

# ENERGIA GRIGIA NEGLI EDIFICI AMMODERNATI

## GUIDA PER GLI SPECIALISTI DEL SETTORE COSTRUZIONI



**svizzera energia**

Il nostro impegno: il nostro futuro.

**EnFK**

Konferenz Kantonaler Energiefachstellen  
Conférence des services cantonaux de l'énergie  
Conferenza dei servizi cantonali dell'energia  
Conferenza dals posts spezialisads chantunals d'energia

**e c o -  
b a u**

Nachhaltigkeit im öffentlichen Bau  
Durabilité et constructions publiques



# INDICE

---

## INTRODUZIONE

- Obiettivo ..... 4
- Applicazione..... 4
- Struttura..... 4

## BASI

- Cos'è l'energia grigia? ..... 5
- Quota di energia grigia ..... 5
- Valutazione ..... 6
- Base di dati e procedura di calcolo ..... 6

## STRATEGIA

- Ciclo di rinnovo degli edifici ..... 8
- Basi strategiche dell'ammodernamento ..... 8
- Strategia di ammodernamento ..... 9

## ANALISI DELL'EDIFICIO

- Potenziali di ampliamento..... 10
- Requisiti della sostanza della costruzione ..... 10
- Gruppi principali..... 11

## CONCETTO DI AMMODERNAMENTO

- Concetto costruttivo ..... 12
- Concetto degli impianti tecnici ..... 13

## COSTRUZIONI E MATERIALI

- Grandezze d'influenza ..... 15
- Involucro esterno ..... 15
- Finitura interna..... 18

## RACCOMANDAZIONI

- Dieci punti principali ..... 21
- Partecipanti ..... 22
- Fonti ..... 22
- Bibliografia ..... 22

# INTRODUZIONE

---

Finora in campo energetico l'attenzione è stata principalmente rivolta all'involucro dell'edificio e all'energia d'esercizio. Per rispondere al meglio alle esigenze legate al fabbisogno termico, architetti e progettisti hanno elaborato accurati concetti di isolamento. Di conseguenza gli edifici moderni necessitano di molta meno energia termica rispetto a qualche anno fa. Avendo risolto il nodo del fabbisogno termico in primo piano vi sono ora altri ambiti del fabbisogno energetico; il focus si è spostato dall'energia termica verso l'energia globale. Gran parte del fabbisogno globale di energia è da ricondurre all'energia grigia necessaria per la costruzione e lo smantellamento degli edifici.

## OBIETTIVO

La crescente importanza attribuita all'energia grigia fa emergere la necessità di un pratico strumento ausiliario: nella presente guida vengono illustrati in modo chiaro e spiegati con semplicità i principali indici e meccanismi, al fine di agevolare gli specialisti che affrontano questa tematica. Ridurre l'energia grigia significa ottimizzare in buona parte anche i costi – una situazione vantaggiosa per tutti i partecipanti, dal committente al progettista, fino all'acquirente o al locatario.

La presente guida si rivolge agli specialisti del settore costruzioni e ad altre cerchie interessate ad approfondire il tema dell'energia grigia. Per tale motivo il presente documento è inteso come ausilio decisionale per la riduzione dell'energia grigia e non come base per il calcolo secondo il quaderno tecnico SIA 2032 «Energia grigia negli edifici», 2010.

## APPLICAZIONE

L'energia grigia rientra già in alcuni standard e label, con l'applicazione di diversi valori limite. Negli standard Minergie®-ECO e Minergie®-A è richiesta la prova dell'energia grigia. L'energia grigia costituisce uno dei temi fondamentali anche del quaderno tecnico SIA 2040 «La via SIA verso l'efficienza energetica», 2011, e uno dei settori portanti del certificato «Aree 2000 watt». Inoltre, l'energia grigia è inclusa anche nella valutazione dello standard della costruzione sostenibile svizzera (SNBS) e nel relativo label.

## STRUTTURA

La guida è suddivisa nelle seguenti parti:

- Basi
- Strategia
- Analisi dell'edificio
- Concetto di ammodernamento
- Costruzioni e materiali
- Raccomandazioni

e raffigura i quattro livelli principali – strategia, analisi, concetto e attuazione – del progetto. Le spiegazioni della presente guida permettono di approfondire le procedure e i meccanismi concernenti l'energia grigia. Il capitolo conclusivo espone dieci raccomandazioni che consentono di ottimizzare in modo semplice e rapido l'energia grigia.



Questa guida fa parte di un serie dedicata allo stesso argomento e comprendente le seguenti pubblicazioni:

- [Energia grigia negli edifici nuovi guida per gli specialisti del settore costruzioni](#)
- [Energia grigia negli edifici nuovi opuscolo per i committenti](#)
- [Energia grigia negli edifici ammodernati guida per gli specialisti del settore costruzioni](#)
- [Energia grigia negli edifici ammodernati opuscolo per i committenti](#)

LE BASI RELATIVE ALL'ENERGIA GRIGIA COSTITUISCONO UN'IMPORTANTE CONDIZIONE PER VALUTARE LA CONFORMITÀ E IL LIVELLO D'INTERVENTO DI UNA TRASFORMAZIONE.

## COS'È L'ENERGIA GRIGIA?

L'energia grigia è la quantità complessiva di energia primaria non rinnovabile necessaria per tutti i processi a monte, dall'estrazione della materia prima ai processi di produzione e lavorazione fino allo smaltimento, inclusa quella necessaria per i trasporti e i processi ausiliari. Viene anche definita come consumo cumulativo di energia non rinnovabile. L'unità di misura dell'energia grigia è kilowattora per metro quadrato all'anno (kWh/m<sup>2</sup>a). Al fine di poterla comparare con l'energia d'esercizio l'energia contenuta viene riferita a una superficie e un periodo di tempo. Le grandezze di riferimento adottate nella presenta guida sono la superficie di riferimento energetico A<sub>e</sub> secondo la norma SIA 380 «Basi per il calcolo energetico di edifici», 2015, e il tempo d'ammortamento secondo il quaderno tecnico SIA 2032, «Energia grigia negli edifici», 2010, errata corrige C1, 2013.

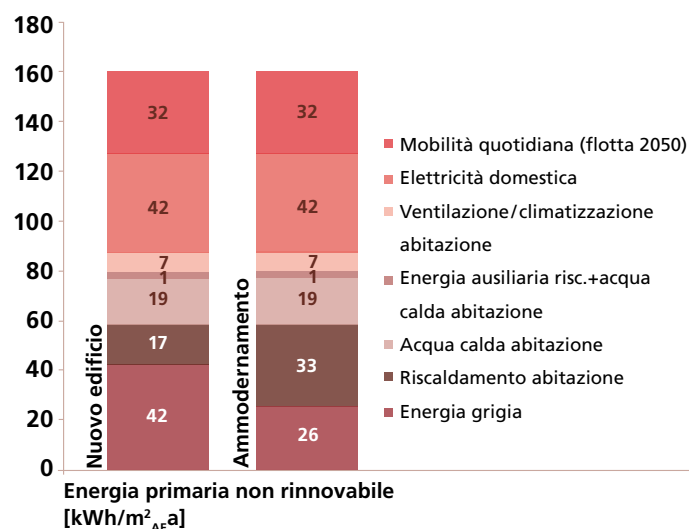


Il grafico presenta il limite di sistema dell'energia grigia. L'esercizio e la manutenzione di un edificio si trovano al di fuori del limite di sistema. Solitamente i trasporti e le attività in cantiere non sono inclusi nel calcolo.

## QUOTA DI ENERGIA GRIGIA

Nei moderni edifici nuovi l'energia grigia costituisce fino a un quarto dell'energia primaria necessaria per la costruzione, l'esercizio e la mobilità. Il seguente grafico raffigura un'abitazione plurifamiliare di nuova costruzione a confronto con un edificio ammodernato secondo i criteri Minergie.

Le uniche differenze che emergono dal grafico riguardano il livello



di fabbisogno termico abitazione e la quota di energia grigia. Nell'ammodernamento l'energia grigia è minore rispetto al nuovo edificio, in quanto nell'ammodernamento viene calcolata solo l'energia grigia supplementare. Ad esempio, essendo già esistente l'intera struttura portante dell'edificio viene considerata già ammortizzata (pagina 7). Diversamente, nell'ammodernamento il fabbisogno termico abitazione è superiore rispetto all'edificio nuovo, soprattutto a causa dei compromessi nell'isolamento dell'involucro edilizio.

## VALUTAZIONE

L'energia grigia è solamente una delle possibili analisi parziali di un ecobilancio. Nel quaderno tecnico SIA 2040 «La via SIA verso l'efficienza energetica», 2011, oltre all'energia primaria sono raffigurate anche le emissioni di gas serra e il relativo calcolo. Nelle pubblicazioni compare spesso anche il concetto di punti di impatto ambientale (PIA): si tratta di un'analisi globale dell'impatto ambientale. In Svizzera la base è costituita dagli «Ökobilanzdaten im Baubereich» 2009/1:2014.

Se di un prodotto si considera sia l'energia grigia, che i gas serra e i punti di impatto ambientale, si può constatare come i risultati non necessariamente siano congruenti. Poiché alla base di questi tre indici vi sono diversi punti di vista, un prodotto che contiene poca energia grigia può comunque avere un elevato valore in termini di impatto ambientale oppure provocare una quota elevata di gas serra. Fondamentalmente, tuttavia, l'energia grigia rappresenta un criterio valido per valutare i metodi di costruzione ecologici.

### ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE [MJ]

Energia primaria ottenuta da una fonte che tende a esaurirsi, ad es. uranio, petrolio greggio, gas naturale, carbone.

### EMISSIONI DI GAS SERRA [KG CO<sub>2</sub> EQ]

Il termine «emissioni di gas serra» designa gli effetti cumulati di diversi gas serra (CO<sub>2</sub>, metano, gas esilarante e altri gas con effetti sul clima) emessi nell'atmosfera. Esse sono riferite alla sostanza principale CO<sub>2</sub> ed espresse come quantitativo equivalente di CO<sub>2</sub> avente lo stesso effetto serra della totalità delle emissioni di gas serra.

### PUNTI DI IMPATTO AMBIENTALE [PIA]

I PIA quantificano l'impatto ambientale provocato dall'utilizzo delle risorse energetiche, del territorio e dell'acqua dolce, dalle emissioni nell'aria, nelle acque e nel suolo, nonché dall'eliminazione dei rifiuti. I punti di impatto ambientale sono noti anche con il termine di «metodo della scarsità ecologica»: presentano un quadro completo degli effetti sull'ambiente basato sulla politica ambientale svizzera e pertanto non sono comparabili con i punti di impatto ambientale applicati in Europa.

