Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Dipartimento federale della difesa,
della protezione della popolazione e dello sport DDPS

Ufficio federale della protezione della popolazione UFPP
Infrastruttura

ITI 2012

Istruzioni tecniche per l'aerazione dei rifugi con isolamento termico

15.08.2012

© by Ufficio federale della protezione della popolazione, Berna 2012
Rimangono riservati tutti i diritti d'autore e di pubblicazione. Senza espressa autorizzazione da parte dell'Ufficio federale della protezione della popolazione è vietata ogni riproduzione - anche soltanto parziale - per mezzo di stampa, fotocopia, microfilm o con qualsiasi altro procedimento.

Indice

1. Basi e campo d'applicazione 5

2. Situazione 6

2.1 Prescrizioni sull'isolamento termico e sugli Energy label 6
2.2 Isolamento termico degli edifici e dei rifugi 6
2.2.1 Deflusso di calore dai rifugi 6
2.2.2 Costruzione della soletta del rifugio 8

3. Basi relative alle condizioni climatiche nei rifugi 9

3.1 Panoramica 9
3.2 Produzione di calore e di umidità nel rifugio 10
3.2.1 Quantità di calore fornita dall'essere umano 10
3.2.2 Produzione di umidità da parte dell'essere umano 10
3.2.3 Quantità di calore cedute dalle installazioni tecniche 11
3.3 Andamento della temperatura e dell'umidità nel rifugio 11
3.4 Limite climatico dell'essere umano 12

4. Isolamento termico 13

4.1 Perimetro isolato 13
4.2 Isolamento perimetrale 14
4.2.1 Isolamento perimetrale fino alla profondità di penetrazione del gelo 14
4.2.2 Isolamento perimetrale su tutta l'altezza della parete 15
4.3 Isolamento della soletta 16
4.4 Isolamento integrale 17

5. Impianto di ventilazione del rifugio 18

5.1 Modi di funzionamento 18
5.1.1 Funzionamento senza filtri antigas (FSF) 18
5.1.2 Funzionamento con filtri antigas (FCF) 18
5.2 Concetto di protezione C 19
5.3 Impianto di ventilazione e condizioni climatiche nel rifugio 19
5.4 Impianti di ventilazione e quantità d'aria convogliate 20
5.4.1 Durata d'occupazione possibile con le quantità d'aria convogliate secondo le ITRP 20
5.4.2 Impianti di ventilazione necessari e quantità d'aria convogliate 21

1 Basi e campo d’applicazione

Queste istruzioni tecniche valgono per i rifugi fino a un massimo di 200 posti protetti e completano le Istruzioni tecniche per la costruzione di rifugi obbligatori (ITRP 1984).

Le Istruzioni tecniche per l’aerazione dei rifugi con isolamento termico (ITI 2012) forniscono le basi per la valutazione dei rifugi negli edifici che soddisfano le esigenze poste dalla Legge sull’energia e che vengono costruiti secondo le prescrizioni cantonali sull’isolamento termico e/o secondo i criteri degli Energy label.

Soprattutto per quanto riguarda le prescrizioni sul dimensionamento degli impianti di ventilazione con le direttive enunciate nelle presenti istruzioni tecniche, vengono garantite delle condizioni climatiche ammissibili nel rifugio in caso d'occupazione anche quando per ragioni di efficienza energetica dell’edificio questo rifugio si trova in tutto o in parte all’interno del perimetro d’isolamento termico dell’edificio stesso. Nel caso di un pericolo C, con gli impianti di ventilazione prescritti in queste istruzioni si può garantire il funzionamento con filtri antigas per almeno un giorno anche durante un’ondata di caldo e temperature esterne elevate.

