.

Innovazione a Livello di Progettazione

Si sono messe in moto ormai da diversi anni sperimentazioni, legislazioni, dialoghi operativi con le istituzioni comunali, provinciali e regionali, che hanno prodotto prassi e soluzioni tecniche appositamente elaborate ed adeguati alle tematiche di eco-compatibilità, in termini ritenuti i più opportuni per le singole realtà locali.

Si è optato, in via preliminare, di effettuare analisi sugli interventi architettonici miranti al risparmio energetico già realizzati nel campo dell'edilizia scolastica e di altre realtà edilizie (residenze, sedi comunali, ecc.),

comprovati da sperimentazioni in atto pubblicate nella letteratura specifica o rintracciabili tramite ricerche in rete ed esperienze dirette, oltre che facendo riferimento alla nutrita letteratura scientifica di settore.

Tali soluzioni non sono state valutate come semplice elencazione di possibilità tecnologiche (antologia dei materiali da costruzione innovativi e tecnologie per il risparmio energetico), ma rapportate alla realtà regionale e locale, tramite specifici criteri e parametri.

Analisi delle normative e della legislazione internazionale, nazionale, regionale in vigore

Oltre alla ricerca di riferimenti progettuali e buone pratiche la progettazione è stata preceduta da una puntuale ricerca finalizzata all'identificazione dei requisiti minimi relativi al risparmio energetico e alla certificazione energetica degli edifici da rispettare, oltre che alla individuazione delle caratteristiche principali, in termini di prestazioni minime richieste, per i componenti, i materiali, i sistemi e gli impianti.

Indagine sui riferimenti tecnici internazionali, nazionali, regionali

Al fine di trarre indicazioni da utilizzare nella definizione delle soluzioni da seguire nella progettazione, oltre alle norme canoniche, sono stati analizzati manuali e documenti di norme volontarie, quali il Protocollo ITACA e quello CASACLIMA, un'ottima base di partenza per definire e strutturare il processo di progettazione di un edificio, che risponda a precisi requisiti di risparmio energetico. In particolare il Protocollo ITACA e CASACLIMA sono stati utili, con differenti modalità, per:

- definire i principi, da seguire nella progettazione e le attività che devono precedere la fase di progettazione vera e propria (ad esempio l'analisi del sito e dell'esistente);
- definire le analisi e i calcoli aggiuntivi, da eseguire per verificare il raggiungimento degli obiettivi prefissati;
- definire criteri qualitativi e quantitativi, per eseguire la certificazione energetica dell'edificio, identificare i parametri caratteristici dei materiali più rilevanti dal punto di vista del risparmio energetico da utilizzare nella progettazione;
- identificare gli aspetti più rilevanti dal punto di vista del risparmio energetico, da considerare nella fase di progettazione.

Innovazione a Livello di Materiali

L'indagine relativa alla scelta dei materiali è stata orientata da diversi elementi criteri: riciclabilità, ecologia, igiene interna, comfort ambientale e microclimatico, durabilità, ecc. Tale indagine ha evidentemente carattere preliminare ad ogni ipotesi operativa e si è sviluppata in: indagine sulle banche dati esistenti e sugli studi di settore (Piattaforma Europea, CasaClima, ecc); definizione di un elenco tipo dei dati tecnici ed economici e delle modalità di reperimento delle informazioni.

Innovazione a Livello di Componenti e Sistemi Impiantistici

Si è esaminata una panoramica delle soluzioni tecniche a livello di componenti e impianti, innovative dal punto di vista dell'impatto ambientale e del risparmio energetico, corredata da indagine sulla gamma degli interventi possibili e da panoramica dell'impiantistica innovativa.

La scelta che consente particolari risparmi in esercizio è rappresentata dalla soluzione di climatizzazione con pannelli radianti che, combinata alle altre soluzioni impiantistiche (automatizzazione di processo e integrazione solare), consente riduzioni dei consumi standard anche del 40%.

Innovazione a Livello di Sistemi di Controllo e Gestione

Ci si è proposti di effettuare un'indagine su strumentazione elettronica ed informatica di controllo e gestione, sulla panoramica dei sistemi di gestione innovativi con qualificazione dell'efficienza e dell'efficacia degli stessi, da un punto di vista energetico ed ambientale, tramite opportuni indicatori, sui criteri di selezione e di supporto alle decisioni, nella scelta dei sistemi di controllo e gestione. Casi studio sono stati prodotti a supporto della ricerca. Tale indagine, sulla strumentazione elettronica e informatica di controllo e gestione oggi disponibile, ha analizzato le potenzialità e le modalità di utilizzo sia in impianti esistenti sia su nuovi impianti. Ci si è proposti inoltre di percorrere la soluzione di due soluzioni di climatizzazione differenziate, una per gli impianti sportivi e l'area amministrativa ed una per l'area didattica, per efficientare le fasi di controllo e gestione.

Implicazioni nel Rapporto con l'Utenza

Ci si è proposti di condurre un'indagine mirata sull'efficacia dell'investimento e del costo di gestione (richiesto alla dirigenza scolastica ed all'Amministrazione appaltante), al fine di evitare che punti di vista particolari diventino ostacolo all'obiettivo generale del risparmio energetico e della qualità ambientale, ricercando soluzioni atte a recuperare risorse, a fronte di risparmi accertati (magari maggiori delle risorse recuperate) con corrette pratiche dell'utenza.

