

Calcolo dell'Energia Grigia per gli edifici MINERGIE-A®, MINERGIE-ECO®, MINERGIE-P-ECO® e MINERGIE-A-ECO®

1. Energia Grigia e istruzioni SIA 2032

Il calcolo dell'Energia Grigia in MINERGIE-A, MINERGIE-ECO, MINERGIE-P-ECO e MINERGIE-A-ECO si basa sulle istruzioni SIA 2032 „Energia grigia negli edifici“ . In essa l'Energia Grigia è definita come la quantità complessiva di energia primaria non rinnovabile necessaria per tutti i processi a monte (dall'estrazione della materia prima, al processo di produzione e fino allo smaltimento), inclusa quella necessaria per i trasporti ed i processi ausiliari. Viene anche definita come consumo cumulativo di energie non rinnovabili.

La base di dati per i materiali edili é la raccomandazione KBOB "Ecobilanci per la costruzione" (, nella quale viene valutato l'impatto ambientale di prodotti e processi tipici del settore. Si presume che la durata di vita media degli edifici sia di 60 anni. Gli elementi costruttivi con una durata di vita minore e che devono pertanto essere sostituiti, verranno di conseguenza calcolati più volte. Il perimetro di bilancio comprende l'intero edificio, comprese le parti riscaldate e non riscaldate.

Nell'attestato MINERGIE la somma totale di Energia Grigia calcolata per anno si riferisce alla superficie di riferimento energetico A_E . Questo fornisce il valore specifico della Energia Grigia in $\text{MJ/m}^2\text{a}$ rispettivamente $\text{kWh/m}^2\text{a}$. (Megajoule rispettivamente Kilowattora per metro quadrato di superficie riferimento energetico e anno).

2. Struttura della guida

Questa guida descrive da un lato il calcolo dell'Energia Grigia per nuove costruzioni o l'ammodernamento di un oggetto esistente con l'ausilio di un software (colonna a sinistra), e dall'altro lato il calcolo dei valori limite corrispondenti al certificato MINERGIE (-P, -A)-ECO o il limite generale prescritto per MINERGIE-A (colonna di destra):

Calcolo dell'energia grigia	Valore limite dell'Energia Grigia
Catalogo elementi costruttivi (BTK) Lesosai Altri Softwares	MINERGIE (-P, -A) - > Utilizzo (Amministrazioni, scuole, case mono- e plurifamiliari) > Superficie di riferimento energetico e superficie calpestabile > Tecnica dell'edificio (solo sonda geotermica, fotovoltaico e collettori solari) MINERGIE-A > 50 kWh/m²a
Nuovi edifici	
> Involucro riscaldato > Elementi interni: pareti interne e soffitti > Tecnica dell'edificio (sonda geotermica, fotovoltaico, connettori solari impianti di riscaldamento, raffreddamento aerazione, sanitari ed elettrici)	> Utilizzo (amministrazioni, scuole, case mono e plurifamiliari. > Standard energetico (MINERGIE® e -P/ -A) > Elementi costruttivi interni: pareti interne e soffitti > Superficie di riferimento energetico, superfici delle pareti esterne al pianoterra e al piano superiore, del tetto, di finestre e porte esterne e dei pavimenti > Tecnica dell'edificio: (sonda geotermica, fotovoltaico, collettori solari, impianti di riscaldamento, raffreddamento, aerazione, sanitari ed elettrici)
Ammodernamenti	

3. Calcolo dell'Energia Grigia

3.1 Software e strumenti approvati

Da marzo 2011 sono disponibili due nuovi strumenti, sviluppati per il calcolo dell'Energia Grigia relativamente allo standard MINERGIE. Allo stato attuale non esistono altri software o metodi di calcolo autorizzati.

- **Variante 1: calcolo tramite www.bauteilkatalog.ch** (Esperto MINERGIE Energia Grigia)
(Base di dati: [raccomandazione KBOB "Ökobilanzdaten im Baubereich"](#), versione: gennaio 2011)
- **Variante 2: calcolo tramite www.lesosai.com** (a partire da Lesosai 7.1 totalmente compatibile con attestato ECO)
(Base di dati: raccomandazione KBOB "Ökobilanzdaten im Baubereich", versione: marzo 2010)

Altri Software stanno attualmente sviluppando dei moduli per il calcolo dell'Energia Grigia (ad esempio [THERMO](#), disponibile indicativamente a partire da metà 2012). In genere il produttore del software fornisce un manuale d'utilizzo specifico del software. Per domande relative al software vogliate rivolgervi direttamente al produttore. La presente guida presenta quindi unicamente i principali confini del sistema e le basi di dati utilizzate.