## PROCEDURA DI CALCOLO E BASE DI DATI

Al fine di facilitare la gestione dell'energia grigia e creare una base unitaria, sono stati redatti nuovi strumenti ausiliari e regolamenti che uniformano i calcoli e offrono ai progettisti una valida base di lavoro.

### QUADERNO TECNICO SIA 2032

Il quaderno tecnico SIA 2032 «Energia grigia negli edifici», 2010, mette a disposizione calcoli dell'energia grigia basati su procedure e fonti di dati unitarie, garantendo così calcoli comprensibili, comparabili e riproducibili. Si rivolge innanzitutto a progettisti e architetti affinché questa tematica sia maggiormente considerata nella progettazione degli edifici e, grazie a una gestione semplice, trovi una crescente diffusione.

Con l'aiuto del quaderno tecnico SIA 2032 si possono effettuare calcoli per edifici nuovi e ammodernati come pure singoli elementi costruttivi. L'energia grigia comprende tutti i processi relativi a un edificio o un elemento costruttivo: costruzione, investimento per la sostituzione e smaltimento tenendo conto dei tempi di ammortamento dei singoli elementi costruttivi.

Nella valutazione dell'energia grigia si distingue tra durata di utilizzo e tempo d'ammortamento:

#### Durata di utilizzo

Periodo previsto tra la messa in esercizio e la sostituzione di un elemento o di una parte d'impianto.

#### Tempo d'ammortamento

Periodo entro il quale viene ammortizzata l'energia grigia per la produzione e lo smaltimento.

### BASE DI DATI

Nello strumento di pianificazione «Ökobilanzdaten im Baubereich» la Conferenza di coordinamento degli organi della costruzione e degli immobili dei committenti pubblici (KBOB) ha pubblicato le basi di dati valide per la Svizzera per il calcolo dell'energia grigia. Si tratta di dati elaborati e provenienti dalla piattaforma internet ecoinvent (Empa, ETH). Grazie a questi valori è possibile determinare l'energia grigia, l'energia primaria complessiva, i gas serra e i punti di impatto ambientale dei comuni materiali da costruzione nonché dei sistemi e dei componenti degli impianti tecnici.

## CALCOLO DELLO STRATO DI MATERIALE

Calcolo dell'energia grigia per metro quadrato all'anno dell'isolamento di una soletta. I dati tecnici:

- lana di roccia 14 cm
- peso specifico apparente 90 kg/m<sup>3</sup>
- energia grigia 4,28 kWh/kg (KBOB)
- volume: 1,0 m · 1,0 m · 0,14 m = 0,14 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup><sub>BTF</sub>
- tempo d'ammortamento: 30 a (SIA 2032)

### Fase 1

Calcolo della massa per metro quadrato di superficie dell'elemento costruttivo (BTF):

$$90 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,14 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{BTF}} = 12,6 \text{ kg/m}^2_{\text{BTF}}$$

### Fase 2

Calcolo dell'energia grigia per metro quadrato di superficie dell'elemento costruttivo:

$$4,28 \text{ kWh/kg} \cdot 12,6 \text{ kg/m}^2_{\text{BTF}} = 53,9 \text{ kWh/m}^2_{\text{BTF}}$$

### Fase 3

Calcolo dell'energia grigia per metro quadrato di superficie dell'elemento costruttivo all'anno:

$$53,9 \text{ kWh/m}^2_{\text{BTF}} : 30 \text{ a} = 1,79 \text{ kWh/m}^2_{\text{BTF}} \cdot \text{a}$$

La lastra isolante contiene 1,8 kWh/m<sup>2</sup><sub>BTF</sub> a di energia grigia.

## CALCOLO NELL'ELEMENTO COSTRUTTIVO

L'esempio riguarda la soletta di uno scantinato isolata successivamente. Ogni strato di materiale aggiunto nel corso di un ammodernamento viene calcolato e sommato secondo il principio sopra esposto. L'energia grigia dell'elemento costruttivo esistente invece non rientra nel calcolo. Se la soletta di uno scantinato viene isolata con lana di roccia spessa 14 cm, dopo l'ammodernamento l'elemento costruttivo contiene 1,8 kWh/m<sup>2</sup><sub>BTF</sub> a di energia grigia. Inoltre l'isolamento viene rivestito.

In questo esempio di calcolo non si tiene conto del fissaggio.

- Pannello di truciolato 19 mm
- Peso specifico apparente 680 kg/m<sup>3</sup>
- Energia grigia: 2,5 kWh/kg (KBOB)
- Volume: 1,0 m · 1,0 m · 0,019 m = 0,019 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup><sub>BTF</sub>
- Tempo d'ammortamento: 30 a (SIA 2032)

### Fase 4

Calcolo dello strato di materiale come nelle fasi 1–3:

$$680 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,019 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{BTF}} \cdot 2,5 \text{ kWh/kg} : 30 \text{ a} = 1,08 \text{ kWh/m}^2_{\text{BTF}} \cdot \text{a}$$

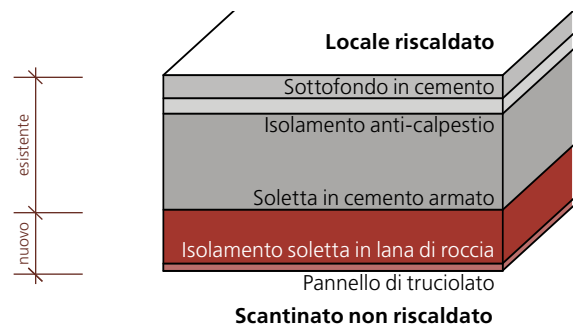
Il pannello di truciolato contiene 1,1 kWh/m<sup>2</sup><sub>BTF</sub> a di energia grigia.

### Fase 5

Calcolo dello strato di materiale come:

$$\text{isolamento } 1,8 \text{ kWh/m}^2_{\text{BTF}} \cdot \text{a} + \text{ pannello di truciolato } 1,08 \text{ kWh/m}^2_{\text{BTF}} \cdot \text{a} = 2,88 \text{ kWh/m}^2_{\text{BTF}} \cdot \text{a}$$

L'elemento costruttivo «soletta dello scantinato» contiene 2,9 kWh/m<sup>2</sup><sub>BTF</sub> a di energia grigia. Se la lastra isolante viene anche rivestita con un pannello di truciolato, la somma dell'energia grigia dell'elemento costruttivo aumenta di circa la metà.



Ogni ulteriore strato di materiale viene attentamente ponderato, in quanto influisce notevolmente sulla somma dell'energia grigia di un elemento costruttivo.

## CALCOLO NELL'EDIFICIO

Innanzitutto si moltiplica l'energia grigia di ogni singolo elemento costruttivo B [kWh/m<sup>2</sup><sub>BTF</sub> a] per la superficie totale BTF [m<sup>2</sup><sub>BTF</sub>] e si sommano poi tutti i prodotti. Al fine di poter comparare tra loro diversi edifici, questa somma viene divisa per la superficie di riferimento energetico A<sub>E</sub> [m<sup>2</sup><sub>AE</sub>].

### Fase 6

$$[\sum (B_1 \cdot BTF_1 + B_2 \cdot BTF_2 + \dots + B_n \cdot BTF_n)] : A_E = GE \text{ [kWh/m}^2_{\text{AE}} \cdot \text{a]}$$

Per consentire confronti tra gli edifici, il quaderno tecnico SIA 2032, «Energia grigia negli edifici», 2010 comprende delle semplificazioni (ad es. vengono tralasciati degli elementi costruttivi) e la definizione del tempo d'ammortamento degli elementi costruttivi.



### Bibliografia

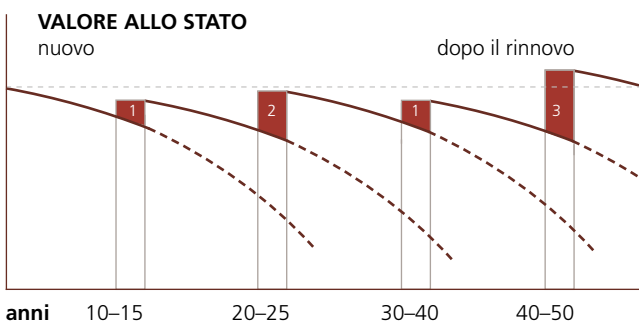
- Quaderno tecnico SIA 2032, «Energia grigia negli edifici», 2010, 1<sup>a</sup> edizione ed errata corrige
- Quaderno tecnico SIA 2040, «La via SIA verso l'efficienza energetica», 2011
- Ökobilanzdaten im Baubereich 2009/1:2014
- SIA 380, «Basi per il calcolo energetico di edifici», 2015

# STRATEGIA

UN CICLO DI RINNOVAMENTO PIANIFICATO IN MODO PREVIDENTE PRESUPPONE UN'ANALISI PERIODICA DELLA SITUAZIONE. DALL'ANALISI DELLA SOSTANZA DELLA COSTRUZIONE E DEL POTENZIALE DI MERCATO SI RICAVA UNA STRATEGIA DI AMMODERNAMENTO SU MISURA DELL'IMMOBILE.

## CICLO DI RINNOVAMENTO DEGLI EDIFICI

Gli edifici, e ogni singolo elemento costruttivo, sono sottoposti a un naturale processo d'invecchiamento. Senza i necessari interventi di rinnovamento alla sostanza della costruzione, diminuisce il valore allo stato dell'edificio. Il grafico evidenzia la correlazione fra misure di rinnovo e valore allo stato.



Il grafico evidenzia come a ogni mantenimento del valore (1) l'onere aumenta, per raggiungere nuovamente il precedente livello del valore allo stato. A seconda dell'entità e del livello d'intervento del rinnovo integrale (3) il valore allo stato è superiore o inferiore al valore al nuovo.

### Mantenimento del valore (1)

Dopo 10–15 anni sono necessarie le prime misure, ad esempio rinnovo di tappeti e rivestimenti delle pareti.

### Rinnovo parziale (2)

Dopo 20–25 anni è il momento di intervenire più in profondità nella sostanza della costruzione: oltre che la cucina, i locali sanitari e la finitura interna, il rinnovo riguarda anche parti dell'involucro edilizio e degli impianti tecnici.

### Rinnovo integrale (3)

Dopo 40–50 anni sono indispensabili interventi di rinnovo sostanziale degli impianti tecnici e dell'involucro edilizio, di tutti gli impianti e della finitura interna nella sua totalità.

## BASI STRATEGICHE DELL'AMMODERNAMENTO

In un ammodernamento le basi strategiche aiutano a decidere il livello degli interventi nell'edificio e l'importo del relativo investimento. Queste basi indicano da un lato lo stato attuale dell'edificio e dall'altro le condizioni quadro che caratterizzano l'immobile.