Durabilità dei componenti edilizi

Per ognuna delle componenti edilizie è stato determinato con un sufficiente grado di approssimazione la durata di vita utile, obiettivo non sempre facile da raggiungere, dal momento che sono diversi i parametri che entrano in gioco nel bilancio complessivo; certo è che la buona qualità dei materiali da costruzione riveste sicuramente un importante ruolo, classificandosi come una garanzia di risparmio economico nel tempo, in grado di ridurre eventuali costi di manutenzione o sostituzione per elementi ammalorati di posa relativamente recente rispetto alla vita del fabbricato.

La durabilità dei componenti edilizi infatti è un fattore talmente sensibile, da essere oggetto di una specifica norma UNI 11156, *"Valutazione della durabilità dei componenti edilizi"*, la quale indica il comportamento nel tempo dei componenti edilizi quando sottoposti all'influenza degli agenti specifici previsti nella fase di esercizio.

Recependo alcuni aspetti della direttiva ISO 15686 *"Buildings and constructed assets. Service life planning"*, quadro generale a livello internazionale in merito alla valutazione della vita utile di un edificio, la UNI 11156 definisce la vita utile del singolo componente (*Service life*) come *il periodo di tempo che intercorre tra la prima posa e il momento in cui l'elemento tecnico non è più in grado di garantire i livelli prestazionali richieste, considerando un livello di manutenzione minimo durante il periodo di uso e gestione dell'organismo edilizio*.

Nello specifico ambito di questo studio, l'obiettivo principale è stato quello di garantire un funzionamento costante delle caratteristiche prestazionali dell'involucro ovvero, come facilmente immaginabile, di prolungare nel tempo i vantaggi del contenimento energetico previsto in fase di progettazione.

Principali scelte progettuali

Finestrature bassoemissive

L'aerazione normalmente immaginata nelle strutture scolastiche è quella attuata tramite l'apertura delle finestre. Una tale ventilazione, oltre che risultare totalmente affidata al comportamento dell'utenza, provoca una dispersione di calore significativa, che nell'ambito dei nuovi regimi di contenimento energetico può essere controllata. Nelle scuole convenzionali tale dispersione corrisponde all'incirca alla meta del contributo energetico delle perdite subite, alle quali vengono sottratti gli apporti solari diretti, mentre negli edifici con involucro dotato di una buona coibentazione, essa risulta circa uguale al valore globale di trasmissione totale del calore. Per questa ragione ad esempio il protocollo MINERGIE propone correttamente di considerare come una costante di intervento la realizzazione di un impianto di ventilazione con recupero di calore, come effettivamente previsto in progetto.

In seguito a queste considerazioni è importante considerare le caratteristiche del sistema di riscaldamento e ventilazione (meccanica centralizzata per gli ambienti collettivi), per cui sono state decisive sia le condizioni generali esistenti del fabbricato sia le esigenze manifestate dal committente.

Il progetto prevede dunque la combinazione di interventi di previsione di infissi esterni altamente performanti (soluzioni con doppio/triplo vetro e profilo basso-emissivo in alluminio) e l'inserimento di ventilazione meccanica controllata ambiente per ambiente, con particolare attenzione a quelli con grande presenza di utenti. Dall'analisi degli indici complessivi di dispersione dell'intero edificio tale soluzione garantisce minori consumi per riscaldamento pari almeno al 25%.

Isolamento dell'involucro

Per realizzare un buon isolamento dell'involucro degli edifici, la tecnica del rivestimento esterno a cappotto per le pareti opache, presenta molti aspetti positivi. Per le poche parti nuove si è optato per la tecnica delle mutature laterizie alveolari miste a legno e cappotto esterno. Esso non richiede una camera d'aria e si può quindi eseguire direttamente sui paramenti murari con rapidità esecutiva e possibilità di costante ispezione e

manutenzione. L'intervento che ne deriva, nel caso di rilevanti spessori di isolante, garantisce in climi come quelli del sito di progetto importante contenimento delle risorse energetiche all'interno del fabbricato.

Per l'esecuzione in cantiere vengono usati molti i tipi di isolante normalmente posabile sotto forma di pannello rigido di adeguata consistenza. Per le norme nazionali in vigore negli anni '90 lo strato isolante doveva essere di circa 3-4 cm, mentre ora, per rientrare nei limiti di legge vigenti anche in Sardegna, occorre considerare spessori maggiori, come rinvenibile nelle voci di computo. La finitura dello strato isolante viene realizzata normalmente con un "rasante" (previa applicazione di una rete di ancoraggio) che sostituisce il tradizionale intonaco. Nella fattispecie è prevista la posa di pannelli in fibra naturale, dunque dalla elevata sostenibilità ambientale, per uno spessore di 8/10 cm.

L'introduzione del cappotto, per quanto proviene sempre dall'analisi degli indici complessivi di dispersione dell'intero edificio, garantisce ulteriori minori consumi per riscaldamento pari almeno al 12%.

