

"SOLUZIONI ENERGETICHE E SOSTENIBILITA' AMBIENTALE"
--

Il progetto di recupero edilizio della fabbrica di mattonelle di Ponte alle Forche ha preso vita dall'edificio stesso, dalla sua storia pregressa. Il filo conduttore delle scelte è stato un attento rispolvero dell'essenza originale dell'edificio, per restituirgli finalmente le sue origini e il suo carattere originale. In questa ottica si è insinuata anche la strategia di analisi e recupero energetico dell'edificio: si è deciso di sfruttare, seppure senza esasperazione, le più nuove tecnologie disponibili per mimetizzare interventi ad altra valenza impiantistica attiva e passiva dietro a filari di pietre e mattoni faccia vista.

Gli elementi che costituiscono l'involucro sono tutti ben al di sotto dei limiti imposti dalle Normative vigenti in materia:

ELEMENTO	U	U limite	Y _{IE}	Y _{IE} limite	Ms	Ms limite
	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[kg/m ²]	[kg/m ²]
N_Parete Esterna 1	0,3	0,36	0,0001	0,12	1227	230
N_Parete Esterna 2	0,22	0,36	0,001	0,12	723	230
N_Copertura Piana	0,26	0,32	0,016	0,2	526	n.d
N_Copertura Inclinata	0,26	0,32	0,04	0,2	343	n.d
N_Solaio su piano interrato	0,3	0,36	0,027	0,2	395	n.d

ELEMENTO	U _w	U _w limite	U _g	U _g limite	F Solare	F S limite
	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	-	-
Infissi Nord	1,6	2,4	0,7	1,9	1	n.d.
Infissi Est	1,4	2,4	1,1	1,9	0,41	0,5
Infissi Sud e Ovest	1,4	2,4	1,1	1,9	0,41	0,5

Avendo prevalentemente tutte le zone la medesima funzione (uffici), le caratteristiche degli infissi sono state diversificate unicamente in base all'orientamento; così anche gli elementi di ombreggiamento sono stati adattati alla posizione specifica e al contesto, anche architettonico, specifico.

L'elemento più difficile da risolvere è stata la parete a Nord, caratterizzata da ampie vetrate. Essendo tale caratteristica peculiare dell'edificio e del suo prospetto principale, si è posta particolare attenzione nel lasciarla invariata e nel non "inquinarla", e si è attuata una sorta di "massificazione dell'infisso" mediante l'utilizzo di vetri a doppia camera, accurati sistemi di sigillatura dei distanziatori, taglio termico (infissi metallici appartengono alla natura storica dell'edificio). Si sono utilizzate serrande e cassonetti ad alto isolamento e perfettamente integrati con gli infissi in modo da avere un alta trasmittanza ed evitare i ponti termici.

La notte, infatti, nei periodi freddi, il sistema di controllo domotico centrale dispone che le serrande si abbassino e creino un effetto cappotto (i listelli delle tapparelle sono infatti riempiti in EPS), mentre in estate il vetro viene lasciato libero di essere tale e comunica con la volta celeste e con l'ambiente circostante restituendo calore all'aria e alla volta celeste.

Inoltre alcuni infissi, dotati di motori controllati dal sistema, possono essere aperti durante le ore notturne per consentire uno scambio di aria tra l'interno e l'esterno. Quest'ultimo accorgimento rientra in un sistema di ventilazione passiva che sta alla base di tutta la gestione dell'ambiente interno del progetto.

Un complesso sistema di cunicoli sotterranei e camini più o meno nascosti nella verticalità dell'edificio permettono e invogliano lo scorrere continuo dell'aria sotto la spinta della sua stessa differenza di densità.

Questo sistema permette sia il regolare e continuo ricambio dell'aria (assicurando perciò la salubrità dell'aria stessa) sia il mantenimento delle condizioni termo-igrometriche di progetto, integrando e per lo più sostituendo l'impianto meccanico. Solo in particolari situazioni (bassi Δ di temperature, giornate troppo calde in cui la naturale spinta fluidodinamica non è sufficiente da sola) entreranno in azione ventilatori di spinta o di estrazione (peraltro di poca potenza elettrica e quindi perfettamente alimentati dal fotovoltaico in copertura) che catalizzeranno il processo di movimentazione dell'aria. Nella stagione fredda, invece, le serrande poste su tutte le bocchette di areazione saranno chiuse o strette, per evitare la dispersione dell'aria calda e favorire invece un effetto "cuscino termico" dei cavedi esistenti.

In particolare, il più ampio di questi camini mimetizzati è proprio il vano scale: esso si interpone tra la parete a sud e gli uffici. Dotato di una scala in grigliato di ferro, essa permette costantemente il passaggio dell'aria in ascensione.

