Oggetto:	**Interventi di efficientamento energetico** della scuola Dante Alighieri sita in via della Grata n.2 a Forlì.
Sito:	Comune di Forlì
Prestazione svolta:	Progettazione Preliminare, Definitiva ed Esecutiva, Direzione lavori e Coordinamento Sicurezza in Progettazione ed in Esecuzione. COGEST srl.
Importo lavori:	0,87 milioni di €uro
Categorie: (L.143/49 - D.M. 143/13)	Edilizia (I.c-E.20): 0,33 milioni di €uro Impianti di climatizzazione (III.b-IA.02): 0,14 milioni di €uro Impianti elettrici (III.c-IA.03): 0,4 milioni di €uro
Committente:	Forlì Città Solare s.r.l.
Progettazione e Direzione Lavori:	ing. Emiliano Corsi, Direttore Tecnico di COGEST srl
Coordinamento Sicurezza:	ing. Maria Chiara Ravaglioli di COGEST srl
Periodo di svolgimento:	Anni 2015 (Progettazione) e 2016 (Direzione Lavori).

1. PREMESSA

L'opera è oggetto della proposta con formula ESCO che Forlì Città Solare srl ha formulato al Comune di Forlì con la funzione di qualificazione come contratto servizio energia Plus, in ottemperanza al D.lgs. 115 del 30 maggio 2008 per un periodo di 20 anni. Le finalità dell'intervento sono state il miglioramento delle prestazioni energetiche complessive.

L'edificio è stato costruito in un'unica fase alla fine degli anni '60, la sua destinazione d'uso è quella scolastica sin dalle origini. Si tratta di un complesso costituito da quattro corpi strutturalmente autonomi separati fra loro da giunti tecnici: l'edificio originariamente adibito ad abitazione del custode; il corpo aule; un corpo di fabbrica di collegamento ed il corpo palestra. Nel 1998 è stato eseguito un intervento di adeguamento alla prevenzione incendi e di funzionalità generale. Dal 2012 al 2015 compresi sono stati eseguiti i lavori di consolidamento e di adeguamento sismico.

2. STATO DEGLI IMPIANTI ANTE OPERAM

Gli infissi delle aule si presentavano in buono stato e sufficientemente isolati, diverso discorso per quelli della palestra, della zona refettorio e della zona distribuzione pasti e pre-post scuola dove erano presenti infissi con telaio in legno e ferro e vetro semplice di modestissimo spessore.

Per quanto riguarda l'impianto termico, erano presenti due generatori di calore alimentati a gas metano per complessivi 600 kW utili.

La distribuzione dei vari circuiti all'interno dell'edificio risultava in parte in vista e in parte incassata nelle murature e priva o scarsamente coibentata.

L'impianto elettrico esistente non risultava essere idoneo alle vigenti norme, sia per quanto riguarda le apparecchiature, sia per i valori di illuminamento minimo da garantire negli edifici scolastici.

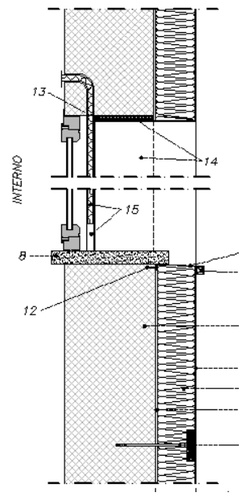
Prima dell'intervento

3. INTERVENTO DI PROGETTO

La soluzione progettuale ha previsto di agire sugli elementi del sistema edificio-impianto maggiormente disperdenti vale a dire pareti esterne ed infissi per quanto riguarda l'involucro edilizio esterno, controsoffittature ed isolamenti di solaio per quanto riguarda gli ambienti maggiormente disperdenti (atrio e corpi aule) oltre a impianto termico e corpi illuminanti per quanto riguarda gli impianti.

Sistema di isolamento delle pareti esterne a "cappotto"

In tutte le pareti esterne è stato applicato un sistema di isolamento termico e di protezione contro gli agenti atmosferici a "cappotto" formato da pannelli in lana minerale marcati CE secondo la norma EN13162 dello spessore complessivo finito pari a circa 20 cm e variabile in funzione delle caratteristiche di trasmittanza delle pareti esistenti. Il sistema è certificato EOTA e conforme alla "Guida per la determinazione dei requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili" Circolare VVFF n.0005043 del 15.04.2013. Il sistema ha consentito l'eliminazione di ponti termici e ha permesso una notevole riduzione della trasmittanza termica della parete dal valore medio di circa 1,80 W/m^2/K a circa 0,40 W/m^2/K. Per controllare la temperatura dei vari locali della scuola è stato realizzato un sistema di sensori collegate al sistema di controllo generale di nuova fornitura.



