



**CASCELLA - CROCETTI  
ARCHITETTI**  
Progettazione, D.L. , realizzazione, asseverazioni

- Bonus edilizi
- Riqualificazione energetica
- Riqualificazione architettonica

tel. 3294428269/3287042290  
mail: arch.cascella@tiscali.it  
mail: riccardo.crocetti@libero.it

sito web: [www.pasqualecascella.it](http://www.pasqualecascella.it)



## Efficienza energetica, comfort, costi

Negli ultimi due anni, in più immobili, abbiamo realizzato tutte le tipologie di lavori finanziabili con il Superbonus 110 ed il Bonus 50 (ristrutturazioni), ovvero:

- interventi sull'involucro (cappotto, tetto isolato e ventilato, rifacimento e isolamento di terrazzi di copertura e pavimenti al p.t.);
- sostituzione impianti di climatizzazione esistenti con pompe di calore, ventilconvettori, sistemi radianti estate/inverno a soffitto, pavimento e parete;
- impianti fotovoltaici con annesso batterie di accumulo;
- impianti solari termici;
- sostituzione di infissi;
- impianti per controllo da remoto (building automation) di sistemi di climatizzazione;
- impianti ascensore ed altri interventi per superamento barriere architettoniche;
- miglioramento antisismico;
- sostituzione impianti elettrici;
- tinteggiature.

In tutti questi lavori eseguiti abbiamo avuto modo di verificare l'efficacia delle diverse soluzioni impiantistiche o di isolamento termico adottate, sia in rapporto ai costi sostenuti che alle fasi lavorative che hanno comportato. Certamente alcune sono di più semplice esecuzione (sostituzione caldaia, infissi, impianti fotovoltaici) mentre, ad esempio, il cappotto o il rifacimento di tetti e terrazzi di copertura, comportando l'impianto di un cantiere vero e proprio, risultano più impegnativi. Al tempo stesso, però, gli interventi sull'involucro possono risultare i più efficaci in rapporto al comfort che possono generare (e quindi alle condizioni di salubrità e igiene edilizia dell'abitazione). Quindi vanno individuate, caso per caso, le soluzioni più convenienti rispetto al budget di spesa disponibile e al risultato qualitativo che si vuole raggiungere.



Noi diamo grande importanza a questa fase progettuale in cui non bisogna risparmiare approfondimenti per individuare come meglio impiegare le risorse economiche di cui si può disporre.

## Ecobonus oggi

Pur con le recenti restrizioni, al momento si può contare ancora su tutti i bonus edilizi già in vigore da più anni, ma con possibilità di utilizzo solo in detrazione (in 10 anni) da parte di chi ha capienza nella propria denuncia dei redditi; eccezion fatta per gli interventi già in corso di esecuzione al 16 febbraio 2023, per i quali è ancora possibile operare con lo sconto in fattura e la cessione del credito.

## Direttiva UE

Il sistema dei bonus edilizi è dunque ritornato all'epoca ante "superbonus 110" e ante "cessione del credito", quindi con un ridimensionamento della platea dei suoi possibili fruitori.

Potrebbe però iniziare, in tempi relativamente brevi, un nuovo programma di interventi di efficientamento energetico con relativi nuovi incentivi per tutta la filiera delle attività di questo settore. Si tratta delle misure nazionali attuative che seguiranno alla nuova direttiva europea - in corso di elaborazione - sul miglioramento della classe energetica del patrimonio edilizio esistente.

Nella sua prima versione, sostanzialmente, nella direttiva in elaborazione, è indicata una meta: raggiungere la classe energetica "E" entro il 2030 e la "D" entro il 2033 per tutte le abitazioni che oggi sono in classe G ed F (con l'esclusione di edifici vincolati e protetti; edifici storici; case vacanza; chiese e abitazioni indipendenti con superficie inferiore ai 50 metri quadri).



Pur con i necessari correttivi (ovviamente c'è chi non è in grado di sostenere alcun costo e certamente nella versione finale se ne dovrà tener conto), tra non molto tempo tale direttiva dovrebbe andare in vigore e, se verranno anche definiti dei giusti incentivi, per gran parte dei proprietari questa iniziativa europea potrebbe diventare una opportunità da non perdere.