Soluzioni Impiantistiche termiche

Le scelte progettuali hanno previsto un intervento articolato, con pompe di calore, pannelli radianti, ventilazione meccanica con recupero di calore, oltre ad una spinta automazione che interessa le linee di distribuzione ed i terminali di emissione con l'introduzione di valvole termostatiche a gestione elettronica che consentono anche localmente la limitazione dei consumi, con risparmi sulle parti energetiche attive anche del 20%.

Cautelativamente, dunque, combinando la ventilazione con recupero di calore, l'automazione spinta e l'abbinamento con sistemi solari si può ipotizzare un risparmio energetico complessivo rispetto ai sistemi tradizionali anche del 40%.

Produzione di acqua calda sanitaria

L'Italia offre condizioni meteorologiche favorevoli per l'utilizzo dell'energia solare, che in genere viene utilizzata per la produzione di acqua calda sanitaria. Nella fattispecie è stato dunque previsto un impianto solare termico, che come sopra detto contribuisce anche al circuito riscaldamento.

A queste condizioni un impianto standard consente di risparmiare fino al 50-80% per la preparazione di acqua calda sanitaria rispetto alle soluzioni elettriche e il 20-40% rispetto alle soluzioni standard. Ricordando che attualmente la produzione di ACS assorbe il 12% dell'energia consumata nel settore scolastico, si comprende quanto prevedere l'installazione di tale sistema garantisce una significativa riduzione dei consumi energetici oltre che un indiscusso vantaggio ambientale.

Soluzioni domotiche

La domotica consente innanzitutto la previsione di un sistema impiantistico adattabile sia alle persone normali che a quelle diversamente abili, tema particolarmente caro nella progettazione di strutture scolastiche. Dal punto di vista energetico ed ambientale comporta inoltre innumerevoli vantaggi quali:

- comfort: è possibile compiere molte operazioni soltanto con un comando, dato anche a distanza, in qualunque punto della struttura scolastica;
- sicurezza: consente di attivare e controllare i sistemi di videosorveglianza e di anti-effrazione, controllare da lontano gli utenti della struttura, tenere sotto controllo situazioni di pericolo come fuoriuscite di gas o allagamenti, tramite segnalazioni di avvertimento, eventualmente anche inviate a postazioni esterne;
- risparmio energetico: spegnere gli utilizzatori impiantistici quando non servono, regolare automaticamente la temperatura abbassando anche localmente la climatizzazione quando non serve, sono piccole operazioni che, se ripetute e coordinate, permettono di risparmiare ingenti quantità di energia, nonché di salvaguardare maggiormente l'ambiente per la riduzione delle emissioni.

Sostenibilità delle soluzioni strutturali

Le strutture sono state oggetto di pesante irrobustimento, sia per garantire i valori minimi di vulnerabilità sismica, sia affinché il degrado nel corso della loro vita nominale, con manutenzione ordinaria, non pregiudichi le prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle suddette norme. La protezione contro l'eccessivo degrado è ottenuta con un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'utilizzo, ove necessario, con riferimento alle previste condizioni

ambientali, dell'applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi (delle strutture in acciaio e delle pannellature a secco), nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

Per garantire la durabilità della struttura sono stati presi in considerazioni opportuni stati limite di esercizio (SLE) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà essere utilizzata limitando sia gli stati tensionali che, nel caso delle opere in calcestruzzo, l'ampiezza delle fessure.

È stata posta adeguata cura nelle previsioni sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura prevedendo tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono stati previsti in coerenza con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione il Direttore dei Lavori dovrà però ad implementare severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" DM 17/01/2018 e relative Istruzioni. La struttura a collaudo dovrà essere conforme alle tolleranze dimensionali prescritte, inoltre relativamente alle prestazioni attese esse dovranno essere quelle di cui citato decreto.

COSTI DI MANUTENZIONE DELL'EDIFICIO

Premesse metodologiche

Il controllo economico della manutenzione può essere considerato funzione delle strategie di gestione ed uso della struttura. Le decisioni di intervento possono articolarsi in:

- nessuna manutenzione;
- manutenzione riparativa;
- manutenzione preventiva;
- manutenzione sostitutiva;
- adeguamento per obsolescenza tecnologica e/o normativa;
- adeguamento per obsolescenza funzionale (riqualificazione);
- demolizione e ricostruzione.

La scelta fra azioni alternative è determinata dal confronto fra:

- costi da sostenere;
- mantenimento delle prestazioni conseguenza del costo sostenuto;
- incremento dei costi di gestione per il mancato intervento.