La presenza di questa intercapedine e la presenza di una parete massiva di separazione tra il vano scale e la zona uffici consente di avere uno sfasamento termico tra la facciata a sud pesantemente insolata d'estate e la zona di lavoro (che invece sembra mantenere, a impianto spento, durante la giornata, una temperatura inferiore a quella esterna) e ha permesso, ancora una volta, che la soluzione architettonica potesse mantenere la sua pulizia lineare e fedeltà all'originale.

Là dove la scala non è presente (piano terra sud e ovest; piano I e IV a ovest) sono state posizionate, in maniera discreta, delle soluzioni ombreggianti: dei listelli poco più piccoli di brise - soleil incastonati nell'intercapedine vetrata esterna degli infissi.

Contrariamente al mimetismo della scala e degli altri camini, al centro dell'edificio si ha il trionfo di un pozzo di luce che, oltre a illuminare gli uffici fino al piano terra, ha anche in sé una doppia pelle che funge nuovamente da percorso per l'aria ascendente: i flussi d'aria esausta proveniente dagli uffici infatti possono incanalarsi anche lungo le pareti trasparenti di questa fonte di luce a arrivare indisturbati per effetto camino fino al cielo.

La facciata esposta a est è fortemente caratterizzata dalla presenza di elementi naturali. La necessaria differente schermatura solare fra la stagione calda e quella fredda è stata qui risolta con l'utilizzo di un'esile struttura in acciaio, a uso esclusivo di essenze rampicanti caduche, che costituiranno un fitto frangisole nel periodo caldo e lasceranno invece libero ingresso alla radiazione solare durante l'inverno.

Tutte le soluzioni ipotizzate sono state verificate con l'aiuto di software specifici.

Dapprima gli elementi d'involucro sono stati modellati e testati per verificare la loro rispondenza alle Normative italiane mediante l'utilizzo del software "Suite MC4". Attraverso tale software è stato possibile fare una stima iniziale della prestazione energetica dell'edificio, per il quale è risultato un E_{PI} di $6,120 \text{ kWh/m}^3\text{anno}$ a fronte dei $10,086 \text{ kWh/m}^3\text{anno}$ previsti da limite. Perciò si parla di un miglioramento del 40%.

Successivamente l'intero edificio è stato oggetto di una modellazione preliminare nel software "Design Builder", che attraverso il motore di calcolo "Energy Plus" è in grado di eseguire un'analisi in dinamico del comportamento energetico dell'edificio.

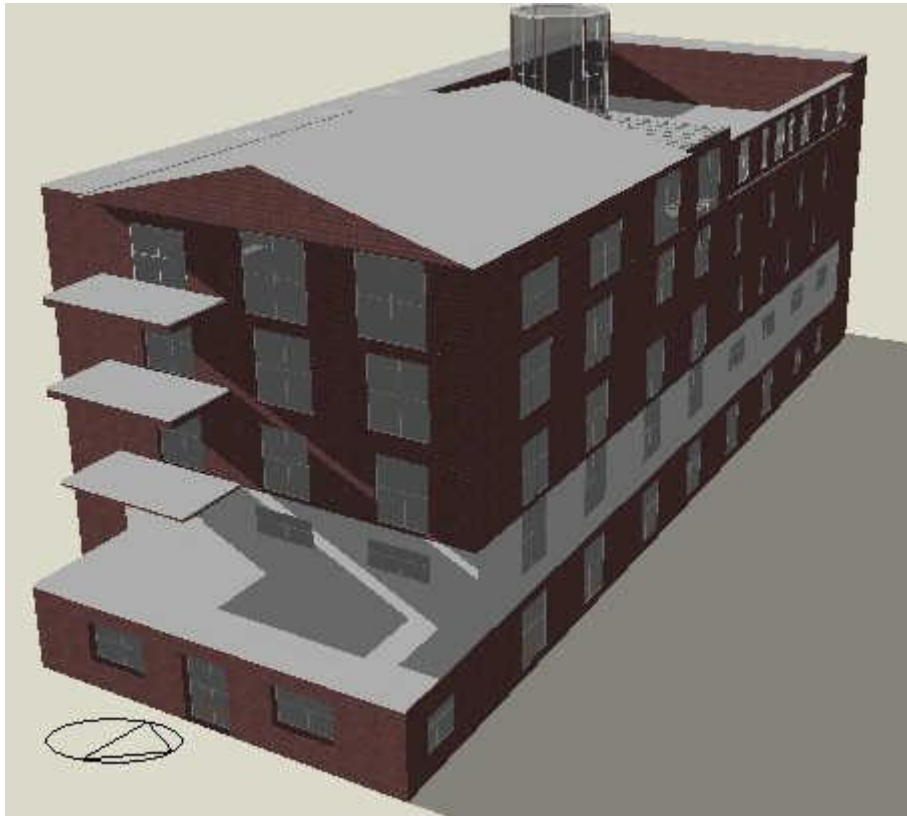


Figura 1 – modellazione energetica – Ore 12 (11 Gennaio)