3.2 Metodi di rilevamento

Per il calcolo dell'Energia Grigia specifica vanno presi in considerazione gli elementi costruttivi dell'involucro (le dimensioni vanno prese dal « formulario di verifica SIA 380/1 »), gli elementi costruttivi non riscaldati (al di fuori del perimetro di isolamento), gli elementi costruttivi interni, la tecnica dell'edificio e gli scavi.

Il rilevamento dettagliato viene effettuato secondo i gruppi di elementi ai sensi dell'eBKP-H (2009). Per il rilevamento degli elementi costruttivi interni e della tecnica dell'edificio viene fornita un'alternativa di rilevamento semplificata.

3.3 Nuovi edifici

Rilevamento dettagliato

I seguenti **gruppi di elementi** vanno considerati conformemente ai codici dei costi di costruzione eBKP-H (2009) (Estratto dalla SIA 2032, Cifra 3.2.3). Nel rilevamento è possibile trascurare le componenti di piccole dimensioni (ad esempio i dispositivi di fissaggio) e le installazioni (ad esempio cucine, armadi a muro, mobili):

- Scavi:
 - B 6.2 scavi, non contaminati
- Involucro (riscaldato e non riscaldato):
 - C1 Basi
 - C 2.1 (A) Pareti esterne (interrate)
 - C 2.1 (B) Pareti esterne (sopra il terreno)
 - C 4.3 Terrazzo
 - C 4.4 Tetto
 - E 1 Rivestimento di pareti esterne interrato
 - E 2 Rivestimento di pareti esterne sopra il terreno
 - E 3 Installazioni su pareti esterne: finestre, porte, portoni (non comprese protezioni solari e protezione contro le cadute sulle pareti esterne).
 - F 1 Copertura del tetto
 - F 2 Installazioni sul tetto (senza protezioni contro le cadute del tetto)
- Elementi costruttivi interni:
 - C 2.2 Pareti interne (incluse finestre, porte e portoni interni)
 - C 3 Struttura di sostegno
 - C 4.1 Soffitto (incluse scale/ rampe)
 - G 1 Pareti divisorie (incluse finestre, porte e portoni interni)
 - G 2 Pavimento
 - G 3 Pannellatura, rivestimento delle colonne
 - G 4 Rivestimento del soffitto, rivestimento interno del tetto
- Tecnica dell'edificio:
 - D 1 Impianti elettrici (incluso fotovoltaico)
 - D 5 Impianti di riscaldamento (incluse sonde geotermiche e collettori solari)
 - D 7 Impianti di ventilazione
 - D 8 Impianti idraulici (esclusi tubi di scarico, compressori e impianti di aspirazione)

I seguenti principi di misurazione devono essere applicati nella rilevamento degli elementi costruttivi (conformemente dalla SIA 2032):

- Le pareti esterne vengono calcolate utilizzando le misure esterne (conformemente dalla SIA 416/1)
- I soffitti vengono misurati senza detrarre scale o rampe, le scale non vengono calcolate.
- Le pareti interne vengono calcolate utilizzando le misure interne senza porte, aperture di canalizzazioni o condutture. Porte e telai delle porte non vengono inclusi nel calcolo.
- I rivestimenti di pavimenti e soffitto vengono calcolati senza detrarre le superfici di costruzione.
- Si possono tralasciare piccoli elementi costruttivi, come scale esterne nel seminterrato, lucernari e uscite di emergenza.
- Si possono tralasciare elementi lineari ai margini di elementi costruttivi come grondaie, infissi, ecc.

Rilevamento semplificato di elementi costruttivi interni, tecnica dell'edificio e scavi.