### ANALISI DELLA SOSTANZA DELLA COSTRUZIONE

La durata di utilizzo dei singoli elementi costruttivi o di parti di impianti, confrontata con il tempo di utilizzo sino a quel momento, fornisce prime indicazioni sullo stato complessivo dell'immobile. La base è data dal quaderno tecnico SIA 2047 «Rinnovo energetico degli edifici», 2015. Altri criteri di valutazione sono ad esempio l'ammontare del consumo energetico, lo stato dell'involucro edilizio, la disposizione delle stanze e le dimensioni degli appartamenti nonché il rispettivo standard di finitura interna. Considerando tutti questi aspetti risulta un quadro generale dell'attuale sostanza della costruzione.

### POTENZIALE DI MERCATO

Un influsso decisivo sulla scelta della strategia di ammodernamento è esercitato dalle condizioni quadro e dalle possibilità di sviluppo di un immobile. Oltre alla valutazione dell'attrattività dell'immobile in quanto a posizione, vista, collegamenti, approvvigionamento ecc., le prescrizioni in materia edilizia forniscono indicazioni sulle possibilità di utilizzazione e ampliamento.



Questo schema aiuta a designare la sostanza della costruzione e il potenziale di mercato e decidere così il livello d'intervento della strategia di ammodernamento.



## STRATEGIA DI AMMODERNAMENTO

Una strategia di ammodernamento adeguata e su misura dell'immobile si fonda sulle basi precedentemente elaborate. I progettisti si orientano al ciclo di rinnovamento dell'edificio, sfruttando le qualità della sostanza della costruzione esistente e il potenziale di mercato.

### PROGRAMMA DELLE MISURE

Un altro elemento per una strategia di ammodernamento mirata consiste nell'attuare le misure di rinnovo seguendo una tabella di marcia ottimale e coordinata. Se non vengono sostituite parti della sostanza della costruzione che hanno superato la loro durata di utilizzo, come minimo diminuisce il valore allo stato di un immobile, come mostra il grafico a pagina 8. Nel peggiore dei casi possono anche verificarsi dei danni all'edificio. Se invece queste parti della sostanza della costruzione vengono sostituite prima della scadenza del tempo d'ammortamento, questo comporta energia grigia supplementare.

### LIVELLO D'INTERVENTO

Ogni misura di rinnovo è sempre associata alla questione del livello d'intervento sulla sostanza esistente. L'intervento si limita a una riparazione oppure è volto anche ad accrescere il comfort abitativo? In questo ultimo caso, in che misura? Si tratta indubbiamente di decisioni basate su riflessioni di tipo economico, ma che influiscono direttamente anche sull'energia grigia. Distinguiamo quattro categorie d'intervento:

#### Mantenimento del valore

La sostanza della costruzione e il potenziale di mercato suggeriscono un livello d'intervento basso, con l'obiettivo di mantenere il comfort abitativo. L'obiettivo della progettazione è il rispetto delle prescrizioni legali.

#### Rinnovo parziale

Le misure volte a mantenere il valore, combinate con singoli interventi alla struttura dell'edificio che accrescono moderatamente il comfort abitativo, comportano un livello d'intervento medio. L'obiettivo della progettazione è uno standard Minergie®.

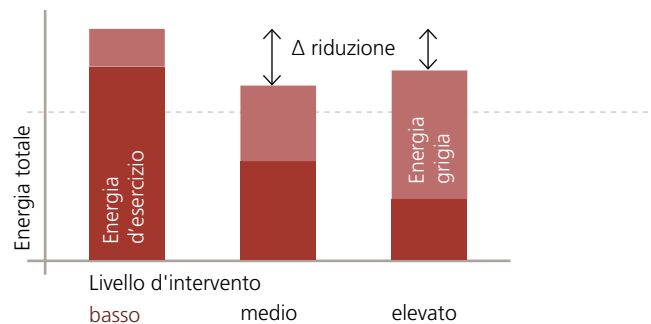
#### Rinnovo integrale

Se si punta a un aumento considerevole del valore, il corrispondente ciclo di rinnovamento di grande entità prevede ampi interventi nella struttura dell'edificio. Anche in questo caso l'obiettivo della progettazione è uno standard Minergie®.

### Edificio sostitutivo

Se la strategia di ammodernamento non è compatibile con la sostanza della costruzione, in particolare con la struttura dell'edificio, può essere sensato pensare a un edificio sostitutivo, ma solamente se viene costruito secondo uno standard Minergie® elevato o criteri analoghi.

Il seguente grafico mostra l'influsso del livello d'intervento sull'energia grigia. Maggiore è il livello d'intervento e minore è l'energia d'esercizio, mentre aumenta l'energia grigia. Se vengono fissati obiettivi di ammodernamento oculati, si ottiene una riduzione ottimale dell'energia totale.



Una strategia di ammodernamento ottimizzata comporta la massima riduzione possibile dell'energia totale.

### COSTI

Come mostrato nel calcolo dell'energia grigia a pagina 7, ad ogni strato di materiale aggiuntivo e ad ogni ulteriore elemento costruttivo aumenta l'energia grigia totale. In altre parole: l'energia grigia è un indice dell'ammontare dei costi di ammodernamento. Da ciò si ricava che un ammodernamento attuato con una consapevolezza dei costi tendenzialmente comporterà un aumento moderato dell'energia grigia di un edificio.



#### Bibliografia

- Quaderno tecnico SIA 2047, «Rinnovo energetico degli edifici», 2015
- SvizzeraEnergia, «L'ammodernamento energetico di edifici plurifamiliari», 2014
- Faktor Verlag Fachbuch «Gesund und ökologisch bauen mit Minergie®-ECO», 2015

# ANALISI DELL'EDIFICIO

---

IL FOCUS È POSTO SUI SETTORI DELL'EDIFICIO CHE PRESENTANO PUNTI DEBOLI, UN POTENZIALE AGGIUNTIVO E CHE CORRISPONDONO ALLA STRATEGIA SCELTA.

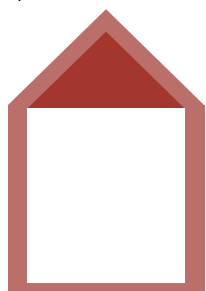
L'analisi dell'edificio evidenzia da un lato il potenziale di ampliamento e dall'altro i punti deboli della sostanza della costruzione. I risultati di questa analisi, insieme alla strategia di ammodernamento precedentemente stabilita, sfociano infine in un dettagliato concetto di ammodernamento.

## POTENZIALI DI AMPLIAMENTO

Circa un terzo dell'energia grigia è contenuta nella costruzione: questo spiega anche perché la strategia di ammodernamento deve essere in linea con la struttura dell'edificio. Se si interviene fortemente a livello di costruzione, l'edificio perde il controvalore in termini di energia grigia (grafico a pagina 11). Per aumentare la capacità di un edificio è molto più redditizio integrare le strutture esistenti.

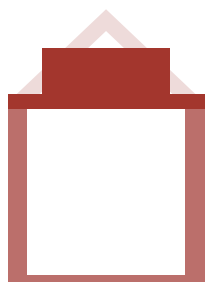
### INTEGRARE L'EDIFICIO ESISTENTE

Le prescrizioni in materia edilizia regolamentano in che misura è possibile realizzare delle integrazioni a un edificio. All'interno di questo margine di manovra, esistono diversi modi per aumentare lo spazio esistente.



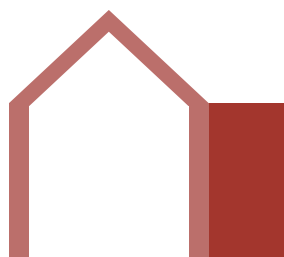
#### Trasformazione

Mantenendo la stessa pianta dell'edificio si può ampliare la superficie utile, ad esempio trasformando la soffitta in uno spazio abitabile oppure modificando la destinazione dei locali accessori nel seminterrato.



#### Sopraelevazione

Sostituendo un tetto inclinato con un piano attico si crea una superficie abitativa ampia e soprattutto di grande pregio. Il piano attico comprende anche lo spazio esterno percorribile.



#### Annessi/aggetti

Uno strato anteposto alla pianta esistente amplia la superficie utile esistente. Attraverso il nuovo spazio si può ampliare la zona soggiorno, dare una nuova disposizione a cucina, bagni o balconi oppure installare un ascensore.

È importante verificare nelle disposizioni in materia edilizia se viene perseguita una compattazione interna. In caso affermativo, potrebbe essere ammesso aggiungere un piano intero in combinazione con un piano attico. Se le prescrizioni permettono di ampliare la superficie costruita sul terreno in misura maggiore di quanto non occupi la costruzione esistente, un edificio sostitutivo – altamente efficiente in tutti i settori – consente di ampliare l'occupazione di persone sul terreno.

## REQUISITI DELLA SOSTANZA DELLA COSTRUZIONE

Da quando un edificio che necessita di ammodernamento è stato progettato e costruito sono cambiate molte cose: le esigenze abitative sono molto più elevate, la tecnica si è sviluppata, gli influssi sull'ambiente si sono inaspriti e le disposizioni legali sono più severe. Diverse parti dell'attuale sostanza della costruzione non soddisfano più i moderni requisiti, ad esempio in quanto a:

- comfort: correnti d'aria, basse temperature superficiali, ricambio d'aria, qualità dell'aria interna
- protezione fonica: rumori da calpestio, trasmessi per via solida e aerea nell'edificio, rumore da traffico e ambientale
- grado di equipaggiamento degli impianti tecnici: aerazione, impianti sanitari ed elettrici, ascensore
- dimensione delle stanze: soggiorno, cucina e sala da pranzo, locali umidi
- disposizioni legali: energia, protezione sismica, costruzioni senza barriere

Quali sono gli aspetti che disturbano e quali invece sono sopportabili e quindi, in ultima analisi, consentono di affittare o vendere? Se vi è un buon equilibrio tra i requisiti e le caratteristiche, risulta un livello d'intervento ottimizzato per l'edificio. Le disposizioni legali invece vanno tassativamente rispettate e non sono negoziabili.

## GRUPPI PRINCIPALI

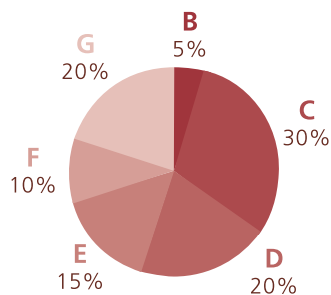
Come spiegato a pagina 9 il livello d'intervento influisce direttamente sulla somma dell'energia grigia. Conoscendo la ripartizione di tale somma tra le parti dell'edificio, è possibile gestire le misure e quindi l'aumento dell'energia grigia.

### QUOTA DI ENERGIA GRIGIA

Conformemente al Codice dei costi di costruzione Edilizia eCCC-E, 2012, in riferimento all'energia grigia un edificio viene suddiviso nei seguenti gruppi principali (di cui è indicato anche il relativo tempo d'ammortamento):

- B: Preparazione 40–60 anni
- C: Costruzione grezza 20–30 anni
- D: Impianti tecnici 30–40 anni
- E: Facciata 30–40 anni
- F: Tetto 30–40 anni
- G: Finitura interna circa 30 anni

Secondo alcuni studi la ripartizione tipica dell'energia grigia tra i singoli gruppi principali negli edifici nuovi (per gli edifici ammodernati non vi sono dati disponibili) è la seguente.