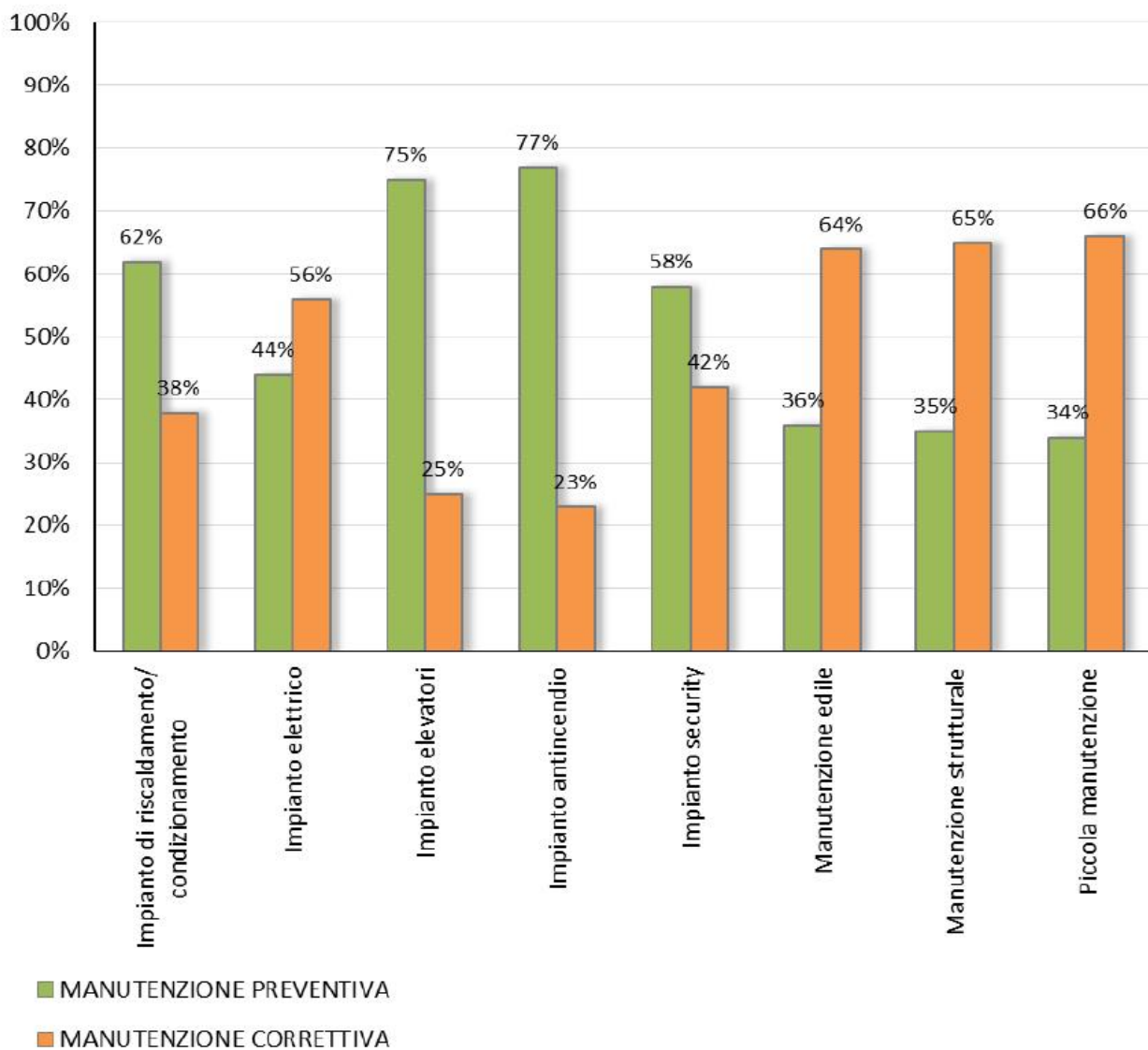
In senso generale la decisione di un "intervento" comporta un mantenimento delle caratteristiche (prestazioni) di un sistema, questo lo rende più urgente quanto più evidente è il rischio che ne deriva dall'uso della struttura in assenza di intervento.

Inoltre le strategie manutentive verranno modificate nel tempo, grazie a un processo di feed back. Infatti negli anni si potranno raccogliere dati sempre più precisi sui componenti specifici dell'immobile soggetto a manutenzione, così da poter dedurre attraverso analisi il reale comportamento nel contesto in cui si trovano e poter intraprendere le strategie manutentive più adeguate. Tali informazioni poi verranno utilizzate per correggere e migliorare il piano di manutenzione precedentemente realizzato.

In Italia, tuttavia, la maggior parte degli interventi manutentivi, come mostrato dal grafico sottostante, seguono una strategia a guasto. Questo indica che nel nostro paese la cultura manutentiva come prevenzione

dei guasti e strumento per allungare la vita utile dei componenti non è ancora stata ben “digerita ed assimilata”.

Questa mancanza di assimilazione emerge soprattutto nel campo edile dove ancora nel 64% dei casi si fa ricorso a strategie correttive dei guasti e non preventive. Risulta invece meno carente per quanto riguarda i campi impiantistici, dove le percentuali di interventi preventivi sono molto maggiori di quelle a guasto avvenuto. Fanno eccezione solo gli impianti elettrici.