L'involucro deve in ogni caso essere misurato in maniera dettagliata. Per ridurre il carico di lavoro nel rilevamento di elementi costruttivi interni, tecnica dell'edificio e scavi, è possibile applicare un rilevamento semplificato. Per i nuovi edifici sono necessarie le informazioni seguenti:

- Edificio:
 - Altezza dei locali (lunghezza)
 - Superficie calpestabile (area)
 - Superficie di base dell'edificio (area)
 - Superficie di riferimento energetico (area)
 - Superficie calpestabile del parcheggio sotterraneo
 - Zona non riscaldata all'esterno dell'edificio (area)
 - Numero di piani sotterranei
- Pareti interne:
 - Requisiti di isolamento fonico (scelta)
 - Tipo di costruzione (scelta)
 - Tipo di pianta (scelta)
- Pareti divisorie
 - Requisiti di isolamento fonico (scelta)
 - Tipo di costruzione (scelta)
 - Spessore del soffitto (scelta)
- Tecnica dell'edificio
 - Sonda geotermica (scelta)
 - Standard MINERGIE® (scelta)
 - Impianti fotovoltaici (area)
 - Collettori solari (area)
- Scavi (Volume)

L'Energia Grigia degli elementi costruttivi interni, della tecnica dell'edificio e degli scavi viene calcolata sulla base del valore medio delle informazioni di cui sopra. I valori medi e le routines di calcolo sono descritti nel rapporto finale MINERGIE®-ECO 2011 (Riferimento: enti di certificazione MINERGIE-ECO CH).

3.4 Ammodernamenti

Rilevamento dettagliato

Nel caso di una ammodernamento devono essere rilevati gli elementi costruttivi sottoposti a misurazione. Si presume che almeno la struttura portante dell'edificio venga conservata. Gli elementi costruttivi seguenti vanno rilevati:

- Realizzazione di nuovi strati degli elementi costruttivi (ad esempio, isolamento esterno e intonaco)
- Installazione di materiale isolante (ad esempio isolamento del tetto)
- Sostituzione di elementi di tecnica dell'edificio (ad esempio riscaldamento o apparecchiature elettriche)

Se vengono realizzati solo piccoli lavori (ad esempio vernici), questi non vengono considerati come una ammodernamento. Nel caso vengano costruiti dei nuovi piani (ad esempio creazione di una cantina o di un ulteriore piano superiore), questi ulteriori lavori vengono considerati come nuovo edificio e vanno rilevati separatamente.

Rilevamento semplificato

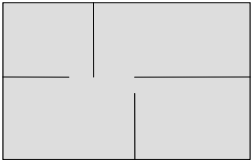
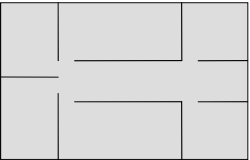
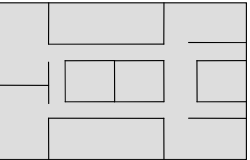
Siccome un rilevamento dettagliato degli elementi costruttivi interni e della tecnica dell'edificio può rappresentare uno sforzo significativo, nel caso di ammodernamenti è possibile procedere ad un rilevamento semplificato. In questo caso sono richieste le seguenti informazioni:

- Edificio:
 - Superficie di riferimento energetico (area)
 - Tipo di pianta (scelta, si veda il sottocapitolo per maggiori informazioni)
 - Altezza dei locali (lunghezza)
- Pareti interne:
 - Portata dell'intervento (si veda il sottocapitolo per maggiori informazioni)
 - Tipo di costruzione sostitutiva (scelta)
- Tecnica dell'edificio
 - Sonda geotermica (scelta)
 - Standard MINERGIE® (scelta)
 - Impianti fotovoltaici (area)
 - Collettori solari (area)

L'Energia Grigia per l'ammodernamento viene calcolata sulla base dei dati sopracitati. Questi sono descritti nel rapporto finale MINERGIE-ECO 2011 (Riferimento: enti di certificazione MINERGIE-ECO CH).

Tipi di pianta

È possibile scegliere tra i seguenti tipi di pianta:

		
Tipo di pianta 1 Poche pareti Locali : ca. 48 m ² $L_{SIW} = 0.25 \text{ m} / \text{m}^2 A_E$	Tipo di pianta 2 Numero medio di pareti Locali: ca. 20 m ² $L_{SIW} = 0.4 \text{ m} / \text{m}^2 A_E$	Tipo di pianta 3 Molte pareti Locali: ca. 12 m ² $L_{SIW} = 0.4 \text{ m} / \text{m}^2 A_E$