Dal grafico si evince che ca. un terzo dell'energia grigia è da ricondurre al gruppo principale C Costruzione grezza. Come descritto nel paragrafo «Potenziali di ampliamento» a pagina 10, questo gruppo presenta il controvalore maggiore da gestire con cautela e da mantenere il più possibile. Se gli elementi costruttivi di diversi gruppi principali sono facilmente separabili fra loro, è più semplice sostituire gli elementi costruttivi con una durata di utilizzo più breve.

### PRINCIPALI CARATTERISTICHE

Per ognuno di questi gruppi principali sono riportati i principali elementi dell'analisi e i relativi risultati.

#### B: Preparazione

Nell'ammodernamento si approfitta dei lavori eseguiti in fase di costruzione, ad esempio lo scavo.

#### C: Costruzione grezza

Viene individuata la struttura primaria, utilizzata a seconda del suo scopo o mantenuta, e si verifica se può sopportare carichi supplementari.

#### D: Impianti tecnici

Si verifica lo stato e la funzionalità delle condotte di distribuzione e smaltimento nonché di distribuzione elettrica che – proprio considerando il tempo d'ammortamento relativamente breve – vengono rinnovate in modo moderato conformemente allo scopo.

#### E: Facciata

Viene verificato il tempo d'ammortamento del materiale della facciata e si valuta l'isolamento termico esistente. Il fabbisogno termico non è l'unico criterio da considerare; bisognerebbe piuttosto armonizzare l'energia primaria non rinnovabile del riscaldamento con l'energia grigia (pagine 13–14). Nella maggior parte dei casi l'installazione di finestre nuove porta un considerevole miglioramento; pertanto vale la pena una sostituzione – anche in questo caso dato il tempo d'ammortamento relativamente breve.

#### F: Tetto

Determinante ai fini del tempo d'ammortamento dell'intera struttura del tetto è la copertura.

#### G: Finitura interna

Per quanto riguarda arredi fissi, rivestimenti dei pavimenti, pareti e solette sono fondamentali in particolare le esigenze di carattere estetico che determinano quindi la scelta del mantenimento o della sostituzione. Spesso tuttavia sono proprio queste caratteristiche a conferire un fascino particolare a un vecchio edificio.



#### Bibliografia

- interact, Hochschule Luzern, Technik und Architektur Die Typologie der Flexibilität im Hochbau, 2008
- eCCC-E, Codice dei costi di costruzione Edilizia, 2012

# CONCETTO DI AMMODERNAMENTO

---

SULLA BASE DELL'ANALISI DELL'EDIFICIO SI ELABORA UN CONCETTO CHE VALORIZZA LE STRUTTURE ESISTENTI E NON MASSIMIZZA, BENSÌ OTTIMIZZA LE MISURE PREVISTE.

Insieme ai risultati dell'analisi dell'edificio la strategia di ammodernamento stabilita costituisce la base per un concetto di ammodernamento organico e include i due temi edificio e impianti tecnici. Il primo tema comprende le strutture spaziali e il secondo i sistemi tecnici; questi ultimi regolano e integrano attivamente il comfort, cosa che l'involucro edilizio da solo non è in grado di fare.

## CONCETTO COSTRUTTIVO

Nelle misure volte al mantenimento del valore il concetto costruttivo rimane perlopiù invariato. Se la strategia di ammodernamento punta a un rinnovo parziale o integrale – ossia con un livello d'intervento da medio a elevato – le misure comprendono anche interventi alla struttura dell'edificio. Nella consapevolezza che questi interventi sono associati a elevate quote di energia grigia, i progettisti hanno la possibilità, nell'ambito delle disposizioni legali, di gestire in modo radicale queste quote. La seconda grandezza è rappresentata dalla scelta delle misure volte ad un aumento del valore, a seconda della situazione del mercato. Entrambe queste grandezze determinano il concetto costruttivo e influiscono in maniera determinante sulla somma dell'energia grigia.

## TRASFORMAZIONE

Per i motivi esposti le trasformazioni dovrebbero essere eseguite con interventi minimi alla struttura dell'edificio, in particolare al sistema statico, e limitarsi a modifiche della pianta dell'appartamento riguardanti le pareti non portanti. Se tuttavia si interviene nell'area dell'ingresso o si modifica la destinazione del piano terra, si dovrà affrontare la questione di una semplice distribuzione verticale del carico. Lo stesso vale per la trasformazione della soffitta a scopo abitativo. Un altro intervento tipico di una trasformazione è l'ottimizzazione della disposizione e delle dimensioni delle stanze. In particolare nei locali umidi e nella cucina è importante trasformare i risultati dell'analisi dell'edificio in decisioni concrete che limitino il più possibile le quote aggiuntive di energia grigia. Concretamente il rinnovo dei locali umidi e della cucina offre svariate possibilità di ottimizzazione: ad esempio si possono raggruppare le condutture in modo da ridurre il tracciato, posarle all'interno di colonne montanti verticali e canali affinché siano

accessibili e ottimizzarle sotto il profilo della protezione fonica. A seconda della situazione, i progettisti prevedono ulteriori spazi di riserva per future trasformazioni. Gli altri ambiti d'intervento di una trasformazione sono descritti nel capitolo «Costruzioni e materiali» da pagina 15.

Una delle esigenze più frequenti nell'ambito di una trasformazione è l'installazione di un ascensore. Questa esigenza comporta un intervento di vasta portata nella struttura dell'edificio che può comportare una sensibile riduzione della superficie utile. L'installazione di un ascensore, insieme a tutte le relative misure complementari, implica inoltre una quota elevata di energia grigia. Se l'ascensore viene installato sulla parete esterna risulta molto più sostenibile, sempre che sia compatibile con la struttura della pianta.

## SOPRAELEVAZIONE

L'interazione di diversi fattori d'influsso può essere illustrata in modo esemplare nel caso della realizzazione di un nuovo piano attico. Alcune analisi dimostrano che il tipo di costruzione in sé non è determinante ai fini del bilancio. Che si tratti di una costruzione massiccia oppure leggera non è così determinante quanto invece le misure conseguenti che potrebbero rendersi necessarie. Se ad esempio, a causa del maggior peso, bisogna rinforzare la struttura portante, questo intervento inciderà sul bilancio dell'energia grigia.

## ANNESI/AGGETTI

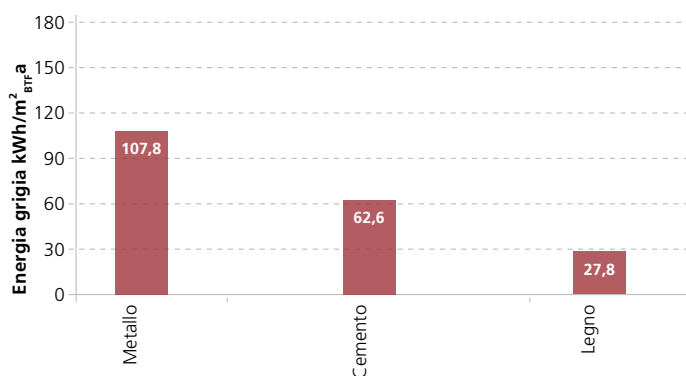
Gli elementi aggiunti all'esterno dell'edificio, sia aperti che chiusi, offrono svariate possibilità per mantenere le strutture esistenti e la superficie utile ampliando nel contempo lo spazio. A seconda della destinazione di questi ampliamenti il regolamento edilizio prevede margini di manovra di varia entità. Se addirittura è possibile realizzare un annesso, questo intervento permette di ampliare lo spazio abitativo oppure di creare spazio per una nuova cucina o locali umidi aggiuntivi.

Nel quadro di un'ottimizzazione dell'energia totale dell'edificio gli strati di nuova costruzione richiedono una qualità sotto il profilo energetico analoga a quella dei nuovi edifici. E nell'ottica di interventi nella struttura dell'edificio il più possibile contenuti non è sensato posare tutti i collegamenti in un nuovo strato della costruzione. Oltre all'installazione di un ascensore, un chiaro aumento del comfort abitativo è dato anche dalla realizzazione di balconi. Separati sotto il profilo statico ed energetico dalla facciata, sono realizzabili con costruzioni in cemento, legno o metallo per una struttura modulare su diversi piani.

Note relative al calcolo

Le necessaria fondazione è simile in tutti i tipi di costruzione e la protezione contro le cadute è variabile. Per un confronto della quota di energia grigia questi due elementi sono stati esclusi dal calcolo. Inoltre non è stato contemplato il fatto che una costruzione in cemento comprende anche il pavimento del balcone. Sia nella costruzione in legno che in quella in metallo per la superficie utile dei balconi è necessario inoltre un rivestimento tipico della costruzione.

#### BALCONI



Questo grafico mostra in modo esemplare l'influsso che esercita la scelta della costruzione e dei materiali sull'energia grigia.

Il grafico mostra le notevoli differenze nella quota di energia grigia a seconda della costruzione. Nonostante richieda anche un rivestimento del balcone, ad esempio travetti di irrigidimento e assiti per pavimento, la costruzione in legno, come pure quella in cemento, è molto più vantaggiosa rispetto alla costruzione in metallo.

## CONCETTO DEGLI IMPIANTI TECNICI

I diversi impianti tecnici garantiscono innanzitutto il comfort dei locali interni durante tutto l'anno. Tradizionalmente negli edifici residenziali a nord delle Alpi il focus è posto sull'impianto di riscaldamento (garanzia di una temperatura interna in inverno), sugli impianti sanitari (acqua fredda e calda, acque di scarico) e sull'impianto elettrico (approvvigionamento elettrico, multimedia). Un altro settore che esercita un forte influsso, soprattutto negli edifici nuovi, è la ventilazione che assicura una buona qualità dell'aria interna (afflusso di aria fresca, deflusso di odori e umidità). Rispetto agli edifici nuovi negli edifici esistenti il grado di installazione degli impianti è notevolmente inferiore: il calore viene distribuito attraverso i caloriferi, esiste un locale umido per ogni appartamento e una presa elettrica per ogni stanza.