A causa della densità d’occupazione inferiore rispetto ai rifugi ITRP, la temperatura nei rifugi degli ospedali, delle case per anziani e delle case di cura secondo le Istruzioni tecniche per rifugi speciali (ITRS 1982 e ITRS, capitolo 4, stato 2012) è fondamentalmente più bassa. Indipendentemente dall’isolamento termico e dalle dimensioni, nei rifugi ITRS si può quindi garantire un’occupazione autarchica di almeno un giorno con funzionamento con filtri antigas e una normale quantità d’aria convogliata.

2 Situazione

2.1 Prescrizioni sull'isolamento termico e sugli Energy label

La Legge svizzera sull'energia richiede fondamentalmente un'utilizzazione parsimoniosa dell'energia. I Cantoni sono responsabili per l'applicazione di questa disposizione per gli edifici, anche se a livello cantonale le Leggi sull'energia e le prescrizioni sull'isolamento termico sono praticamente identiche. Per l'applicazione delle prescrizioni fanno stato le disposizioni della Società svizzera degli ingegneri e degli architetti SIA (Norma 380/1).

Oltre a queste prescrizioni, negli ultimi anni sono stati introdotti diversi Energy label. In Svizzera, il label più conosciuto e più diffuso è MINERGIE®. Per l'involucro dell'edificio questo label esige uno standard termico leggermente superiore alle prescrizioni cantonali sull'isolamento termico.

In Svizzera vengono regolarmente utilizzati o introdotti anche altri label, in parte con criteri supplementari nei settori dell'ambiente, dell'energie e dell'ecologia. Si presuppone che in futuro le prescrizioni sull'isolamento termico diventeranno ancora più severe. Di conseguenza le differenze fra i requisiti legali e gli Energy label si ridurranno ancora di più.

2.2 Isolamento termico degli edifici e dei rifugi

2.2.1 Deflusso di calore dai rifugi

Durante l'occupazione dei rifugi le persone producono una gran quantità di calore e umidità. Questo calore e questa umidità ceduta dagli occupanti causano un aumento della temperatura e dell'umidità nell'aria del rifugio stesso. Mentre l'umidità può essere in gran parte evacuata tramite la ventilazione, la temperatura dell'aria dipende dal deflusso di calore attraverso la soletta, il pavimento e le pareti del rifugio. Le condizioni climatiche interne dipendono quindi in gran parte dall'isolamento termico del rifugio.

Al momento dell'introduzione della Concezione 1971 della protezione civile gli edifici venivano costruiti con un isolamento termico molto minore di oggi. Nella maggior parte dei casi i piani interrati, risp. le pareti a contatto con il terreno non venivano isolati per niente. In caso d'occupazione questo deflusso di calore permetteva di avere delle condizioni climatiche favorevoli nel rifugio (*figura 2.1*).

Con l'applicazione delle prescrizioni in materia di energia e il rispetto dei criteri di Energy label le perdite di calore dei nuovi edifici sono state fortemente ridotte. A seconda delle disposizioni, l'isolamento termico prescritto dalla legge riduce il deflusso di calore da 4 a 8 volte. Anche i rifugi sono toccati da questa misura visto che, a seconda del perimetro da isolare scelto le rispettive pareti, solette e pavimenti sono pure isolate termicamente (*figure 2.2* e *2.3*).

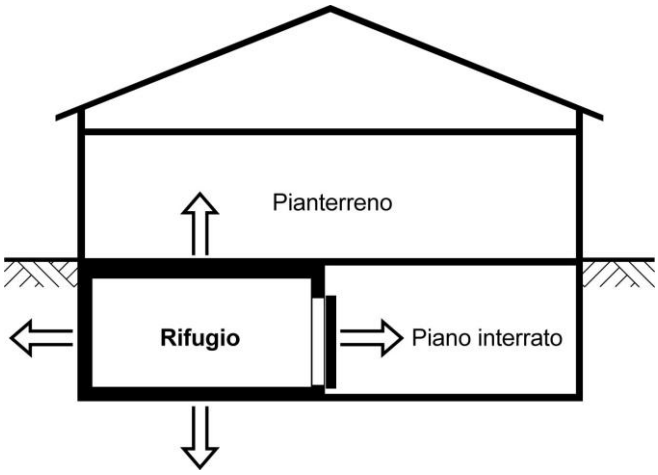


Figura 2.1 Deflusso di calore dal rifugio di un edificio non sufficientemente isolato secondo gli standard odierni (rappresentazione schematica)