Entità dell'intervento

La classificazione degli interventi nell'ammodernamento si è dimostrata difficile nella pratica. Per questo motivo i seguenti paragrafi illustrano la classificazione in categorie "piccolo intervento, intervento medio, grande intervento"

(A) Piccolo intervento:

- Da 0 a 3% della superficie totale delle pareti interne viene rimossa per creare aperture per porte o finestre
- Da 0 a 3% della superficie totale delle pareti interne viene murata con una parete in muratura semplice (mattoni di 15 centimetri con intonaco)
- Intonacatura da 0 a 3% della superficie totale delle pareti interne
- Verniciatura su entrambi i lati della superficie totale delle pareti interne
- Verniciatura della superficie totale dei soffitti

(B) Intervento medio

- Ca. 5% della superficie totale delle pareti interne viene rimossa per creare aperture per porte o finestre
- Ca. 5% della superficie totale delle pareti interne (solo pareti portanti) viene rimossa e assicurata con travi in acciaio
- Ca. 10% della superficie totale delle pareti interne (solo pareti non portanti) viene rimossa e metà di esse vengono ricostruite in un'altra posizione (tipo di costruzione sostitutiva, confronta scelta sopra)
- Ca. 5% della superficie totale delle pareti interne viene murata con una parete in muratura semplice (mattoni di 15 centimetri con intonaco)
- Intonacatura di ca. il 5% della superficie totale delle pareti interne
- Verniciatura su entrambi i lati della superficie totale delle pareti interne
- Verniciatura della superficie totale dei soffitti

(C) Grande intervento

- Ca. 10% della superficie totale delle pareti interne viene rimossa per creare aperture per porte o finestre
- Ca. 10% della superficie totale delle pareti interne (solo pareti portanti) viene rimossa e assicurata con travi in acciaio
- Ca. 30% della superficie totale delle pareti interne (solo pareti non portanti) viene rimossa e metà di esse vengono ricostruite in un'altra posizione (tipo di costruzione sostitutiva, confronta scelta sopra)
- Ca. 10% della superficie totale delle pareti interne viene murata con una parete in muratura semplice (mattoni di 15 centimetri con intonaco)
- Intonacatura di ca. il 5% della superficie totale delle pareti interne
- Verniciatura su entrambi i lati della superficie totale delle pareti interne
- Verniciatura della superficie totale dei soffitti

Attenzione: interventi di questa portata possono essere applicati unicamente per l'ammodernamento delle pareti interne. Se la portata dell'intervento è superiore a quanto appena presentato o nel caso in cui vengano sostituiti o ricostruiti i controsoffitti, questi elementi costruttivi devono essere rilevati in maniera dettagliata.

4. Valori limite dell'energia grigia

4.1 Introduzione

Il valore limite dell'Energia Grigia è stabilito diversamente per MINERGIE-A rispetto a MINERGIE-ECO, MINERGIE-P-ECO o MINERGIE-A-ECO.

4.2 Valore limite dell'Energia Grigia per MINERGIE-A

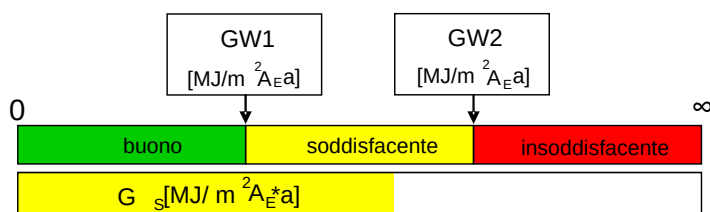
In MINERGIE-A si applica un limite fisso per tutte le categorie di edifici disponibili equivalente a **50 kWh/m²a** (kilowattora per metro quadrato di superficie di riferimento energetico e anno).

Il valore limite dell'Energia Grigia in MINERGIE-A è definito come un criterio relativamente mite. Il mancato raggiungimento del valore limite porta ad un'esclusione diretta. È riservato il diritto di correggere il valore limite in futuro. Ulteriori dettagli relativi ai requisiti, come ad esempio la computazione d'impianti fotovoltaici, sono definiti nel regolamento d'uso di MINERGIE-A.

4.3 Valore limite dell'Energia Grigia in MINERGIE (-P, -A) -ECO

In MINERGIE-ECO, MINERGIE-P-ECO e MINERGIE-A-ECO vige un valore limite superiore ed uno inferiore per nuovi edifici ed ammodernamenti definito in maniera specifica in base all'oggetto. Questo è più severo rispetto a MINERGIE-A e richiede una progettazione ottimale dell'edificio.