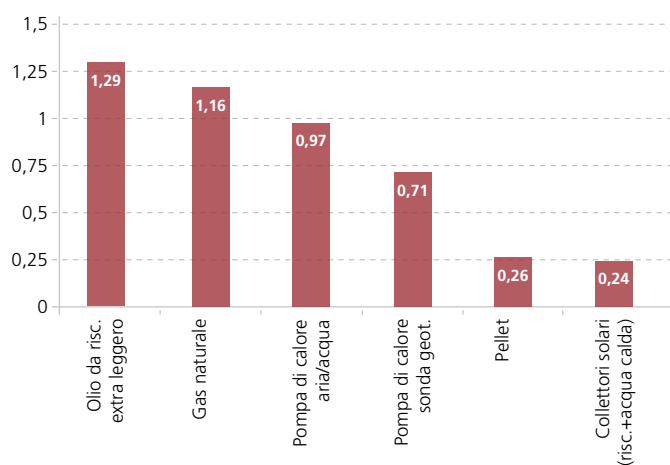
## RISCALDAMENTO

L'impianto di distribuzione di calore tipico degli edifici esistenti, tramite caloriferi, dovrebbe essere mantenuto il più a lungo possibile. Lo stesso vale per le condotte di distribuzione, la cui sostituzione spesso comporta la realizzazione di nuove colonne montanti e quindi di interventi nella struttura primaria dell'edificio. In questi casi vale la pena considerare la possibilità di posare le nuove condotte di distribuzione a vista – come era consuetudine tempo fa – oppure in una colonna montante facilmente accessibile. La sostituzione del tradizionale impianto con caloriferi con un impianto a pavimento ha senso se è necessario anche un nuovo rivestimento del pavimento, sottofondo compreso. Gli impianti di riscaldamento a pavimento consentono una certa libertà nella scelta del vettore termico. Tuttavia il necessario sottofondo va quasi sempre a modificare l'altezza dei locali e di conseguenza implica tutta una serie di onerose modifiche: modificando il bordo superiore del pavimento finito, l'altezza dei davanzali delle finestre potrebbe non essere più a norma e si dovrebbero modificare architravi, telai e pannelli delle porte, come pure in certi casi anche interruttori e prese elettriche. Si tratta quindi di una decisione da ponderare con estrema attenzione. Se con la trasformazione l'involucro edilizio viene ottimizzato sotto il profilo energetico, si riduce automaticamente il fabbisogno termico. In questo modo è possibile diminuire la temperatura di mandata e anche in questo caso la scelta del tipo di produzione di calore comprende ulteriori possibilità. Viceversa, spesso la fine della durata di utilizzo di un vettore termico è l'occasione per un'ottimizzazione energetica dell'edificio o per porsi la questione di quale vettore di energia primaria e quale trasformazione scegliere.

Il seguente grafico mostra i valori dell'energia primaria non rinnovabile, ipotizzando che tutti i vettori energetici soddisfino il medesimo fabbisogno di energia utile. Per meglio comprendere l'interazione fra energia grigia ed energia primaria per l'esercizio si rimanda al grafico a pagina 5.

## VETTORE TERMICO

### ENERGIA PRIMARIA, NON RINNOVABILE PER kWh<sub>ENERGIA UTILE</sub>



I vettori energetici fossili olio e gas presentano i valori peggiori, mentre le pompe di calore risultano una scelta migliore. Pellet e collettori solari si avvantaggiano dell'elevata quota di energia rinnovabile.

## RINNOVO DELL'ARIA

In particolare con la sostituzione di vecchie finestre con finestre di nuova generazione dall'elevata tenuta ermetica il rinnovo dell'aria assume maggiore importanza, poiché soprattutto occorre far defluire l'umidità in modo mirato. A questo punto si pone la questione del ricambio d'aria controllato nelle stanze. Nella scelta del sistema è importante tenere conto del livello d'intervento e della proporzionalità. Se in un edificio nuovo l'installazione di un impianto di ventilazione controllata, in particolare con condotte nelle solette, rappresenta oggi lo standard, negli interventi di trasformazione la scelta è tra quattro sistemi:

- ventilazione tramite finestre manuale
- ventilazione tramite finestre automatizzata
- soluzione per il deflusso dell'aria e sistemi di diffusione dell'aria esterna
- ventilazione controllata

La ventilazione tramite finestre manuale non comporta alcun intervento e alcuna quota di energia grigia. In alternativa le finestre possono essere automatizzate. Alcuni edifici esistenti dispongono già di impianti centrali di deflusso: si tratta degli aspiratori per toilette. Tuttavia con la sostituzione delle finestre occorre risolvere in modo controllato l'aspetto dell'afflusso dell'aria esterna, attraverso ad esempio i sistemi di diffusione dell'aria esterna o feritoie delle finestre. Per un impianto centrale di deflusso dell'aria le necessarie colonne montanti comportano interventi di medio livello nella struttura primaria. Se la scelta cade sulla ventilazione controllata, occorre definire le colonne montanti per l'aria esterna e per afflusso e deflusso. Per la distribuzione orizzontale e le condutture dell'aria si può ricorrere a soluzioni onerose come la realizzazione di controsoffitti. La scelta tra condutture a vista o nascoste incide sulla quota di energia grigia. Le necessarie misure costruttive, quali la necessità di realizzare un locale tecnico e gli spacchi per le colonne montanti possono essere altrettanto onerose quanto gli impianti tecnici stessi.

## IMPIANTI FOTOVOLTAICI

Le condizioni per lo sfruttamento dell'energia solare sono comparabili con quelle di un nuovo edificio. Oltre ai comuni impianti sul tetto sono sempre più diffuse anche le soluzioni fotovoltaiche integrate nella facciata. La produzione di moduli fotovoltaici richiede una quota elevata di energia. Un impianto fotovoltaico in grado di soddisfare nel bilancio annuo il fabbisogno energetico di una casa unifamiliare a efficienza energetica, accresce il fabbisogno di energia grigia della casa del 20%. Tuttavia questo costo in termini di energia grigia viene più che compensato dalla produzione di elettricità dell'impianto fotovoltaico che quindi risulta essere un investimento sensato. Il periodo esatto di payback dipende dal modulo fotovoltaico scelto, dalla sottostruttura e dall'ubicazione dell'edificio (irraggiamento solare). Solitamente l'energia necessaria alla produzione dell'impianto fotovoltaico è compensata già dopo 2–3 anni.



### Bibliografia

- SvizzeraEnergia, opuscolo «L'aerazione negli edifici – Concetti di aerazione adeguati nel rinnovamento degli edifici residenziali», 2014

# MATERIALI DA COSTRUZIONE

QUESTO CAPITOLO DESCRIVE LA FASE CONCRETA DI SCELTA DEI MATERIALI

## GRANDEZZE D'INFLUENZA

Applicando i seguenti criteri di base è possibile effettuare una stima dell'energia grigia. I valori indicati nei grafici sono indipendenti dal prodotto e aiutano a scegliere il gruppo di materiali più adeguato.

## PROCESSO DI PRODUZIONE

Poiché, oltre all'energia per lo smaltimento, l'energia grigia comprende soprattutto l'energia per la produzione, la relativa quota è determinante. Quanta più energia richiede il processo produttivo di un materiale e tanto maggiore sarà l'energia grigia del materiale stesso.

Tre sono i fattori che determinano il contenuto di energia grigia:

- estrazione del materiale
- quota di riciclaggio
- numero e tipo di fasi di lavorazione

Ad esempio i materiali da costruzione ottenuti da materie prime di facile estrazione tendenzialmente sono migliori rispetto ai materiali ottenuti da materie prime la cui estrazione richiede molta energia. I prodotti altamente raffinati che necessitano di numerose fasi di produzione e con un notevole dispendio di energia contengono più energia grigia rispetto ai prodotti semplici. I processi di fusione, combustione ed essiccazione e la relativa energia termica producono valori elevati di energia grigia.

Anche il ricorso a una quota di materiale riciclato al posto delle materie prime permette di ridurre l'energia grigia, sempre che la lavorazione di questo materiale non sia essa stessa da considerare energivora. Per produrre materiale isolante in cellulosa ad esempio, si utilizza la carta straccia lavorata (nuova sfibratura). Il calcestruzzo riciclato invece contiene pressoché la stessa quantità di energia grigia del calcestruzzo convenzionale, poiché presenta un maggior fabbisogno di cemento. L'utilizzo del calcestruzzo riciclato è comunque consigliabile sotto il profilo della tutela delle risorse.

## INVOLUCRO ESTERNO

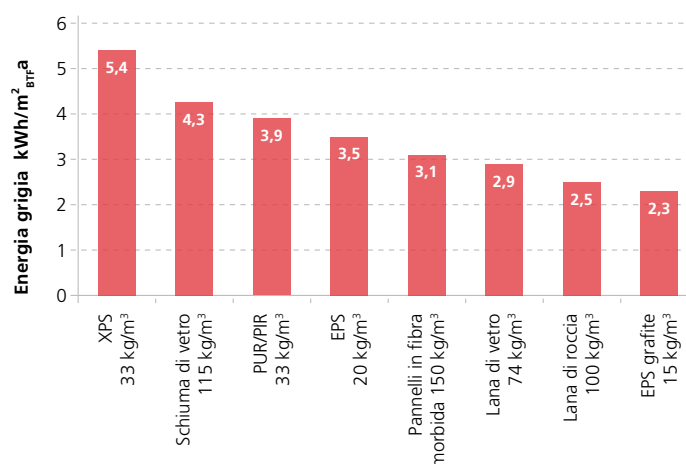
Nell'ambito di una trasformazione assume particolare rilevanza l'isolamento delle pareti esterne, poiché un involucro edilizio ottimizzato sotto il profilo energetico riduce anche il fabbisogno di energia d'esercizio. La scelta di strutture e materiali isolanti è ampia e comprende, ad esempio, i prodotti in lana minerale, quali lana di roccia o di vetro, o i prodotti di origine petrolifera (PIR, XPS, EPS con e senza additivi).

## FACCIATA COMPATTA

Il seguente grafico presenta diversi materiali isolanti per facciate compatte. Tutti i tipi di materiali, di cui è indicata la densità, sono riferiti al medesimo coefficiente di trasmittanza termica (valore U di 0,2 W/m<sup>2</sup>K). A seconda delle caratteristiche del materiale cambia lo spessore dello strato applicato; inoltre a seconda della densità varia il contenuto di energia grigia che notoriamente è riferito alla quantità di materiale. Da questa interazione è evidente che non si può semplificare affermando che «gli isolanti pesanti incidono sfavorevolmente sulla quota di energia grigia». Maggiormente determinanti sono invece tre fattori: spessore del materiale, densità del materiale ed energia grigia di ogni materiale.