I report indicati nelle Tavole 3 e 4 sono un estratto di tali calcoli e si riferiscono ai giorni più critici (ovvero con Temperature medie giornaliere rispettivamente più calda e più fredda, estrapolati dai dati climatici forniti dal database reperibile presso il sito del U.S. Department of Energy) e a un locale assunto come locale di riferimento.

I risultati ottenuti inserendo un modello preliminare, ovvero con un grado di dettaglio passibile di rifiniture e dettagli, hanno confermato la bontà delle soluzioni progettuali illustrate per rendere l'edificio energeticamente virtuoso e hanno altresì evidenziato la possibilità di continuare a lavorare su alcuni elementi per poter ottenere risultati ancora più interessanti.

SOLUZIONI IMPIANTISTICHE

Le soluzioni impiantistiche proposte sono orientate ad un uso razionale delle risorse e dell'energia, per conseguire un livello elevato di confort di fruibilità degli ambienti, e allo stesso tempo senza eccedere in sistemi inutilmente complessi che, a fronte di una prospettiva iniziale di riduzione degli oneri gestionali, finiscono inevitabilmente per rendere più gravosa la fase manutentiva ordinaria.

- **Impianti di climatizzazione e idrico sanitari – strategie di climatizzazione e rinnovo di aria**

Il sistema prevede, per l'erogazione del riscaldamento e della climatizzazione all'interno di tutti i locali, il ricorso alla tecnologia radiante per mezzo di *controsoffitti radianti*, che offrono la massima garanzia funzionale per quanto attiene alla distribuzione uniforme. Tale sistema presenta indubbi vantaggi riguardo la flessibilità di installazione e la funzionalità della climatizzazione estiva, elemento quest'ultimo senz'altro critico, trattandosi di locali adibiti ad uffici e sale riunioni, con importanti carichi termici interni.

Al fine di contenere i costi di gestione e al contempo garantire il necessario ricambio dell'aria, è previsto *un sistema di ventilazione con circolazione naturale*, facente capo alle intercapedini perimetrali quali scale e/o pozzi di luce, gronde, o direttamente a camini sfocianti sopra la copertura. In tutti gli ambienti pertanto, in estate o in inverno, l'aria viene ricambiata con un lento flusso continuo verso il perimetro del fabbricato, dove sono presenti griglie inserite in appositi condotti, isolati acusticamente per garantire il mantenimento della privacy necessaria.