Due valori limite segnano il limite tra **buono** (verde) e **soddisfacente** (giallo) (GW1) e tra **soddisfacente** (giallo) e **insoddisfacente** (rosso) (GW2).



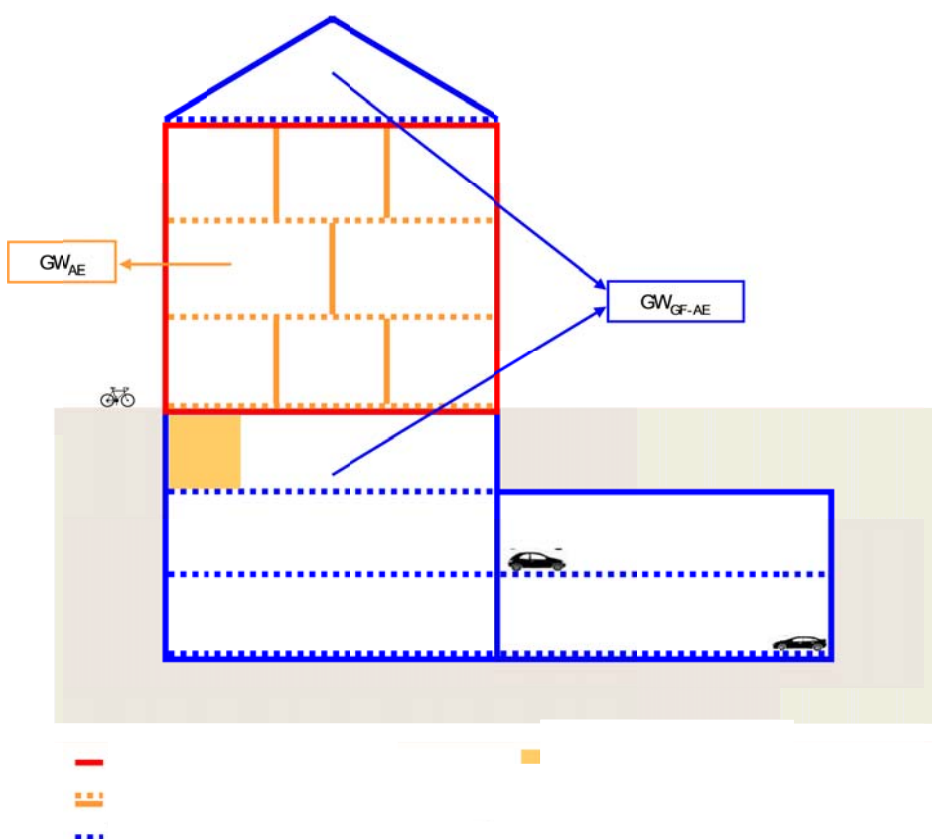
Per non penalizzare i nuovi edifici facenti ampio uso di energie rinnovabili (ad esempio fotovoltaico) e premiare gli ammodernamenti con risanamenti parziali (ad esempio solo sostituzione delle finestre) è stato deciso di definire dei valori limite specifici in base all'oggetto (GW1 e GW2). Per calcolarli, sono necessarie le informazioni sull'edificio e le sue specificità tecniche. I valori limite hanno come unità di misura MJ per m² di superficie di riferimento energetico e anno.