## ISOLAMENTO FACCIATA COMPATTA

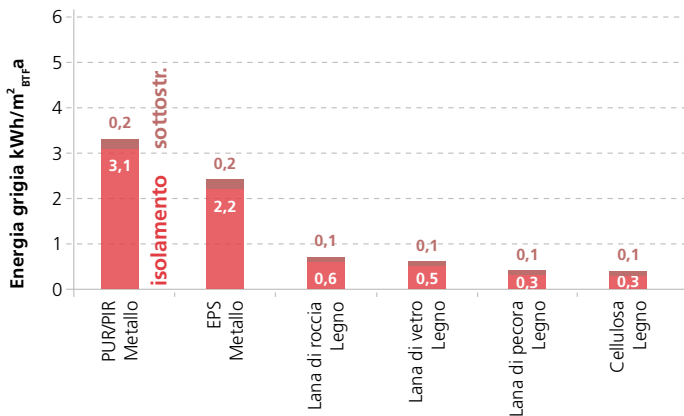
VALORE U 0,20 W/m<sup>2</sup>K



## FACCIATA VENTILATA

Le facciate ventilate si differenziano dalle facciate compatte per due aspetti fondamentali: hanno un tempo d'ammortamento di 40 anni anziché di 30 e permettono l'utilizzo di altri isolanti più leggeri. In tal modo cambia anche l'ordine dei singoli materiali isolanti. Particolarmente buona la prestazione degli isolanti leggeri – ad es. nell'isolamento tra i correntini – tra i quali spiccano la cellulosa con la sua quota elevata di riciclaggio e la lana di pecora, una sostanza isolante naturale. Analoghe sono le prestazioni degli isolanti minerali quali lana di roccia e lana di vetro, il cui peso volumetrico, a confronto con la funzione di base per l'intonaco delle facciate compatte, ammonta qui a solo un quarto, con la conseguente riduzione dell'energia grigia.

## ISOLAMENTO PER FACCIATA VENTILATA CON SISTEMA DI FISSAGGIO



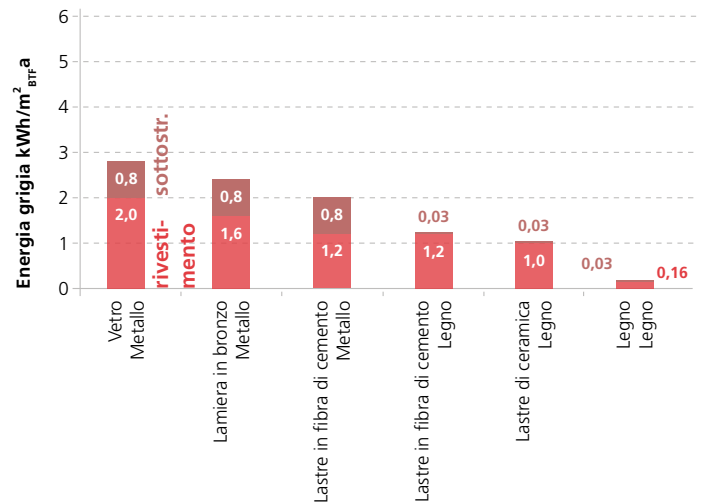
## SOTTOSTRUTTURA

Solitamente le sottostrutture vengono realizzate in legno o metallo. Lo spessore del materiale della sottostruttura dipende sempre dagli elementi fissati su di essa: quanto più sono pesanti e tanto più massiccia sarà la sottostruttura. E questo indipendentemente dall'utilizzo della sottostruttura: per il rivestimento di pareti esterne – come nel seguente esempio –, per le strutture su pareti interne, per contropareti o controsoffitti. Nonostante l'esecuzione più snella rispetto a quelle in legno, per l'elevata densità del materiale e il processo di produzione intensivo le sottostrutture in metallo fanno lievitare di molto la quota di energia grigia.

## RIVESTIMENTO DI PARETI ESTERNE

Analogamente all'isolamento delle pareti esterne anche per i rivestimenti delle pareti esterne sono disponibili diversi materiali. Se alla sottostruttura aggiungiamo rivestimenti pesanti e il notevole spessore dell'isolamento, possono risultare combinazioni di materiali estremamente sfavorevoli. Nel seguente grafico sono presentate alcune di queste possibili combinazioni.

## RIVESTIMENTO VENTILATO, CON SOTTOSTRUTTURA



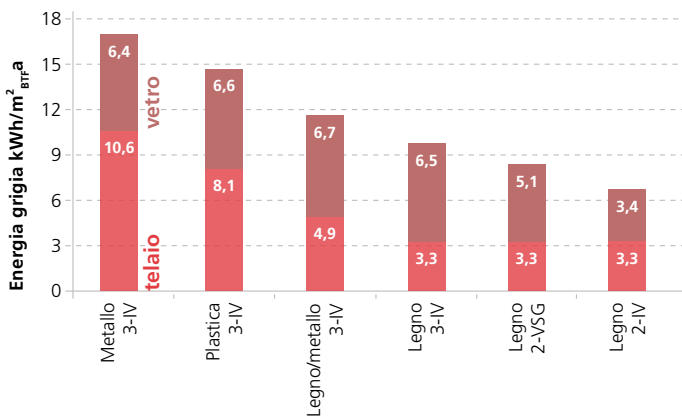
L'impiego del vetro presenta il valore peggiore e ha senso solo se combinato con una sottostruttura in metallo; un rivestimento in legno invece viene sempre fissato su una sottostruttura in legno. La differenza del fattore tra queste due tipologie è di circa 15! Questo dimostra l'enorme importanza di una scelta consapevole del materiale. Inoltre la differenza a seconda dei tipi di sottostruttura è evidente nei due esempi con il rivestimento di lastre in fibra di cemento e ammonta a 0,8 kWh/m<sup>2</sup><sub>BTF</sub>.



## FINESTRE

Spesso la sostituzione delle finestre deve essere eseguita ancora prima del rinnovo della facciata esterna. La questione principale nella sostituzione delle finestre è costituita dalla scelta del materiale per il telaio e dal tipo di vetro. Nel grafico seguente sono riportati i valori di energia grigia di una finestra di riferimento di 1,15 · 1,55 metri in base al materiale per il telaio e al tipo di vetro. La larghezza del telaio varia a seconda del materiale scelto; pertanto qui il riferimento è dato dalla grandezza assoluta e non dal coefficiente di trasmittanza termica.

### MATERIALE DEL TELAIO E VETRO



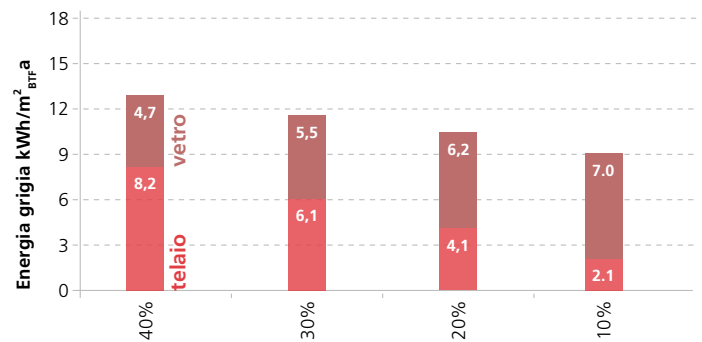
Anche in questo caso i materiali caratterizzati da un processo di produzione elaborato sono quelli con il maggior contenuto di energia grigia. I telai in metallo e plastica sono nettamente svantaggiati in questo senso rispetto a quelli in legno. L'energia grigia del vetro rimane praticamente costante ed è indipendente dal materiale del telaio.

Il vetro isolante a doppio strato (2-IV) è migliore rispetto al vetro di sicurezza stratificato (2-VSG) e il vetro isolante a triplo strato (3-IV) comporta il maggior quantitativo di energia grigia. Naturalmente in questa analisi non è inclusa l'energia d'esercizio e i risultati sono riferiti esclusivamente all'energia grigia.

Mentre la scelta del vetro avviene probabilmente più sulla scorta di riflessioni riguardanti l'energia d'esercizio, nella scelta del materiale del telaio spesso vi è maggiore libertà. La differenza in un vetro isolante a triplo strato va dai 10 kWh/m²<sub>BTF</sub> di una finestra in legno ai 17 kWh/m²<sub>BTF</sub> di una in metallo. Si tratta di valori molto elevati rispetto ad altri elementi costruttivi; di conseguenza è raccomandabile anche in questo ambito effettuare una scelta ben ponderata.

Oltre alla scelta del materiale per il telaio e del vetro un ruolo da non sottovalutare è svolto anche dalla quota di telaio: se aumenta per la presenza di diversi battenti, traverse decorative o a causa delle dimensioni ridotte delle finestre, questo si ripercuote in modo netto sul risultato. Poiché nell'ambito di una trasformazione le dimensioni assolute delle finestre sono modificabili in modo estremamente limitato, è sempre opportuno valutare ad esempio una riduzione del numero dei battenti o l'effettiva necessità delle traverse decorative come elemento formale.

### QUOTA DI TELAIO FINESTRE IN LEGNO, VETRO 3-IV

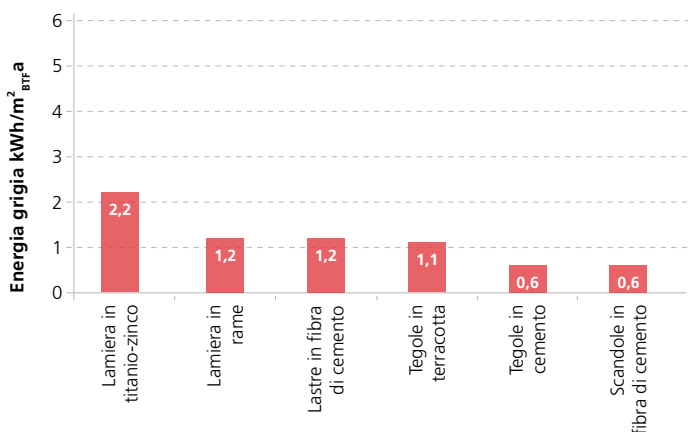


Questo grafico mostra le quote di telaio caratteristiche per finestre da molto grandi a piccole, sulla base di un telaio in legno. Le differenze si acquisiscono con altri materiali del telaio, poiché il telaio, rispetto al vetro, comporta una quota molto superiore di energia grigia.

## COPERTURE DI TETTI INCLINATI

La scelta del materiale può essere effettuata sempre da diverse prospettive. Il seguente grafico mette a confronto diversi tipi di copertura; viene preso in esame solamente lo strato del tetto con funzione di scorrimento dell'acqua, senza sottostruttura. Quest'ultima viene perlopiù realizzata in legno e praticamente non è determinante nel bilancio dell'energia grigia oppure è molto simile in tutti i tipi di copertura.

### COPERTURA DEL TETTO, SENZA SOTTOSTRUTTURA



A causa del processo di cottura, in questa analisi le tegole in terracotta risultano peggiori delle tegole in cemento. Possono emergere forti differenze anche a causa dello spessore del materiale: le scandole in fibra di cemento sono spesse la metà rispetto alle lastre in fibra di cemento e pertanto anche la loro quota di energia grigia è dimezzata. Il processo di produzione dei metalli richiede molta energia: di conseguenza questo materiale presenta valori pessimi e inoltre ha un impatto negativo sulle acque e non è raccomandabile dal punto di vista ecologico per la copertura dei tetti.