### Tra bonus vigenti e futuri

Considerando dunque i bonus edilizi tutt'ora disponibili e la prossima direttiva europea, sia chi vive in condominio che chi possiede un'unità abitativa indipendente, è bene che valuti le opportunità oggi ancora possibili per migliorare la propria classe energetica. Un passaggio di 1-2 o anche di 3 classi energetiche può non essere né difficile né troppo costoso se gli interventi vengono progettati e organizzati nel modo giusto. E va anche ben valutato che il salto di classe non solo garantisce la riduzione dei costi energetici ma determina anche un incremento del valore immobiliare.

La direttiva, quindi, può generare molti e importanti interventi di ristrutturazione negli edifici privati per renderli più efficienti dal punto di vista dell'impatto climatico: l'efficienza energetica si calcola infatti con un'apposita scala, che va da A (più efficiente) a G (meno efficiente).

### Classi energetiche

Le classi energetiche sono:

A+ con un consumo inferiore a 15 kWh/anno per metro quadro;

A 15-30 kWh/mq;

B 31-50 kWh/mq;

C 51-70 kWh/mq;

D 71-90 kWh/mq;

E 91-120 kWh/mq;

F 121-160 kWh/mq;

G oltre i 160 kWh/mq.



### Passaggio di classe energetica

Sulla base degli attestati di prestazione energetica al 31/01/2022 consegnati all'ENEA, la suddivisione in percentuale per classe degli immobili residenziali è la seguente:

- classe energetica G 35,2%;
- classe energetica F 24,5%;
- classe energetica E 16,3%;
- classe energetica D 9,9%;
- classe energetica C 4,3%;
- classe energetica B 2,4%;
- classe energetica A1 2,0%;
- classe energetica A2 1,8%;
- classe energetica A3 1,7%;
- classe energetica A4 2,0%.

In Italia gli immobili che dovrebbero migliorare la classe energetica sono quindi la maggior parte. Ma per il passaggio dalla classe G alla D, che permette una riduzione dei consumi di oltre il 50%, basta realizzare alcuni tra i seguenti interventi ammessi a bonus :

- A - sostituzione della caldaia con pompa di calore;
- B - sostituzione infissi;
- C - sostituzione impianto termosifone con impianti a ventilconvettori o radianti (a soffitto o pavimento);
- D - impianto fotovoltaico con accumulo;
- E - isolamento "a cappotto" dell'involucro (tetti, coperture, facciate, piano terra);
- F - facciate e tetti coibentati e ventilati;
- G - impianti di ricarica autoveicoli elettrici;
- H - gestione automatica e controllo da remoto (building automation) di impianti di climatizzazione e produzione di acs.

Nella scelta degli interventi da fare per un miglioramento di 1,2 o 3 classi, va ben calcolata l'entità del risparmio energetico realizzabile con ciascun intervento; considerato comunque che, in molti casi, per conseguire il risultato ipotizzato nella bozza di direttiva europea, può essere sufficiente realizzare anche solo uno o due degli elencati interventi.

## EFFICIENZA E COMFORT: OTTENERE IL MINIMO O IL MASSIMO?

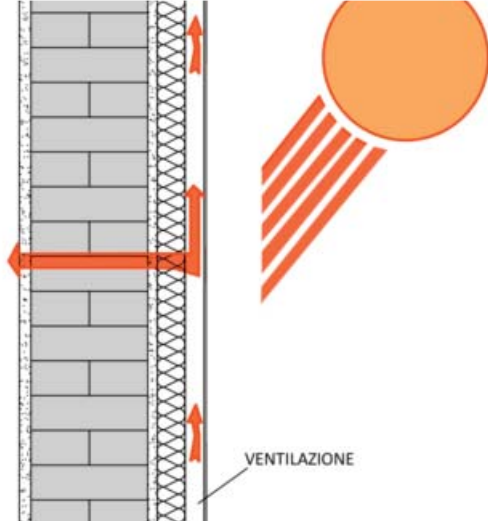
Con la ormai pluridecennale politica degli incentivi fiscali ai lavori di efficientamento energetico si è diffusa la conoscenza degli interventi edilizi ed impiantistici che possono consentire il miglioramento delle prestazioni energetiche.