Nuovi edifici

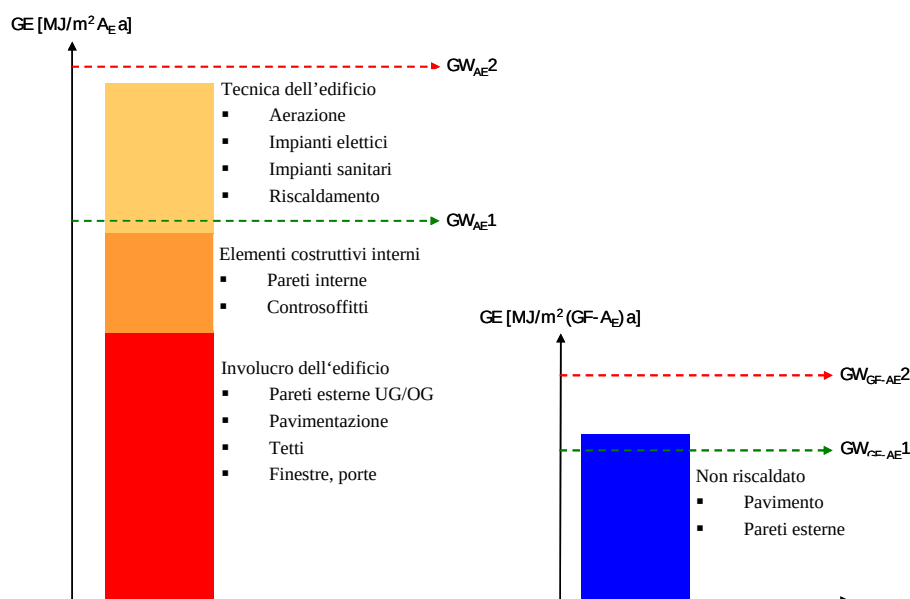
Per i nuovi edifici é necessario inserire i seguenti parametri dell'edificio:

- Uso principale dell'edificio:
 - amministrazione
 - scuola
 - casa mono o plurifamiliare
- Superficie di riferimento energetico (area)
- Superficie calpestabile (area)
- Sonda geotermica (scelta)
- Impianti fotovoltaici (area)
- Collettori solari (area)

Nella maggior parte dei casi un edificio comprende una parte riscaldata ed una parte non riscaldata. Per la certificazione secondo MINERGIE® (-P/-A) la grandezza di riferimento é la superficie riscaldata (superficie di riferimento energetico). Vanno pertanto determinati i valori limite basati sulla superficie riscaldata (GW_{AE}). Siccome anche la parte non riscaldata dell'edificio (ad esempio garage, cantina) deve pure essere inclusa nel calcolo dell'Energia Grigia complessiva, vanno rilevati anche in questo caso i valori limite basati sulla superficie non riscaldata. (GW_{GF-AE}).



Lo schema seguente mostra come si combinano i valori limite di base della superficie riscaldata (rosso) e della superficie non riscaldata (blu):



Il valore limite di base per le superficie riscaldate e non riscaldate é calcolato in base alla SIA 2040 “via SIA verso l’efficienza energetica” e verificato tramite casi di studio. La seguente tabella riassume i valori:

Utilizzo	GW _{AE1} [MJ/m²a]	GW _{AE2} [MJ/m²a]	GW _{GF-AE1} [MJ/m²a]	GW _{GF-AE2} [MJ/m²a]
	Superficie riscaldata (A _E)		Superficie non riscaldata (GE- A _E)	
Amministrazione	110	150		
Scuola	90	130	30	50
Casa mono/plurifamiliare	90	130		

Per gli elementi che costituiscono la tecnica dell’edificio, e che hanno un’importante influenza sull’Energia Grigia ,vengono utilizzati i seguenti valori limite di base (i valori limite di base superiore e inferiore sono identici):

Utilizzo	Impianti FV [MJ/m²a]	Collettori solari [MJ/m²a]	Sonda geotermica [MJ/m²a]
	Superficie degli elementi costruttivi		Se Si e in riferimento alla superficie riscaldata (A _E)
Amministrazione	141	212	7
Scuola			
Casa mono/plurifamiliare			

Dal valore limite di base e le rispettive superfici (riscaldate e non riscaldate) come pure dalle indicazioni sugli elementi di tecnica dell’edificio vengono calcolati il limite superiore e inferiore specifico in base all’oggetto **GW1 e GW2** definito in **MJ per m² di superficie di riferimento energetico e anno** . L’Energia Grigia specifica dell’oggetto in un nuovo edificio viene messa in relazione unicamente con i valori limite specifici dell’oggetto. Da ciò si evince il grado di soddisfazione rispetto all’Energia Grigia di un oggetto specifico.