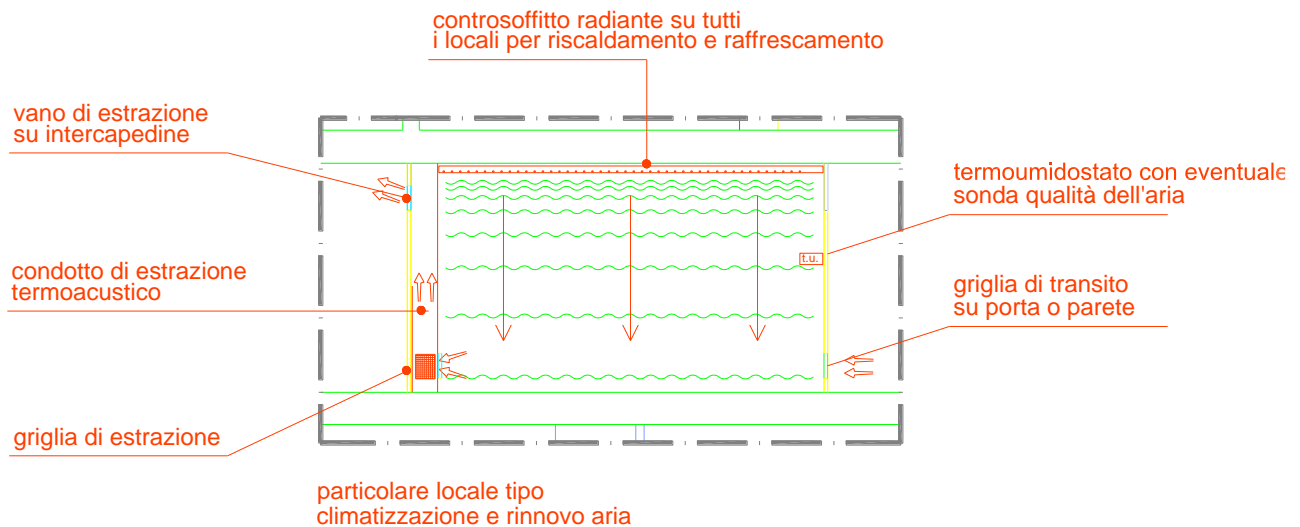


Fig. 1 – Schema di climatizzazione e rinnovo d'aria per locale tipo

Il flusso principale viene reintrodotta dal corpo centrale del fabbricato (open plan), dove a piano interrato è presente la centrale per il trattamento dell'aria a prevalente flusso naturale. Questa sfrutta il preriscaldamento/preraffreddamento dell'aria, che prima di essere ventilata in ambiente, permane a contatto con il terreno cedendo o prelevando calore secondo le diverse stagioni. In estate, la centrale garantisce inoltre la deumidificazione dell'aria per consentire la corretta funzionalità del sistema radiante.

Al centro, un pozzo di luce ottagonale completamente trasparente attraversa gli open plan di ogni piano, assicurando, insieme alle finestre esterne, l'illuminazione naturale degli ambienti. Un grande lucernario inclinato domina il pozzo di luce.

L'adeguata illuminazione diurna è un elemento importante della strategia passiva, dal momento che riduce i guadagni di calore dovuti all'illuminazione artificiale.

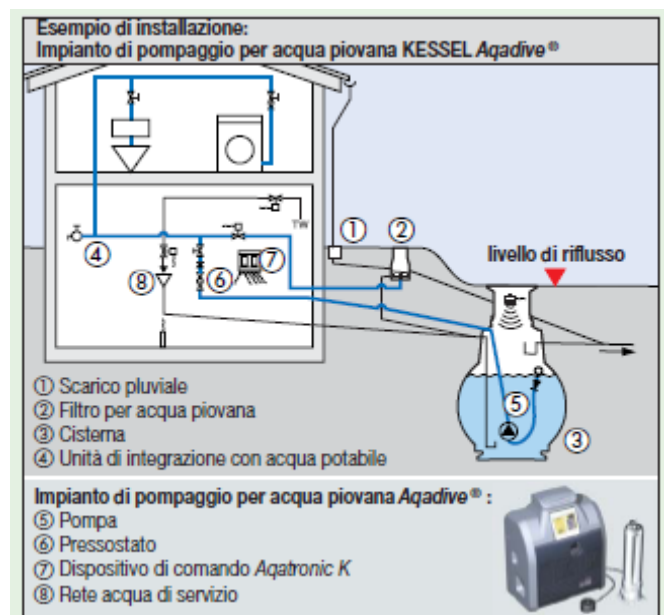
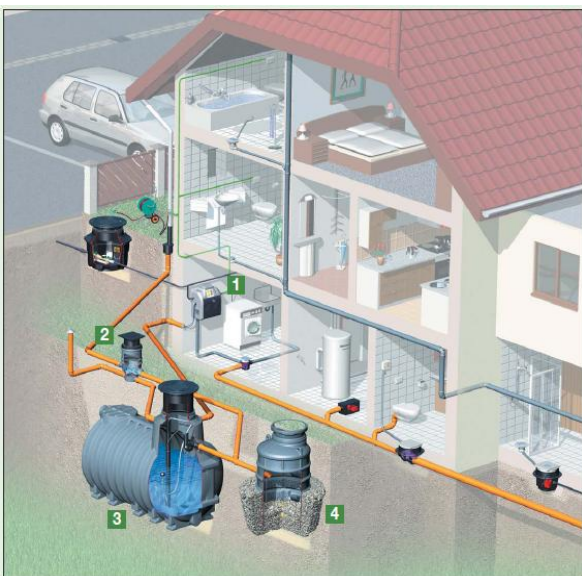
L'inerzia termica, affidata alla struttura in c.a. dei pilastri e dei solai e alla pesante muratura del vano scala, è necessaria per stabilizzare le oscillazioni di temperatura e per estrarre l'aria attraverso un innovativo "parapetto traspirante" con fessure appositamente ricavate nella struttura muraria.

Un impianto di *building automation* opera con sonde di temperatura e umidità all'interno dei singoli uffici e sale riunioni al fine di regolare automaticamente la temperatura (e le condizioni termo igrometriche) ottimale; una sonda di qualità dell'aria agisce sulle serrande del sistema di ventilazione naturale per regolare il flusso di aria di ricambio a quanto strettamente necessario.