A questo punto andrebbe però fatta una riflessione di ordine “qualitativo” sugli interventi da realizzare. Oltre alla maggiore efficienza energetica va considerato anche il beneficio che si può ottenere in termini di comfort e salubrità dello spazio abitato. E tale riflessione comporta, soprattutto da parte di chi è incaricato della progettazione, una disposizione ad adottare le soluzioni migliori anziché limitarsi a quelle più semplici. Facciamo degli esempi pratici:

- si deve intervenire sulla facciata? Immediatamente si pensa al “cappotto”;
- si deve migliorare la prestazione dell’impianto di riscaldamento? Si pensa a sostituire solo la caldaia;
- si deve installare un impianto fotovoltaico? Si calcola quanti pannelli possono entrare sulla copertura.

Niente di male ad operare in questo modo, salvo che ci si sta “accontentando” dei benefici minimi che si possono ottenere, in quanto:

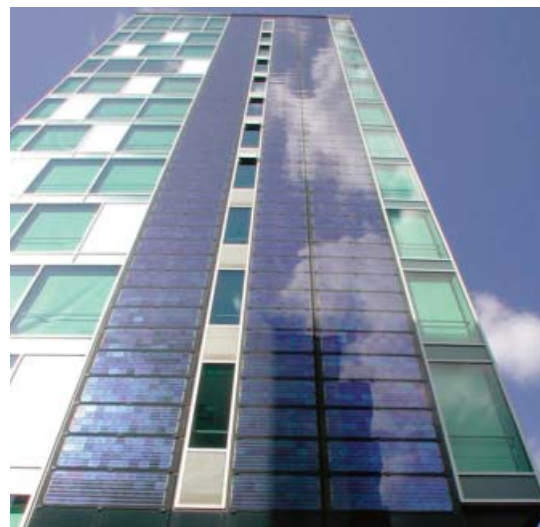
- il cappotto funziona bene d’inverno ma ha scarsa efficacia d’estate e sulle pareti può formarsi condensa per scarsa traspirazione se il “pacchetto” che compone il cappotto non è adeguato a prevenire tale fenomeno;
- limitarsi a sostituire la caldaia non è la scelta migliore quando, con gli incentivi si può realizzare il migliore sistema di climatizzazione estate/inverno possibile, il più adatto alla fisiologia del nostro corpo, il più confortevole e anche il più funzionale in quanto consente di eliminare gli ingombri dei termosifoni e degli split;



**Facciata fotovoltaica, dove modernità, tecnologia e rispetto dell’ambiente trovano una logica e congruente fusione.**



**Facciata ventilata come evoluzione del “cappotto” per migliori prestazioni anche d’estate e rinnovamento architettonico.**



**Climatizzazione radiante estate/inverno, passaggio fisiologico dell’evoluzione del comfort rispetto ai sistemi ad aria calda e fredda.**

- utilizzare solo la copertura per installare impianti fotovoltaici va bene nelle costruzioni ad 1-2 piani, dove il rapporto copertura/superfici da climatizzare è utile rispetto ai fabbisogni, ma, all’aumentare dei piani, tale rapporto permette risultati di autoproduzione energetica minimi.

### Oltre l’ordinario

Per approfondire queste questioni e indicare sistemi e soluzioni “oltre l’ordinario”, nelle pagine seguenti si è cercato di condensare, in brevi testi e qualche illustrazione, una piccola guida utile per chi volesse cogliere in pieno l’occasione dei lavori di efficientamento energetico per puntare ad ottenere il risultato migliore anche dal punto di vista della qualità, intesa, appunto, come qualità del comfort, salubrità degli ambienti, contributo alla riduzione delle emissioni, oltre, ovviamente, dell’abbattimento dei costi per consumi energetici.