Ammodernamenti

Per gli ammodernamenti vanno introdotti altri parametri dell'edificio rispetto ai nuovi edifici. Si ipotizza che i seguenti elementi costruttivi possano essere sostituiti o integrati: pareti esterne sia interrato che fuoriterreno, tetti, pavimenti, finestre/ porte esterne, impianti fotovoltaici, collettori solari, sonde geotermiche, impianti sanitari, impianti elettrici, impianti di aerazione, generatori e distributori di calore ed elementi costruttivi interni. Per ognuno di questi elementi vengono determinati dei valori limite di base. I valori limite specifici dell'oggetto vengono calcolati in base a:

- Uso principale dell'edificio:
 - Amministrazione
 - Scuola
 - Casa mono/ plurifamiliare
- Standard MINERGIE® (scelta)
- Superficie di riferimento energetica (Area)
- Superficie delle pareti esterne al piano terra e superiori (Area)
- Superficie del tetto (Area)
- Superficie del pavimento (Area)
- Superficie delle finestre e delle porte e portoni esterni (Area)
- Sonda geotermica (Scelta)
- Impianti fotovoltaici (Area)
- Collettori solari (Area)
- Aerazione:
 - Installare/ sostituire totalmente l'aerazione (Scelta)
 - Installare/ sostituire il registro nel terreno dell'impianto di aerazione (Scelta)
 - oppure
 - Installare/ sostituire aerazione cucina/ bagni (Scelta)
- Sostituire gli impianti sanitari (Scelta)
- Sostituire gli impianti elettrici (Scelta)
- Sostituire gli impianti di produzione del calore (Scelta)
- Sostituire gli impianti di distribuzione del calore (Scelta)
- Risanare gli elementi costruttivi interni (Scelta)

Le basi di dati per determinare i valori limite di base per l'involucro (per m² di superficie degli elementi costruttivi) e per il resto (per m² di superficie di riferimento energetico) fanno riferimento alle raccomandazioni KBOB. Le tabelle alla pagina seguente descrivono i valori limite di base per i singoli elementi costruttivi in funzione rispettivamente della disponibilità, della superficie degli elementi costruttivi o della superficie di riferimento energetico. Per gli standard MINERGIE® -P e -A i valori limite di base devono essere moltiplicati per un fattore di 1.2 in modo da aumentare il budget per una migliore protezione termica.

Utilizzo	Pareti esterne [MJ/m ² a]		Tetti [MJ/m ² a]		Pavimentazione [MJ/m ² a]		Finestra / porte esterne [MJ/m ² a]	
	Superficie elementi costruttivi							
	GW1	GW2	GW1	GW2	GW1	GW2	GW1	GW2
Amministrazione	10	20	15	25	15	25	45	65
Scuola								
Casa mono/ plurifamiliare								

Utilizzo	Impianti PV FMJ/m ² a]	Coll. solari [MJ/m ² a]	Sonda geoter. [MJ/m ² a]	Imp. sanitari [MJ/m ² a]	Imp. elettrici [MJ/m ² a]
	Superficie el. costruttivi		Se Sì e superficie riscaldata (A _E)		
	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1 = GW2	GW1 = GW2	GW1 = GW2
Amministrazione	141	212	7	5.3	8.4
Scuola				5.3	
Casa mono/ plurifamiliare				7.7	

	Aerazione tot [MJ/m ² a]	Registro nel terreno aeraz. [MJ/m ² a]	Aspirazione cucina/ bagno [MJ/m ² a]	Prod. calore [MJ/m ² a]	Distrib. calore [MJ/m ² a]
	Se Sì e superficie riscaldata (A _E)				
	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1=GW2
Amministrazione	8.4	3.4	0	0.9	4
Scuola	8.4	3.4	0		
Casa mono/ plurifamiliare	7.1	2	1.9		

	Elementi costruttivi interni	
	Se Sì e superficie riscaldata (A _E)	
	GW1	GW2
Amministrazione	5	10
Scuola		
Casa mono/ plurifamiliare		

Analogamente a come avviene per i nuovi edifici, il calcolo del valore limite inferiore (GW1) e del valore limite superiore (GW2) si basa sulle superfici degli elementi costruttivi risanati e i rispettivi valori limite di base, sulla tecnica dell'edificio esistente (incluse le superfici per gli impianti fotovoltaici e i collettori solari) e sugli elementi costruttivi interni. Questi valori vengono quindi messi in relazione con la superficie di riferimento energetico. Da qui risulta il valore limite specifico in base all'oggetto per gli ammodernamenti.

5. Letture aggiuntive/ corsi

- SIA 2032 „Energia grigia negli edifici“, riferimento: www.sia.ch
- Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, H. König et al., 2009
- MINERGIE-ECO 2011 Corso: www.minergie.ch