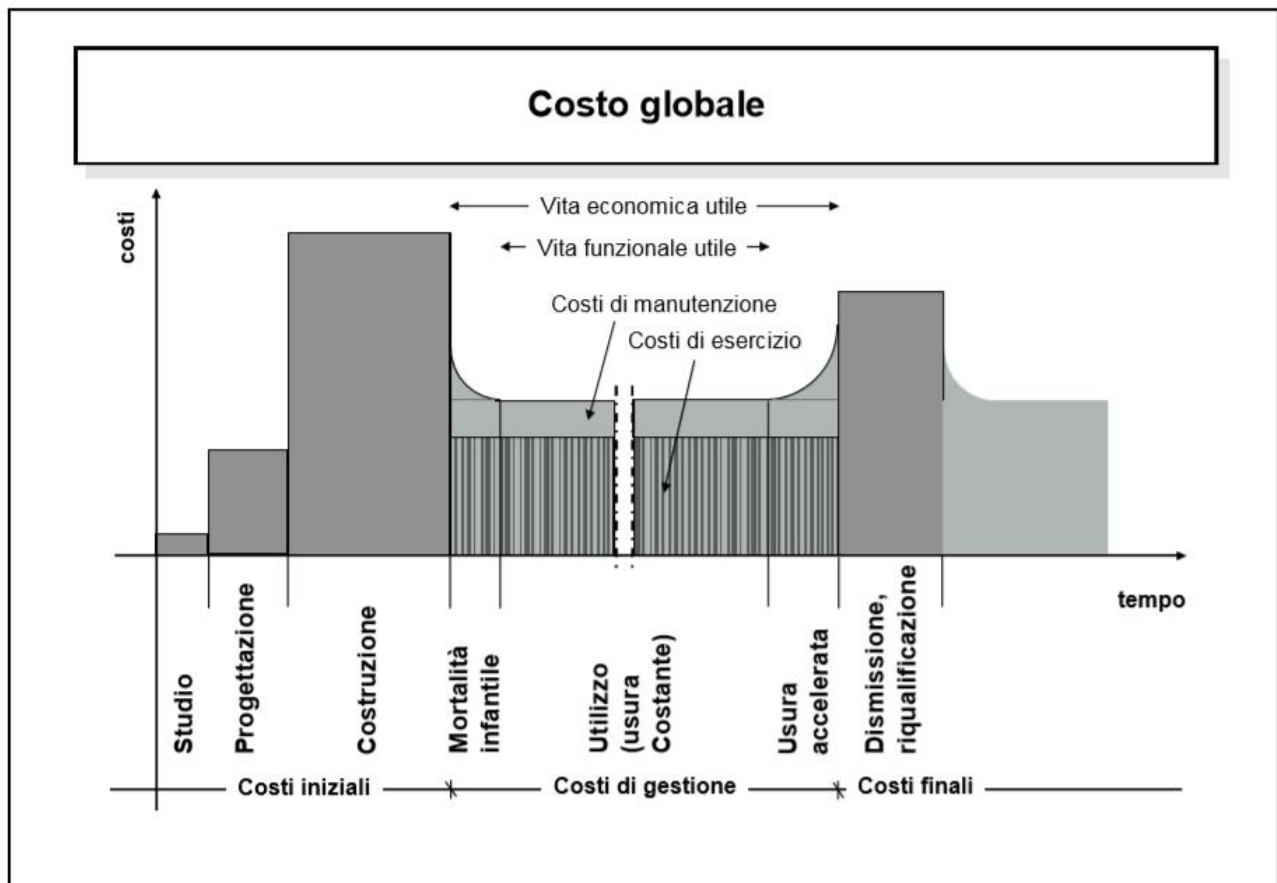


Costo globale di un edificio

Il costo globale di un edificio è dato da un insieme di costi:

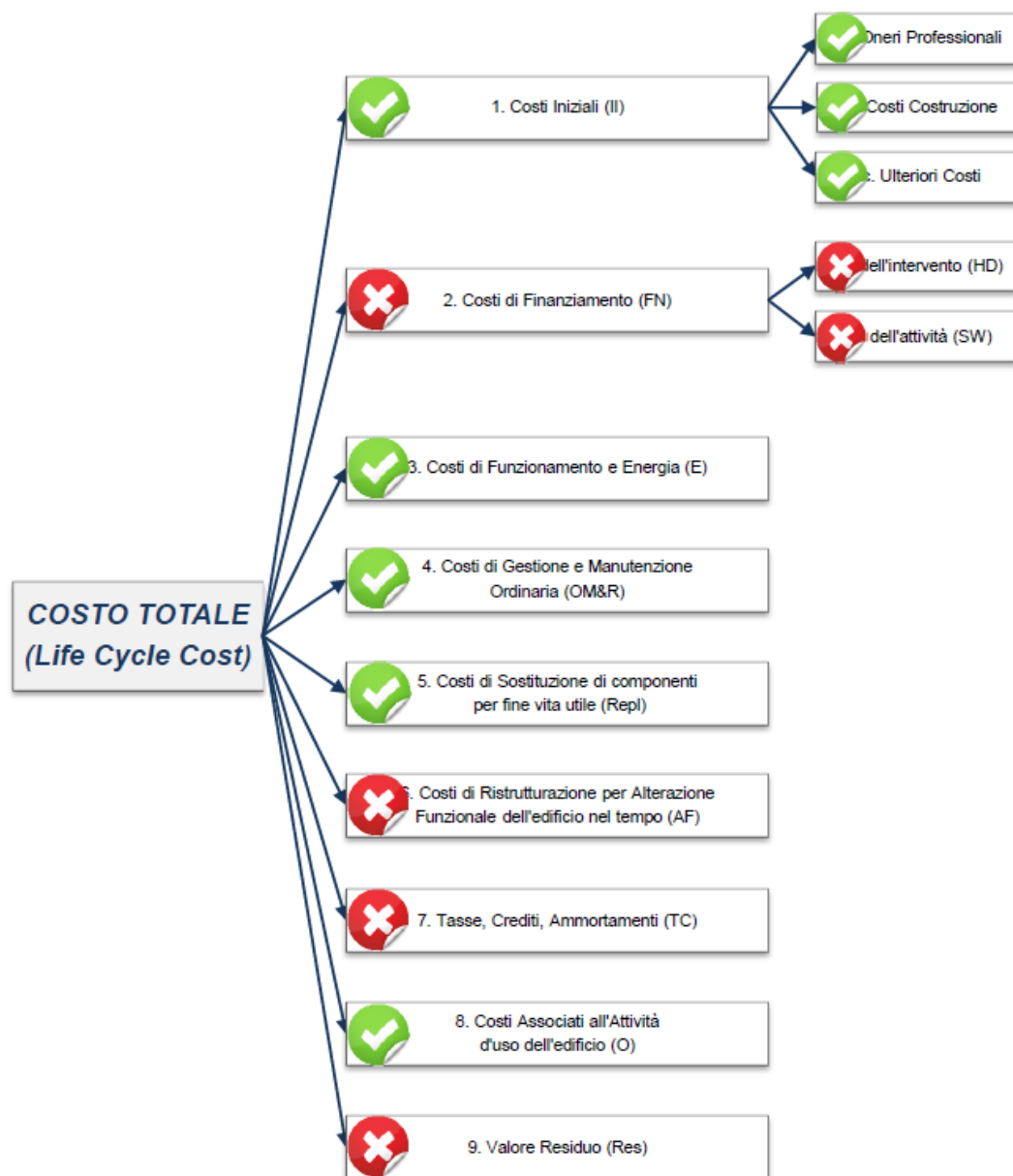
- costi iniziali:
 - costi di studio;
 - costi di progettazione;
 - costi di costruzione;
- costi di utilizzazione:
 - costi di funzionamento o di esercizio:
 - approvvigionamenti e smaltimenti energetico, idrico, elettrico etc;
 - amministrativi per l'immobile;
 - conduzione impiantistica;
 - oneri fiscali, assicurazioni etc;
- costi di manutenzione;
- costi finali:
 - ristrutturazione globale dell'edificio (continuità di gestione);
 - dismissione (smontaggio e demolizione) e ricostruzione dell'edificio (generalmente cambio di proprietà o uso);
 - vendita dell'immobile o del terreno "nudo" a demolizione ultimata (cambio di proprietà).

Come risulta ben illustrato dal seguente grafico i costi iniziali di progettazione e costruzione rappresentano una semplice e ridotta parte dei costi collegati ad un'opera, che deve essere dunque concepita in relazione ai costi di gestione e manutenzione più che a quelli di costruzione. Si determina in questo modo la vita utile del bene, nell'arco della quale sono concentrati i costi relativi all'utilizzo dello stesso ed alla manutenzione delle componenti edilizie ed impiantistiche.



Idealmente a maggiore costo di costruzione dovrebbe corrispondere un minor costo di gestione e manutenzione, e viceversa ad un basso investimento iniziale maggiori costi nel corso di vita del bene. Con questa ottica dunque, maggiori sono i costi iniziali, minori sono i costi di gestione, e di conseguenza anche maggiore è la vita utile, come sopra definita.

In forma più estesa si riportano a seguire i costi globali degli oggetti edilizi, evidenziando in verde quelli maggiormente attinenti per l'edilizia pubblica, ovvero escludendo costi più a carattere imprenditoriale (fiscali e di valore residuo) più attinenti all'edilizia privata.