Pertanto, di seguito, si trattano i sistemi che costituiscono “l’evoluzione” di quelli più correnti e conosciuti e quindi:

- la **facciata ventilata** come evoluzione del “cappotto” in quanto apporta benefici di comfort ed efficienza energetica anche nelle stagioni calde, permette di mantenere integro ed asciutto il coibente, consente al meglio una “riqualificazione architettonica” dell’involucro dato che può integrare parametri costituiti dai più diversi materiali;

- la **facciata fotovoltaica**, dove modernità, tecnologia e rispetto dell’ambiente trovano una logica e congruente fusione;

- la **climatizzazione radiante** estate/inverno, passaggio fisiologico dell’evoluzione del comfort rispetto ai sistemi ad aria calda e fredda.



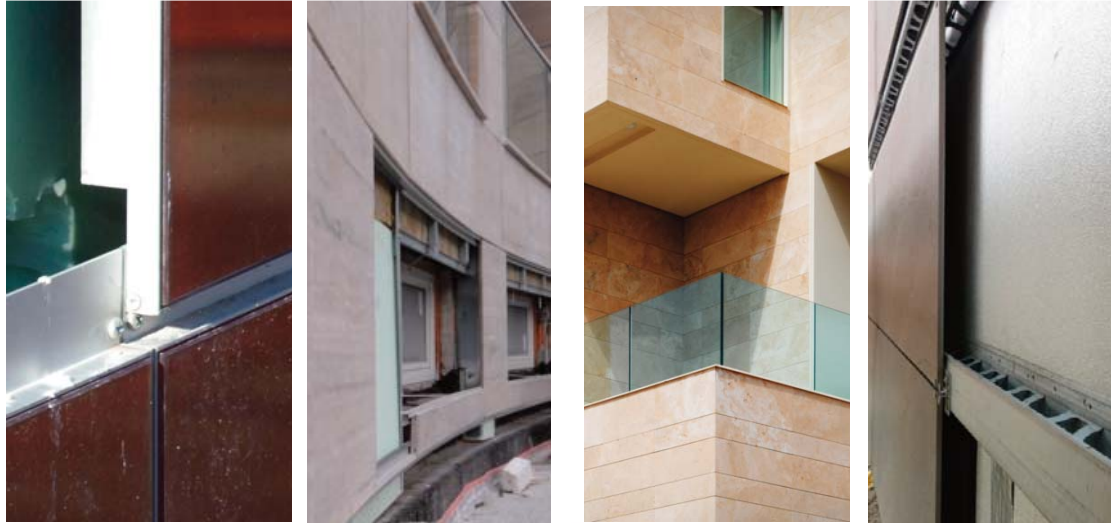
## FACCIATA VENTILATA

La parete ventilata è un sistema di facciata in cui il paramento esterno è distaccato dagli altri strati della parete allo scopo di realizzare una camera d'aria ventilata attraverso il moto convettivo dell'aria ("effetto camino") dovuto alla differenza di temperatura dell'aria presente nell'intercapedine rispetto all'aria esterna di ingresso e attivato da aperture disposte alla base e alla sommità. Tale effetto è innescato dal riscaldamento del paramento esterno, che a sua volta riscalda l'aria dell'intercapedine causando l'aumento di volume e il conseguente moto ascensionale.

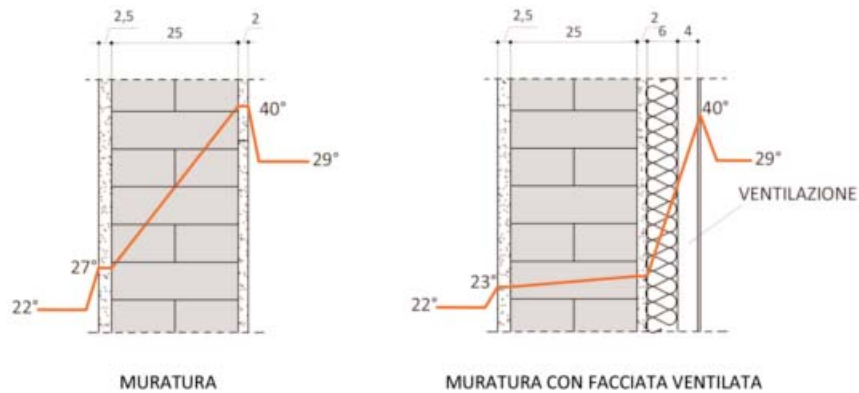
**Il comportamento stagionale** della parete si può così sintetizzare:

- estate: parte del calore prodotto dall'irraggiamento solare viene riflesso all'esterno; la parte che entra nell'intercapedine attiva l'effetto camino e viene in parte smaltita all'esterno, mentre solo la parte residua viene assorbita dall'edificio;
- inverno: la ventilazione dell'intercapedine rende asciutto il materiale coibente permettendone il miglior rendimento; riguardo ad un possibile incremento della dispersione termica, va considerato che tale effetto è di entità contenuta dato che l'effetto camino, nella stagione fredda, è ridotto in quanto, per l'assenza di un forte calore incidente che riscaldi il paramento esterno, l'aria interna all'intercapedine e l'aria esterna sono circa alla stessa temperatura e densità.

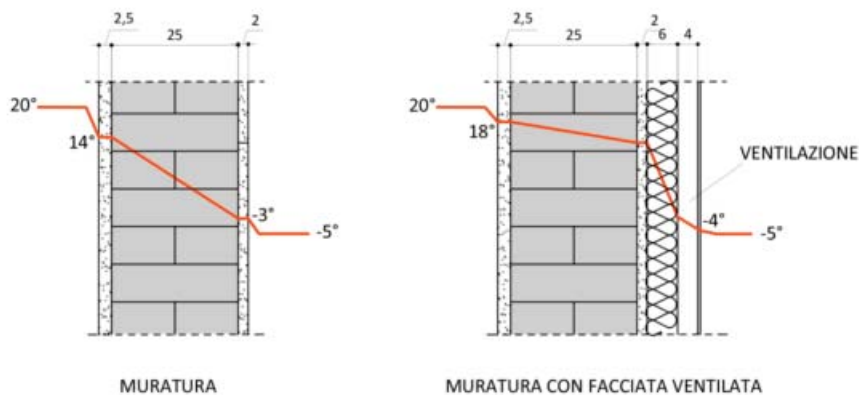
**La regolazione dei flussi d'aria** avviene comunemente, così come nei tetti ventilati, mediante aperture di entrata e uscita del flusso d'aria unicamente munite di protezione anti-passero.



COMPORTAMENTO ESTIVO



COMPORTAMENTO INVERNALE



La capacità di smaltimento del vapore è una prerogativa della facciata ventilata. Però, nei casi in cui il materiale coibente non permette lo smaltimento del vapore, va prevista una ventilazione meccanica.

**Il sistema è composto** da quattro principali strati interconnessi tra di loro:

- parete perimetrale portante, in muratura o altro materiale, adeguata a sostenere gli altri strati;
- strato isolante applicato "a cappotto" sul lato esterno della parete portante;
- intercapedine ventilata;
- rivestimento esterno in ceramica, pietre naturali, laterizi, doghe, fibro-cemento.

Gli strati sono tra loro collegati mediante:

- sottostruttura che unisce il rivestimento esterno alla parete interna con vincolo meccanico o chimico/fisico (es. incollaggio strutturale di moduli di vetrate con adesivi silionici);
- sistema di ancoraggio della sottostruttura allo strato portante;
- sistema di fissaggio del rivestimento esterno alla sottostruttura, idoneo a consentire la sostituzione di singoli pannelli di facciata e ad assorbire deformazioni termiche e piccoli spostamenti, dovuti al vento o al sisma.

**Il sistema determina benefici di efficienza energetica, comfort, salubrità.**

La facciata ventilata è in definitiva il sistema costruttivo aggiornato dell'involucro che, integrando coibentazione a cappotto e intercapedine ventilata, permette di migliorare decisamente efficienza energetica e comfort. Inoltre, offrendo numerose soluzioni di finitura esterna e la possibilità di essere installata su qualsiasi supporto murario, la facciata ventilata si propone oggi come il migliore sistema di riqualificazione energetica e architettonica degli edifici esistenti.

## FOTOVOLTAICO E AUTONOMIA ENERGETICA.

Negli ultimi anni si è prodotto un continuo miglioramento nei sistemi di produzione, accumulo e gestione dell'energia rinnovabile fotovoltaica, sia in quanto a livelli prestazionali che nel rapporto costo/benefici. Si è così concretizzata la possibilità di "tendere" all'autonomia energetica. Oggi è possibile coprire i propri consumi con autoproduzione nell'ordine del 70-80%.

### Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

Il quadro normativo e i bilanci nazionali ed europei sono finalizzati a promuovere una significativa riduzione dei consumi energetici in edilizia. Di storica rilevanza sono gli stanziamenti previsti nel programma dell'Unione Europea denominato PNRR, che tra i suoi obiettivi ha anche il miglioramento dell'efficienza energetica in edilizia, una maggiore produzione di energie rinnovabili e sviluppo della mobilità sostenibile. Le risorse stanziare nel PNRR sono pari a 191,5 miliardi di euro, e per finanziare ulteriori interventi il Governo italiano ha approvato un Fondo complementare pari a 30,6 miliardi di euro, per un totale quindi di 222,1 miliardi di euro, di cui 59,47 miliardi ono per la "Rivoluzione verde e transizione ecologica" e 25,40 per "Infrastrutture per una mobilità sostenibile".

**Riqualificazione ecologica dell'involucro edilizio.** Per conseguire produzioni di energia rinnovabile, e in particolare fotovoltaica, in grado di determinare risultati pari alla notevole entità delle risorse stanziare dalla UE, è ineludibile avviare una diffusa ristrutturazione ecologica degli involucri edilizi e, segnatamente, delle facciate.



**Edifici a energia quasi zero.** Con le nuove risorse stanziare dall'UE, sarà concretamente possibile riconvertire edifici esistenti energivori in costruzioni tendenti all'autonomia energetica o, meglio, al "saldo energetico positivo" (sommando l'energia autoprodotta e quella fornita al gestore nazionale).

Ma per raggiungere questi obiettivi, non basta più utilizzare solo le coperture, è necessario sviluppare sempre più l'integrazione di pannelli fotovoltaici in facciata.

**I bonus sono concepiti in quest'ottica** e sono un'opportunità di grande interesse sia riguardo all'efficientamento energetico che al rinnovamento e alla rigenerazione dell'aspetto architettonico del patrimonio edilizio privato .

In particolare:

- i bonus incentivano proprio l'integrazione degli impianti fotovoltaici in costruzioni esistenti;
- l'incentivo è esteso anche all'accumulo dell'energia fotovoltaica prodotta, dato che senza queste dotazioni l'obiettivo di un bilancio 'zero' tra consumi ed energia autoprodotta è irraggiungibile.

**Tettoie e balconi fotovoltaici.** Possono contribuire all'autoproduzione di energia anche le tettoie di copertura di aree adibite a parcheggio.

Nelle tettoie fotovoltaiche possono essere installati pannelli opportunamente integrati nella struttura di sostegno. Le tettoie sono molto utili quando lo spazio disponibile sul tetto è scarso o nullo, e quando occorrono ombra e copertura per spazi pubblici o privati.

Nello stesso balcone si possono utilizzare vetri fotovoltaici che hanno le stesse proprietà strutturali e fotoelettriche di un vetro fotovoltaico di sicurezza usato per le vetrate fotovoltaiche.

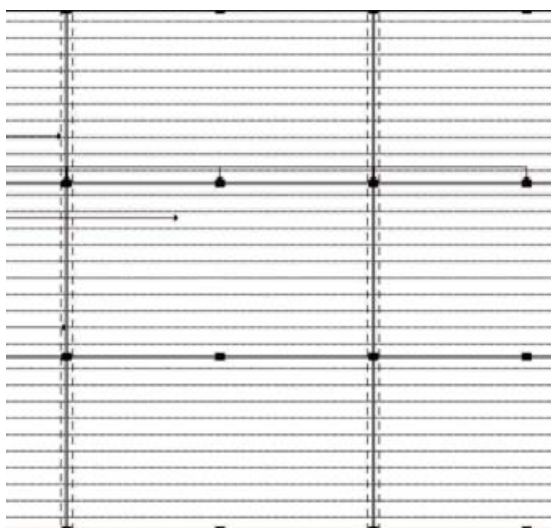
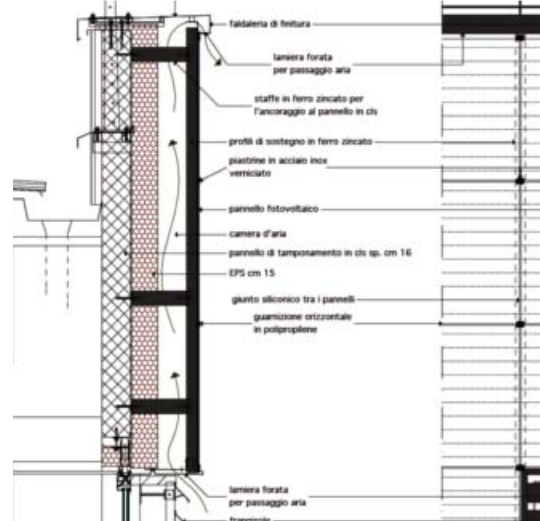