Stante l'esigenza del sistema di operare con un delta di temperatura ridotto tra acqua di impianto e ambiente, risulta opportuno il ricorso ad un metodo di produzione di acqua calda e refrigerata del tipo a pompa di calore con sonde geotermiche, al fine di conseguire un *indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale* non superiore a 7 KWh/mc, inferiore del 40 % al limite di legge consentito.

L'impianto di produzione di acqua calda sanitaria sarà alimentato prevalentemente da n.4 collettori sottovuoto ad alta efficienza, accoppiati ad un bollitore a doppio serpentino, con integrazione da caldaia murale a condensazione pot. 35 KW. Dalle verifiche eseguite, tale sistema è in grado di produrre almeno il 75 % dell'acqua calda sanitaria necessaria per gli usi generali della struttura.

In parallelo al sistema ordinario per distribuzione di acqua sanitaria con gruppo di pressurizzazione con motore ad inverter, è prevista una cisterna con pozzetto filtrante per il riutilizzo dell'acqua piovana: mediante una pompa e una centralina controllo livelli, verrà reindirizzata verso il riempimento delle vaschette WC del fabbricato con tubazione separata da quella acqua potabile, della cisterna antincendio e degli impianti di distribuzione clima, o direttamente utilizzata per l'uso irriguo delle aree verdi adiacenti.



- **Impianti elettrici .**

Riguardo agli impianti elettrici, si propone l'uso di un'**illuminazione a led** per tutti gli spazi in cui questa sia compatibile con le esigenze illuminotecniche ed in particolare per tutta la viabilità esterna, ma anche su tutti i percorsi distributivi delle scale, nei corridoi, nei disimpegni, nei servizi igienici, ecc.; nei locali in cui, per ragioni di confort visivo per presenza di operatori con videoterminali i led non potessero essere impiegati, nell'ottica di ridurre i consumi di energia, saranno comunque previsti **corpi illuminanti a bassa luminanza con reattore dimmerabile comandati da sensore fotometrico** integrato, in modo da adattare l'apporto illuminante in funzione di quello fornito naturalmente dal sole attraverso le finestre presenti, nel raggiungimento degli standard di confort richiesti dalla normativa; al fine di ridurre le fonti di spreco, tutti i locali di transito o dall'uso discontinuo quali disimpegni, corridoi, servizi igienici ecc. saranno dotati di accensione comandata da sensore con rilevatore di presenza in modo da limitarne l'illuminazione in assenza di presenza di persone.

L'adozione del led per la maggiore parte dei corpi illuminanti garantisce di per sé periodi di esercizio consistenti prima di giungere alla sostituzione del corpo illuminante o di componenti ad esso relativi; riguardo ai corpi illuminanti per uffici con video terminalisti, la presenza di sistema dimmerabile prolunga notevolmente la vita utile dei corpi illuminanti dal momento che lavorano, per la maggiore parte del tempo, a carico parziale.

I motori elettrici, le pompe impianto di climatizzazione e UTA abbattimento umidità ambiente saranno corredati di sistemi ad inverter e relative logiche di controllo, in modo da ridurre l'assorbimento ai carichi parziali allo stretto necessario.

A proposito dell' **impianto fotovoltaico**, si propone l'installazione di elementi policristallini con potenza pari a 220 Wp a realizzare sulle falde esposte a sud delle coperture più alte un impianto con potenzialità di picco pari a 32 KWp, sufficienti a garantire una copertura di almeno 80% dei consumi elettrici derivanti dal sistema di climatizzazione ed elettrico generale. Si propone inoltre l'installazione di scaricatori di sovratensione, opportunamente dimensionati su tutte le linee di energia nei quadri principali e secondari, e sulle linee di segnale, al fine di scongiurare l'ingresso in rete di picchi di tensione, dovuti al fulmine per azione indiretta sulle reti di distribuzione e nell'ottica di ridurre gli interventi di manutenzione straordinaria sui componenti elettrici, dovuti a guasti per tali problematiche.

Riguardo alla necessaria illuminazione di sicurezza che dovrà essere installata all'interno dei luoghi di lavoro, si propone l'installazione di un gruppo di continuità, in mancanza della tensione elettrica ordinaria di rete con cui alimentare con distribuzione elettrica dedicata una parte dei corpi illuminanti impiegati per l'illuminazione ordinaria, il tutto con l'obiettivo di ridurre il numero dei corpi illuminanti presenti ed eliminare i costi di manutenzione intrinseci nei sistemi impieganti corpi autoalimentati a batteria.

(ing. Sauro Lastrucci)