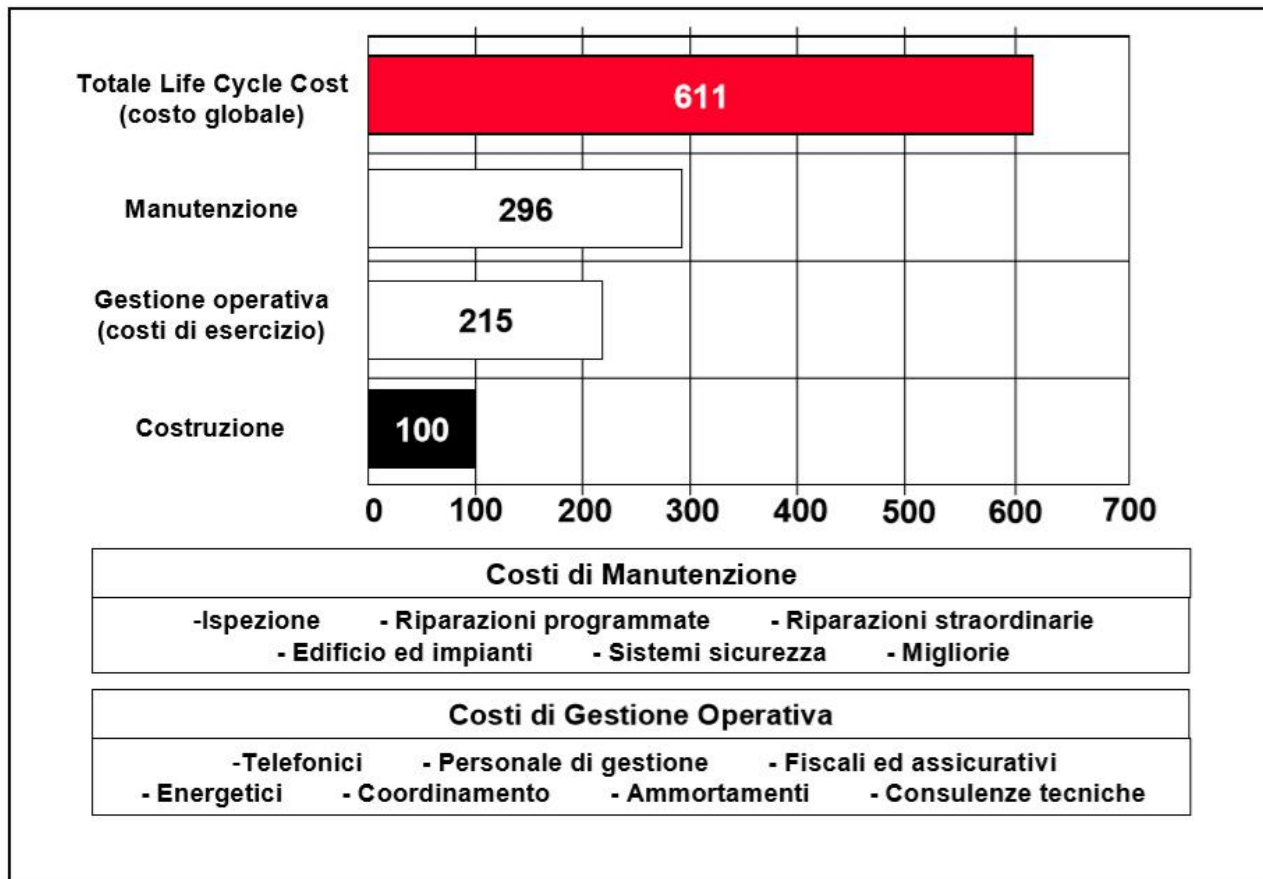


Costi di manutenzione dell'edificio scolastico di progetto

Come detto il costo globale di un edificio è dato da un insieme di costi, che possono essere riassunti numericamente dal seguente grafico, desunto dall'analisi di numerosissimi casi di studio portati avanti dall'Università degli Studi di Pavia. Lo studio documenta con precisione valutazioni ben note a chi nel settore si occupa quotidianamente del patrimonio edilizio pubblico, definendone esattamente i valori numerici.

Lo studio si riferisce al patrimonio edilizio consolidato della pubblica amministrazione, a seguito dell'esame di differenti tipologie edilizie sul territorio nazionale.

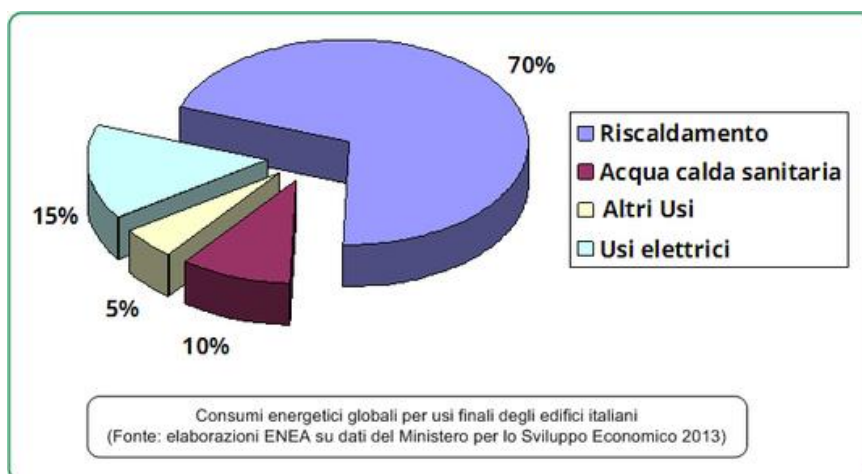
Come si evince dal diagramma, facendo 100 il costo della costruzione del fabbricato (per costo di costruzione si intende nella fattispecie il costo di completa ristrutturazione sommato al valore attuale degli immobili), i costi di gestione nell'arco della vita utile sono più che doppi, mentre i costi di manutenzione sono quasi tripli.



Considerando le strutture oggetto di progettazione, a fronte dunque di costi di costruzione/ristrutturazione pari a circa 970.000 euro, ai quali vanno sommati 1.200.000 euro di attuale valore e dei relativi lotti di pertinenza, per un totale di 2.170.000 euro, al netto dei costi di pianificazione e progettazione, ed ipotizzando la vita utile delle strutture su un arco temporale di 50 anni, di ipotizzabile totale rinnovamento dei fabbricati, si possono quantificare circa 5.425.000 euro di costi di esercizio (pari a 108.500 euro/annui) e 2.300.000 euro di manutenzione, suddivisibili in 50% di ristrutturazione completa a fine vita, fino al limite della demolizione e ricostruzione e dunque circa pari al costo di costruzione, e 50% di manutenzioni ordinarie, pari a 1.150.000 euro, ovvero 23.000 euro/annui di manutenzioni ordinarie.