## FACCIATA FOTOVOLTAICA

L'edificio sostanzialmente autonomo dal un punto di vista energetico è suscettibile di forte sviluppo, essendo oramai sostenibile anche dal punto di vista economico, a patto però di basare la progettazione su una fondamentale integrazione dei sistemi tecnologici ed impiantistici nell'impianto architettonico.

**Facciata coibentata, ventilata e autoproduttrice di energia.** L'intero processo progettuale relativo al sistema involucro-impianti-struttura andrebbe oggi affrontato in maniera organica, per tendere, sempre più, a costruire in modalità sostenibili, dalle fasi di progettazione e costruzione alla gestione dell'immobile. All'interno di questa ottica (o etica), l'involucro, nella sua interezza, inclusa la struttura primaria, va ideato e progettato come organismo spaziale atto a fornire comfort e minimo impatto ambientale, superando la semplificazione progettuale di considerare la facciata un semplice "vestito" da apporre su un "corpo" concepito a sé stante.

Le enormi potenzialità tecnologiche disponibili nel settore delle costruzioni, se utilizzate in maniera adeguata e coordinata, possono concretamente offrire la prospettiva, in tempi medi, di una significativa riqualificazione, sia sotto il profilo energetico che architettonico, di buona parte degli involucri scadenti realizzati soprattutto a partire dal dopoguerra (con esclusione ovviamente di quelli di pregio storico-architettonico). Trasformare in bioclimatico/solare un involucro scadente in quanto a trasmissione termica e climatizzazione "passiva" significa contribuire alla riduzione dei consumi di energia fossile e alle conseguenti emissioni. E tale riqualificazione è ancora più importante quando avviene in contesti urbani.



**Il mercato del Building-Integrated Photovoltaic** può già considerarsi di prossima espansione, dati i favorevoli prezzi dei pannelli fotovoltaici ed i contemporanei progressi raggiunti nei sistemi di accumulo e gestione dell'energia fotovoltaica prodotta.

Sarebbe anche auspicabile un programma di incentivi per promuovere, nel terziario, la sostituzione di facciate leggere decisamente energivore con sistemi ad alta efficienza "passiva" e, al tempo stesso, "attivi" in quanto produttori di anche produttori di energia.

### **Sistema integrato di facciata fotovoltaica.**

Per intervenire efficacemente sul patrimonio esistente è però necessario disporre di sistemi di facciata ventilata e fotovoltaica facilmente adattabili alla conformazione di costruzioni realizzate con sistemi tradizionali. Esiste sul mercato, già oggi, qualche azienda che ha creduto ed investito nel Building-Integrated Photovoltaic. Anche l'ultimo grattacielo realizzato a Milano presenta un'intera facciata fotovoltaica. Non bisogna però credere che una facciata fotovoltaica sia realizzabile solo in costruzioni di grandi dimensioni. Si tratta di un prodotto industriale, costituito anche da componenti speciali frutto di anni di sperimentazioni ed applicazioni, ma, per aziende che trattano "Alta tecnologia" (High Tech) da decenni, diventa un "prodotto corrente". L'insieme delle esperienze e dei brevetti dell'azienda "facciatista" può dare un forte valore aggiunto allo sviluppo di soluzioni per realizzare facciate fotovoltaiche.