Controsoffittatura atrio

Il progetto ha previsto di realizzare un controsoffitto al livello del ballatoio perimetrale di coronamento dell'intradosso della cupola, per una superficie di circa 540 m^2, al fine di isolare termicamente l'ambiente dell'atrio con il volume compreso al di sopra di tale controsoffitto che non dovrà più essere scaldato. Il controsoffitto è del tipo fonoassorbente realizzato con pannelli di fibre minerali incombustibili agglomerate, montati su struttura metallica in lamiera di acciaio zincato. Sull'estradosso del controsoffitto sono stati posati pannelli semirigidi in lana di roccia. Nel controsoffitto sono poi stati realizzati due evacuatori di fumo e calore che permettono, in caso di incendio, di allontanare i fumi della combustione dalle finestrature della cupola.

Dopo l'intervento

Sostituzione infissi esterni

Sono stati sostituiti tutti gli infissi esterni della palestra e dei locali al seminterrato con nuovi serramenti in lega di alluminio secondo norma EN 573-3 dotati di vetro-camera del tipo basso emissivo, neutri e poco riflettenti con gas Argon nell'intercapedine e canale caldo. Il sistema infisso basso emissivo e vetro camera ha permesso una notevole riduzione della trasmittanza termica dei serramenti dal valore medio di circa 3,70 W/m^2/K ad un valore non superiore a 1,67 W/m^2/K.

Sostituzione generatori di calore

Si è provveduto alla sostituzione degli attuali due generatori di calore e la riconversione dell'esistente generatore di tipo murale per la produzione di acqua calda sanitaria non solo nel periodo estivo ma per tutto l'anno, mantenendo in essere la possibilità di alimentare l'accumulo tramite la pompa di carico boiler presente sul collettore principale, per garantire l'erogazione del servizio in caso di manutenzione o malfunzionamento del generatore dedicato. Il nuovo generatore di calore è composto da 4 moduli installati in batteria come unico generatore di calore, aventi cadauno la potenza utile nominale massima kW 73, riducendo la potenzialità installata da 600 kW a 292 kW.

Adeguamento sistema distribuzione e emissione calore

Sono state rifatte le reti di distribuzione per le zone aule-atrio e uffici-interrato mediante una linea primaria in acciaio nero coibentato esternamente con guaina elastomerica e finitura in PVC, con percorso aereo a soffitto.

Corpi illuminanti con lampade a LED

Sia nella aule che nei luoghi di distribuzione sono state sostituite le lampade fluorescenti con plafoni LED ad alta efficienza garantiti per un funzionamento di almeno 50.000 ore, corrispondenti a più di 20 anni di esercizio. E' stato inoltre implementato sul quadro generale un analizzatore di rete con relativo sistema di tele controllo per controllo dei consumi. Alcuni degli apparecchi illuminanti sono muniti di accumulatori interni per illuminazione di sicurezza.

Manutenzione straordinaria degli impianti elettrici

E' stata realizzata ex novo l'impiantistica elettrica di distribuzione esistente con l'installazione di un nuovo quadro contatori, una nuova linea di alimentazione generale e un nuovo quadro generale di bassa tensione. All'interno delle aule è installato un centralino di distribuzione che alimenta gli impianti illuminanti e le prese del singolo locale. Tutta l'impiantistica elettrica è con installazione a vista.

Per il controllo dei consumi è stato implementato sul nuovo quadro generale di bassa tensione un analizzatore di rete con relativo sistema di tele controllo per il riporto dei dati al server centrale (FCS) con accesso tramite password.

Auto produzione di energia elettrica dal sole

Sopra il tetto della palestra sono stati installati 80 pannelli fotovoltaici di potenza 250 Wp ciascuno, per un totale di 20 kWp. Anche all'auto produzione fa parte del sistema di controllo e tele controllo di Forlì Città Solare.

4. EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

Gli interventi descritti hanno permesso di portare l'edificio dalla classe energetica "F" alla classe energetica "C", con una riduzione dei consumi di energia primaria (gas metano) da 557.600 kWh/aa a stimati 257.000 kWh/aa che equivale ad un risparmio in CO_2 di circa 83 tonnellate annue corrispondenti a 26 TEP.