Costi di gestione

Come detto se gli edifici scolastici fossero concepiti alla stregua di una struttura ordinaria prevederebbero costi di gestione e funzionamento annuali pari a 108.500 euro. Questi costi, prevalentemente energetici, possono essere scomposti secondo lo studio ENEA del quale si riporta a seguire il grafico di sintesi:



Si ha dunque la seguente ripartizione:

- costi per riscaldamento (*): 75.950 euro;
- costi per a.c.s.: 10.850 euro;
- costi per utilizzatori elettrici: 16.275 euro;
- costi per altri utilizzatori: 5.425 euro.

(*) comprende sia i consumi che la conduzione degli impianti.

Per quanto attiene al comparto riscaldamento, nel progetto si è ipotizzata la realizzazione di un involucro dalle elevate prestazioni termiche, che consente risparmi fino al 12% rispetto agli involucri tradizionali; qui si ipotizza cautelativamente un risparmio del 5%. Per quanto attiene alle finestre esterne si è optato per infissi altamente prestazionali, anche triplo vetro, che consentono di risparmiare fino al 25% rispetto agli standard; anche qui si utilizzerà un valore cautelativo del 15%. Infine per il sistema di climatizzazione si è ipotizzato un sistema misto, sia con radiatori alimentati però da una nuova pompa di calore ad alta efficienza in sostituzione della caldaia tradizionale e nel nuovo edificio di un sistema di riscaldamento con macchine a pompa di calore sempre ad alta efficienza, integrazione mediante apporto solare termico, gestione integrata ed automatizzata mediante sistemi domotici. Questi fattori consentono da studi scientifici risparmi fino al 40%, che qui vengono

ridotti cautelativamente al 25%. Applicando successivamente questi parametri si ottiene una efficienza comparata del 39% ed un conseguente risparmio annuo di circa 29.952,78 euro.

Per quanto attiene al comparto acqua calda sanitaria, nel progetto si è ipotizzata la realizzazione di un sistema di produzione di nuova generazione, che consente risparmi fino all'80% rispetto ai sistemi elettrici tradizionali; qui si ipotizza cautelativamente un risparmio del 50%. Applicando questi parametri si ottiene una efficienza comparata del 50% ed un conseguente risparmio annuo di circa 5.425 euro.

Per quanto attiene al comparto impianti elettrici e di illuminazione, nel progetto si è ipotizzata la realizzazione di un sistema di automazione e telecontrollo, che consente risparmi fino al 30% rispetto ai sistemi elettrici tradizionali, soprattutto per il migliore utilizzo dell'illuminazione (combinazione sensori di luce diurna e modulatori di intensità della luce artificiale e sensori di presenza nei corridoi e servizi igienici, oltre all'impiego di corpi illuminanti esclusivamente a LED); qui si ipotizza cautelativamente un risparmio del 20%. Applicando questi parametri si ottiene una efficienza comparata del 20% ed un conseguente risparmio annuo di circa 3.255 euro.

In definitiva, riepilogando con una tabella comprensiva di tutti i parametri, si può a ragione ipotizzare che le scelte progettuali garantiscano un risparmio complessivo annuo di € 38.632,78 circa, corrispondente ad una riduzione dei costi di gestione del 36% circa.

costi tradizionali	efficienza	costi efficienti	risparmio	
75 950,00 €	39%	45 997,22 €	29 952,78 €	costi per riscaldamento
10 850,00 €	50%	5 425,00 €	5 425,00 €	costi per a.c.s.
16 275,00 €	20%	13 020,00 €	3 255,00 €	costi per energia elettrica
5 425,00 €	0%	5 425,00 €	- €	costi per altri utilizzatori
108 500,00 €	64%	69 867,22 €	38 632,78 €	

Costi di manutenzione ordinaria

I costi per manutenzione ordinaria, come detto, sono quantificabili in circa 1.150.000 euro per i 50 anni di vita utile, ovvero 23.000 euro/annui. In detti costi rientrano anche le attività programmate (contratto manutenzione ascensore, pulizie, disinfestazioni etc) e la componente di stretta manutenzione edilizia (tinteggiature, ripristini intonaci, sostituzione rivestimenti e pavimenti lesionati, sostituzione componenti impiantistici etc) può essere quantificata in una quota pari a 3/5 del totale.

Le soluzioni adottate nel progetto, che vertono su materiali dall'elevata resistenza e durabilità, secondo analisi dei singoli produttori, possono garantire anche un incremento della vita utile specifica ben superiore al 10% rispetto allo standard, con risparmi complessivi quantificabili in circa 2.300 euro annui. Tale quantificazione tuttavia è maggiormente soggetta ad aleatorietà (a mero titolo esemplificativo si cita il danneggiamento indotto dalla popolazione scolastica) rispetto al paragrafo precedente relativo ai consumi e dunque si ritiene di doverne tener conto ma si preferisce non evidenziarla come certamente acquisibile.