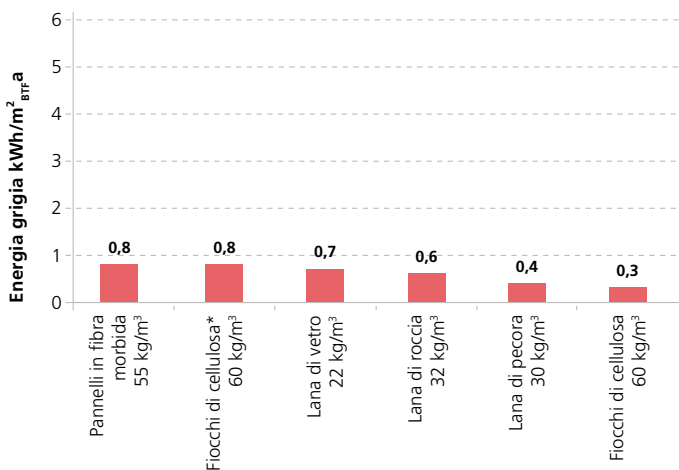
## FINITURA INTERNA

Anche nel caso dei materiali isolanti occorre fare una scelta adeguata – che si tratti dell'isolamento tra correntini o della soletta dello scantinato. Anche le nuove pareti divisorie possono essere realizzate con modalità molto diverse; altrettanto dicasi del loro rivestimento o del rivestimento del pavimento.

### ISOLAMENTO TRA I CORRENTINI

Una misura di facile realizzazione consiste nell'isolamento del tetto tra i correntini; per questo intervento si addice una gamma di materiali isolanti con un basso peso specifico apparente. Ai fini del confronto tutti i materiali isolanti sono riferiti al medesimo valore U e considerati come strato omogeneo, ossia senza considerare l'influsso dei correntini esistenti.

### ISOLAMENTO TRA I CORRENTINI VALORE U 0,20 W/m²K



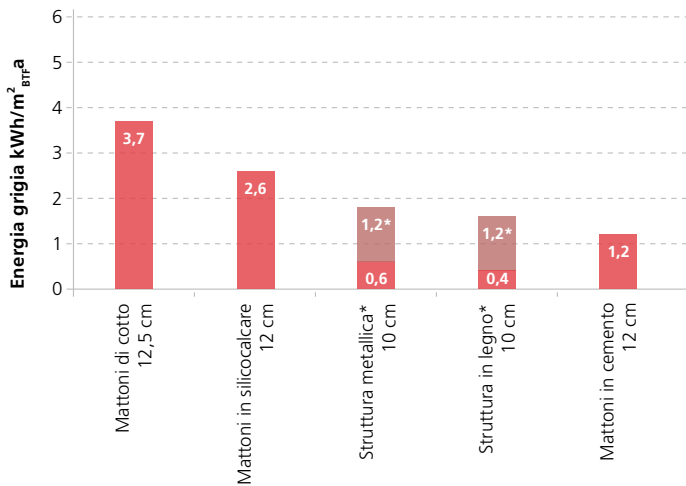
\*con pannello a tre strati da 10 mm

I risultati migliori sono quelli dei materiali con un'elevata quota di riciclaggio, ad esempio i fiocchi di cellulosa, oppure che non necessitano praticamente di lavorazione, come la lana di pecora. Il grafico mostra come gli strati di rivestimento aggiuntivi facciano aumentare anche l'energia grigia. Utilizzando la cellulosa per isolare una cavità nel livello del tetto, la quota di energia grigia è estremamente ridotta. Tuttavia, se è necessario rivestire i travetti (in questo caso con un pannello grezzo a tre strati spesso 10 mm) come superficie portante per l'isolamento in cellulosa o per motivi estetici, il quadro cambia radicalmente. In questo caso il rivestimento apporta più energia grigia del materiale isolante stesso. La quota di energia grigia viene poi influenzata da eventuali strati aggiuntivi e dalla scelta del materiale impiegato. La forte differenza nella quota di energia grigia tra pannelli in fibra morbida o fiocchi di cellulosa si presenta in modo analogo se l'isolamento necessita o meno di un ulteriore rivestimento.

## PARETI DIVISORIE

In fase di trasformazione è possibile modificare la disposizione dei locali realizzando delle pareti divisorie non portanti. A tale scopo si può scegliere tra metodi di costruzione leggeri o massicci. Come già spiegato, nel caso di una costruzione leggera la grandezza determinante è data dalla scelta della sottostruttura poiché le strutture in metallo presentano valori peggiori rispetto a quelle di legno.

## PARETI DIVISORIE, NON INTONACATE



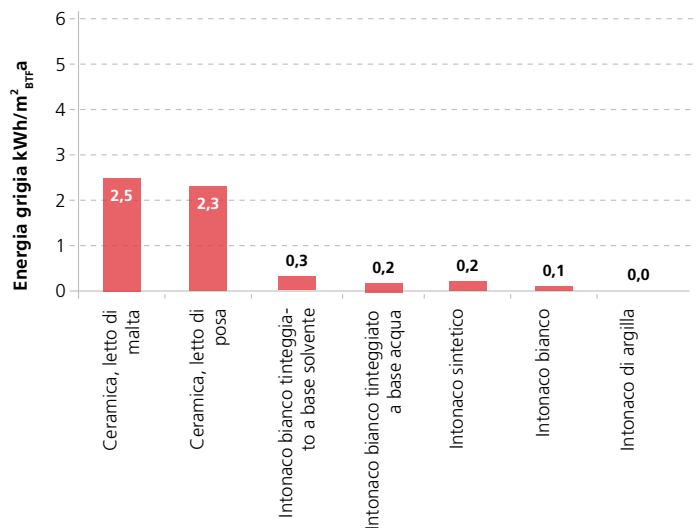
\*rivestimento su entrambi i lati, pannello di cartongesso da 12,5 mm

I valori riportati nel grafico sono comparabili solo parzialmente, poiché nei due metodi di costruzione si utilizzano materiali diversi e i mattoni non presentano una massa uniforme. Ciò dimostra una volta di più come nell'ambito dell'energia grigia non sempre sia possibile effettuare dei confronti esatti. In alcuni casi pertanto è più indicata un'analisi di interi sistemi con lo stesso metodo di costruzione, piuttosto che un confronto rigido dei singoli strati di materiale.

## RIVESTIMENTO DELLE PARETI INTERNE

Oltre alla scelta del materiale, per le pareti divisorie si pone anche la questione del rivestimento delle pareti interne. In questo caso le differenze sono molto elevate da un punto di vista relativo e molto ridotte in un'ottica assoluta. Il valore migliore è quello dell'intonaco di argilla il cui contenuto di energia grigia è pressoché nullo. Un intonaco sintetico ha due volte il contenuto di energia grigia rispetto a un intonaco bianco; tuttavia, dato che lo strato d'intonaco è molto sottile, la differenza assoluta è molto ridotta, ossia di 0,1 kWh/m<sup>2</sup><sub>BTF</sub>. La tinteggiatura incide sull'aumento della quota di energia grigia nella misura di 0,1–0,2 kWh/m<sup>2</sup><sub>BTF</sub> e la base acqua presenta valori migliori della base solvente.

## RIVESTIMENTO DELLE PARETI INTERNE

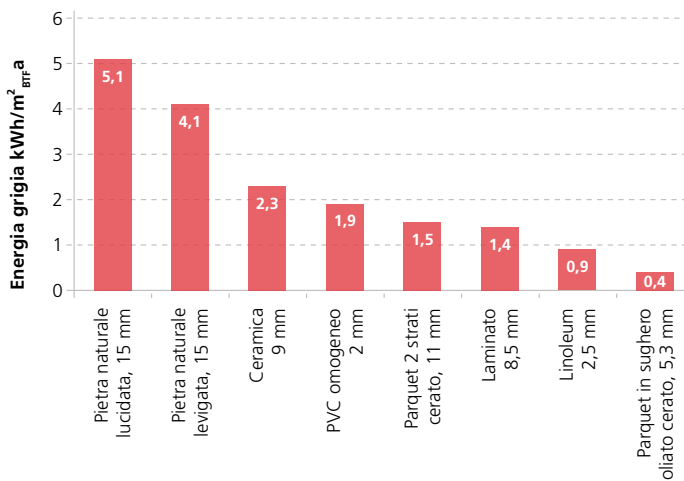


Totalmente diversa la situazione se si utilizza la ceramica anziché l'intonaco. Tuttavia la possibilità di effettuare confronti è assai limitata, poiché le piastrelle in ceramica si utilizzano prevalentemente nei locali umidi, ossia laddove sono richieste superfici resistenti all'acqua. Contemporaneamente la differenza relativa tra rivestimento in ceramica e rivestimento con intonaco sintetico è di circa 12 volte, quindi molto alta. In particolare le grandezze assolute per quanto riguarda l'energia grigia delle piastrelle di ceramica sono tra le più elevate per ogni superficie dell'elemento costruttivo di tutta la guida, sempre che venga compiuta una scelta ottimizzata del materiale. Vale la pena quindi utilizzare le piastrelle in ceramica solamente laddove risulti necessario considerare le loro proprietà.

## RIVESTIMENTI DEI PAVIMENTI

Anche nel caso del rivestimento dei pavimenti la gamma dei materiali disponibili, con caratteristiche estremamente diversificate, è molto vasta. Ai fini della scelta concreta oltre alla quota di energia grigia è indubbiamente decisivo lo spessore del materiale. Come descritto a pagina 13, nell'ambito di una ristrutturazione la scelta dello spessore non è sempre libera, a meno che non si vogliano modificare anche i telai delle porte e altri elementi.

## RIVESTIMENTI DEI PAVIMENTI

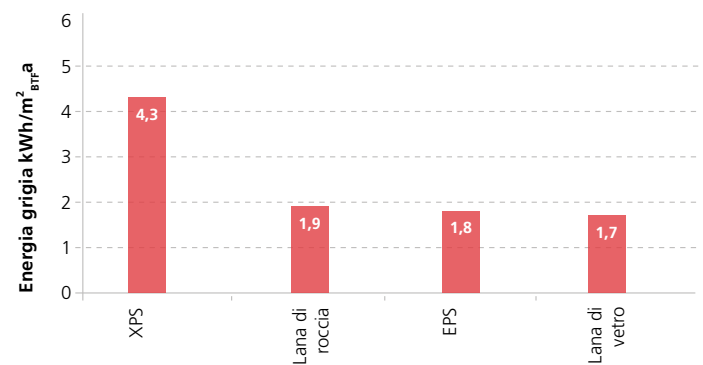


Questo grafico è un'ulteriore conferma di come una lavorazione complessa – anche di prodotti naturali – faccia impennare la quota di energia grigia. Il valore delle lastre in pietra naturale lucidata o levigata è di gran lunga il peggiore. Nello stesso tempo la struttura sottile di certi materiali (ad es. PVC) non è garanzia di un valore migliore. Mentre la quota delle piastrelle in ceramica e del PVC è attorno ai 2 kWh/m<sup>2</sup><sub>BTF</sub>, parquet e laminato sono praticamente quasi identici a 1,5 kWh/m<sup>2</sup><sub>BTF</sub>. Particolarmente vantaggiosa la scelta del parquet in sughero cerato che con 0,42 kWh/m<sup>2</sup><sub>BTF</sub> provoca una quota di energia grigia di dieci volte inferiore a quella delle lastre in pietra naturale.