**Con i bonus costi di installazione ridotti e tanta energia gratuita per 20 anni.** I bonus vigenti consentono di coprire buona parte dei costi di fornitura e posa in opera di una facciata fotovoltaica per poi avere il 70-80% di energia gratuita per oltre un ventennio.

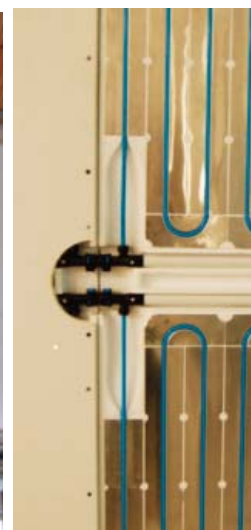
## CLIMATIZZAZIONE RADIANTE

Abitare in un ambiente riscaldato o raffrescato in forma disomogenea, come avviene in presenza dei comuni termosifoni e split, equivale ad abitare in condizioni di “comfort parziale” e, nei casi peggiori, anche di “discomfort” o addirittura di rischio malanno: una permanenza, anche non prolungata, sotto un getto di aria fredda quante volte ha provocato raffreddori, malori o febbre?. L’alternativa a questi sistemi esiste e si chiama “climatizzazione radiante”. Molto conosciuta nella versione di “riscaldamento a pavimento”, in realtà è installabile, altrettanto efficacemente, anche su soffitto e pareti e non solo per riscaldare ma, con integrazione di sistemi di deumidificazione e regolazione, anche per raffrescare. Anzi, il controsoffitto radiante è il più adatto a climatizzare gli ambienti nella stagione estiva pur senza perdere efficacia in quella invernale.

**Da cosa dipende il comfort.** La scelta dell’impianto di climatizzazione dovrebbe derivare da una riflessione base sul comfort che dipende:

- dalla giusta proporzione delle modalità di scambio termico cui siamo soggetti (irraggiamento, convezione, conduzione);
- dalla giusta modalità di traspirazione e sudorazione che induce l’ambiente in cui abitiamo;
- dall’uniformità della temperatura nelle varie parti dell’ambiente climatizzato.

Gli errori più comuni derivano dal non considerare questi fattori in fase di progettazione. Considerando che uno scambio termico per irraggiamento nella percentuale del 50% è prioritario per la salute del nostro corpo e tenendo poi conto del fattore umidità relativa, si può concludere che l’impianto che meglio può garantire il giusto comfort, è, appunto, quello radiante.



**Climatizzazione radiante a soffitto: il sistema più adatto nelle ristrutturazioni**, dato che non comporta né la demolizione del pavimento né la necessità di disporre di più centimetri di spessore nel pavimento per inserire tutto il pacchetto costituito da pannelli isolanti, tubazioni e massetto soprastante. A soffitto sono sufficienti circa 10 cm. per installare un sistema radiante e la riduzione di altezza utile, entro questa dimensione, è permessa dalle norme (vedi decreti del Ministero Sviluppo Economico in data 26.06.15, pubblicati in G.U. il 15.07.15).

**Climatizzazione radiante e Superbonus 110.** Per poter usufruire dei nuovi incentivi è necessario intervenire, prioritariamente, almeno su una delle seguenti parti dell’edificio: involucro, struttura (miglioramento antisismico), impianti. L’impianto radiante, di fatto, è “trainante” nelle costruzioni individuali e “trainato” in quelle condominiali. Ma in ambedue i casi è finanziabile con il Superbonus 110.

**Climatizzazione radiante ed efficienza energetica.** La sinergia tra pompa di calore (il cui impiego è decisamente promosso nella normativa del Superbonus 110) e sistemi radianti, è ampiamente dimostrato, permette i migliori risultati in termini di efficienza energetica in quanto la pompa di calore è in grado di assicurare, con il più alto rendimento, le basse temperature necessarie al fluido acqua che scorre nelle tubazioni dell’impianto radiante: in inverno circa 35°, in estate circa 15°.

**Climatizzazione radiante: una impiantistica più complessa** ma necessaria per conseguire il comfort più gradevole e più salutare. Nella scala delle priorità ciascuno può darle il posto che ritiene, a patto però di aver prima assunto tutta l’informazione necessaria sui diversi sistemi di climatizzazione in rapporto sia all’efficienza energetica che al comfort.