## ISOLAMENTO DELLE SOLETTE DELLO SCANTINATO

Una delle misure più diffuse per ottimizzare sotto il profilo energetico un edificio in fase di trasformazione è l'isolamento della soletta dello scantinato. Si tratta di un intervento perlopiù di facile esecuzione, che riduce sensibilmente il fabbisogno termico e migliora il comfort, a fronte di un investimento relativamente contenuto. Come valore di riferimento si applica anche qui il valore U della costruzione di 0,25 W/m<sup>2</sup>K, secondo la verifica dei singoli elementi costruttivi.

## ISOLAMENTO SOLETTA SCANTINATO VALORE U 0,25 W/m<sup>2</sup>K



In questa analisi la lana di vetro ottiene un miglior risultato rispetto alla lana di roccia e supera addirittura anche l'EPS; ciò è dovuto al fatto che è più leggera della lana di roccia e presenta inoltre una minore conduttività. Mentre lana di vetro, lana di roccia e EPS evidenziano valori pressoché simili, con un valore pari a più del doppio l'isolamento in XPS risulta la scelta meno consigliata.



### Bibliografia/fonti

- Raccomandazione KBOB 2009/1: «Ökobilanzdaten im Baubereich», 2014
- Dati per la lana di pecora: baubook GmbH, Vienna
- Quaderno tecnico SIA 2032, «Energia grigia negli edifici», 2010, 1ª edizione ed errata corrige 2013

# RACCOMANDAZIONI

---

## DIECI PUNTI CONCRETI PER L'OTTIMIZZAZIONE DELL'ENERGIA GRIGIA.

### **1. ANALISI DELLA SOSTANZA DELLA COSTRUZIONE E ANALISI DEL MERCATO**

Un'analisi accurata e oggettiva costituisce la base per poter adottare decisioni mirate e adeguate a ogni singola fase, allineandosi alla qualità della sostanza della costruzione esistente.

### **2. POTENZIALI DI AMPLIAMENTO**

I potenziali di ampliamento del volume dell'edificio devono essere verificati nell'ambito delle possibilità previste dalle norme in materia edilizia.

### **3. SUDDIVISIONE IN TAPPE**

L'elaborazione di concetti a lungo termine e coordinati accuratamente fra loro si orienta alla durata di utilizzo degli elementi costruttivi e contribuisce a mantenere i valori esistenti.

### **4. ELEMENTI ESISTENTI**

Gli elementi costruttivi esistenti vengono mantenuti almeno fino al termine della loro durata di utilizzo. Il livello d'intervento previsto nel concetto rispetta gli elementi esistenti.

### **5. ELEMENTI NUOVI**

Nell'ambito di una trasformazione ogni nuovo elemento costruttivo e ogni strato di materiale aggiuntivo fa aumentare la quota di energia grigia dell'edificio. Addirittura le misure conseguenti alla decisione di modifica possono comportare un aumento dell'energia grigia superiore all'aumento dovuto alla misura stessa.

### **6. SOLUZIONI RAZIONALI**

Le costruzioni esistenti hanno un proprio fascino e rispetto ai nuovi edifici altre qualità che le contraddistinguono. I progetti di trasformazione oculati accrescono l'energia grigia in misura moderata e portano quindi a un bilancio dell'energia totale vantaggioso – un importante indice per applicare costi di locazione conformi al mercato.

### **7. STRUTTURA PORTANTE**

Il nucleo di un edificio presenta il tempo d'ammortamento più lungo e quindi il maggior valore in termini di energia grigia. Pertanto nell'ambito di una trasformazione sono indicate soluzioni che intervengano il meno possibile nella struttura portante.

### **8. SEPARABILITÀ**

Gli elementi costruttivi e i materiali con diverse durate di utilizzo non andrebbero uniti fra loro in modo rigido, bensì dovrebbero essere separabili in maniera semplice. Un altro elemento importante è l'accessibilità: è il caso ad esempio delle condotte di approvvigionamento e smaltimento posate in una colonna montante.

### **9. MATERIALI ISOLANTI**

Di fronte alla vastissima scelta di prodotti disponibili, la decisione è più agevole se ai fini del contenuto di energia grigia si confrontano tra loro i sistemi degli elementi costruttivi, anziché i singoli strati senza tenere conto del metodo di costruzione. Per le sottostrutture un materiale particolarmente indicato è il legno.

### **10. MATERIALI**

Non esistono materiali «eccellenti» e materiali «pessimi» in assoluto. Ogni materiale presenta caratteristiche fisiche vantaggiose che ne orientano l'utilizzo. A seconda delle esigenze di un elemento costruttivo un materiale può svolgere contemporaneamente diverse funzioni, ad esempio protezione fonica e antincendio. I materiali indigeni, la cui produzione avviene in poche fasi e con un basso consumo di energia, contengono meno energia grigia.

**ZWEIBRUGGENMÜHLE, SAN GALLO SG  
ANNO DI COSTRUZIONE 1903 CA.**

**EX MULINO DALLA CLASSICA FACCIATA  
IN MATTONI A VISTA TRASFORMATO NEL  
2010 IN 22 UNITÀ ABITATIVE ESCLUSIVE.**



## PARTECIPANTI

- aardeplan ag, Architekten ETH SIA, Baar
- Energieagentur St.Gallen GmbH, San Gallo
- Visiobau Architekturbüro SIA, Muolen

## FONTI

- Norma SIA 380, «Basi per il calcolo energetico di edifici», 2015
- Quaderno tecnico SIA 2032, «Energia grigia negli edifici», 2010, 1a edizione ed errata corrige 2013
- Quaderno tecnico SIA 2040, «La via SIA verso l'efficienza energetica», 2011
- Quaderno tecnico SIA 2047, «Rinnovo energetico degli edifici», 2015
- Raccomandazione KBOB 2009/1, «Ökobilanzdaten im Baubereich», 2014
- eCCC-E, Codice dei costi di costruzione Edilizia, 2012

## IMMAGINI

- Energieagentur St.Gallen GmbH

## BIBLIOGRAFIA

- SvizzeraEnergia, opuscolo «L'ammodernamento energetico di edifici plurifamiliari», 2014
- SvizzeraEnergia, opuscolo «L'aerazione negli edifici – Concetti di aerazione adeguati nel rinnovamento degli edifici residenziali» 2014
- Faktor Verlag, Gesund und ökologisch bauen mit Minergie®-ECO, 2015
- interact, Hochschule Luzern, Technik und Architektur Die Typologie der Flexibilität im Hochbau, 2008

# PER SAPERNE DI PIÙ

---

## LINK SUL TEMA

|   |   |
|---|---|
| <a href="http://www.eco-bau.ch">www.eco-bau.ch</a>  | Edifici pubblici sostenibili                              |
| <a href="http://www.ecospeed.ch">www.ecospeed.ch</a>  | Il vostro bilancio energetico personale                   |
| <a href="http://www.kbob.admin.ch">www.kbob.admin.ch</a><br>-> Pubblicazioni -> Costruire in modo sostenibile | Raccomandazione KBOB 2009/1: Ökobilanzdaten im Baubereich |

---

## ULTERIORI LINK

|  |   |
|--|---|
| <a href="http://www.cece.ch">www.cece.ch</a>   | Certificato energetico cantonale degli edifici  |
| <a href="http://www.energieantworten.ch">www.energieantworten.ch</a>   | Risposte alle domande sul tema energia  |
| <a href="http://www.energieetikette.ch">www.energieetikette.ch</a>   | Etichetta energia per elettrodomestici, illuminazione, autovetture, pneumatici ecc.                                     |
| <a href="http://www.energiefranken.ch">www.energiefranken.ch</a>   | Tutti i programmi d'incentivazione nel vostro Comune  |
| <a href="http://www.energia-legno.ch">www.energia-legno.ch</a>   | Tutto sul riscaldamento a legna   |
| <a href="http://www.energie-umwelt.ch">www.energie-umwelt.ch</a>   | Pagina internet dei servizi cantonali per l'energia e l'ambiente sul risparmio energetico e la protezione dell'ambiente |
| <a href="http://www.energybox.ch">www.energybox.ch</a>   | Verificate il vostro consumo di elettricità   |
| <a href="http://www.fernwaerme-schweiz.ch">www.fernwaerme-schweiz.ch</a>   | Associazione svizzera di teleriscaldamento  |
| <a href="http://www.fws.ch">www.fws.ch</a>   | Associazione professionale svizzera delle pompe di calore (APP)   |
| <a href="http://www.geothermie.ch">www.geothermie.ch</a>   | Società Svizzera per la Geotermia (SSG-SVG)   |
| <a href="http://www.gh-schweiz.ch">www.gh-schweiz.ch</a>   | Involucro edilizio svizzera   |
| <a href="http://www.hausverein.ch">www.hausverein.ch</a>   | Hausverein Schweiz (Associazione svizzera proprietari sostenibili)  |
| <a href="http://www.hev-schweiz.ch">www.hev-schweiz.ch</a>   | Associazione svizzera dei proprietari di case   |
| <a href="http://www.leistungsgarantie.ch">www.leistungsgarantie.ch</a>   | Garanzia di prestazione per l'impiantistica   |
| <a href="http://www.minergie.ch">www.minergie.ch</a>   | Lo standard svizzero per comfort, efficienza e durabilità   |
| <a href="http://www.nnbs.ch">www.nnbs.ch</a>   | Network Costruzione Sostenibile Svizzera  |
| <a href="http://www.snbs.ch">www.snbs.ch</a>   | Standard Costruzione Sostenibile Svizzera   |
| <a href="http://www.svizzeraenergia.ch">www.svizzeraenergia.ch</a>   | Ufficio federale dell'energia UFE   |
| <a href="http://www.svizzeraenergia.ch/check-edificio-riscaldamento">www.svizzeraenergia.ch/check-edificio-riscaldamento</a> | Confronto tra sistemi di riscaldamento  |
| <a href="http://www.swissolar.ch">www.swissolar.ch</a>   | Servizio informativo energia solare   |
| <a href="http://www.topten.ch">www.topten.ch</a>   | Confronto tra gli elettrodomestici più efficienti   |

---