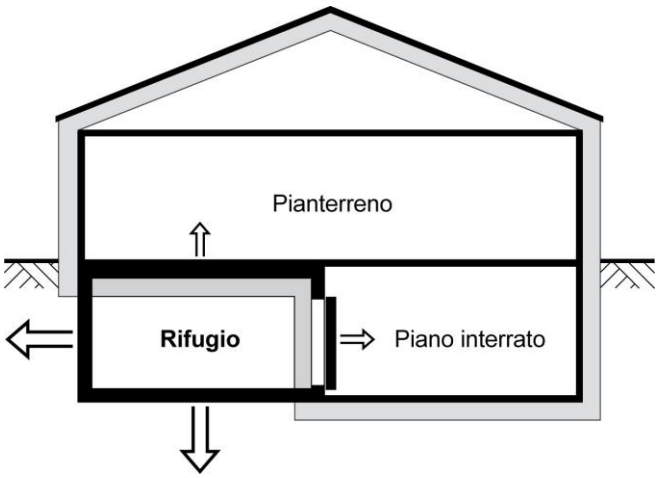


Figura 2.2 Deflusso di calore dal rifugio situato all'esterno del perimetro isolato (rappresentazione schematica)

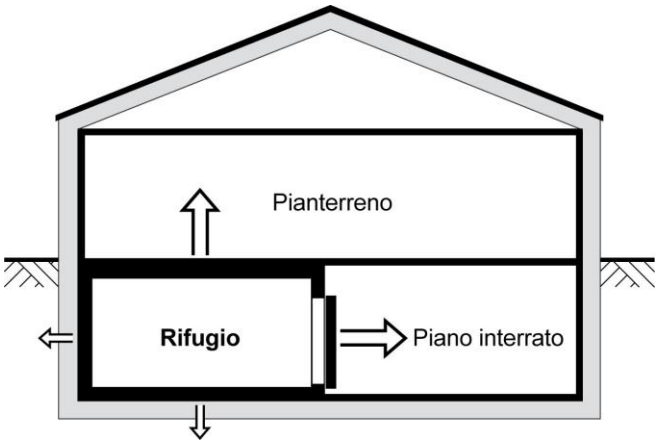


Figura 2.3 Deflusso di calore dal rifugio situato all'interno del perimetro isolato (rappresentazione schematica)

2.2.2 Costruzione della soletta del rifugio

Le solette dei rifugi ITRP presentano degli spessori di costruzione che garantiscono una buona protezione contro lo sviluppo di calore causato dagli incendi. Una tale protezione viene in generale raggiunta con una soletta in cemento armato spessa 300 mm, un rivestimento in malta di cemento spesso 40 mm ed eventualmente un isolamento anticalpestìo spesso 10 mm (*figura 2.4, a sinistra)*.

La soletta dei rifugi degli edifici costruiti secondo gli standard odierni è ricoperta con un isolamento anticalpestìo più spesso e un sottile isolamento termico. Si deve comunque partire dal presupposto che ci sia uno spessore d'isolamento di ca. 40 mm anche se il perimetro isolato non corre lungo la soletta del rifugio (*figura 2.4, a destra*). Con un tale isolamento il deflusso di calore attraverso la soletta è fortemente ridotto rispetto a un isolamento anticalpestìo spesso 10 mm. Per evitare ponti termici, gli edifici moderni presentano anche un isolamento perimetrale che arriva almeno fino alla profondità di penetrazione del gelo.

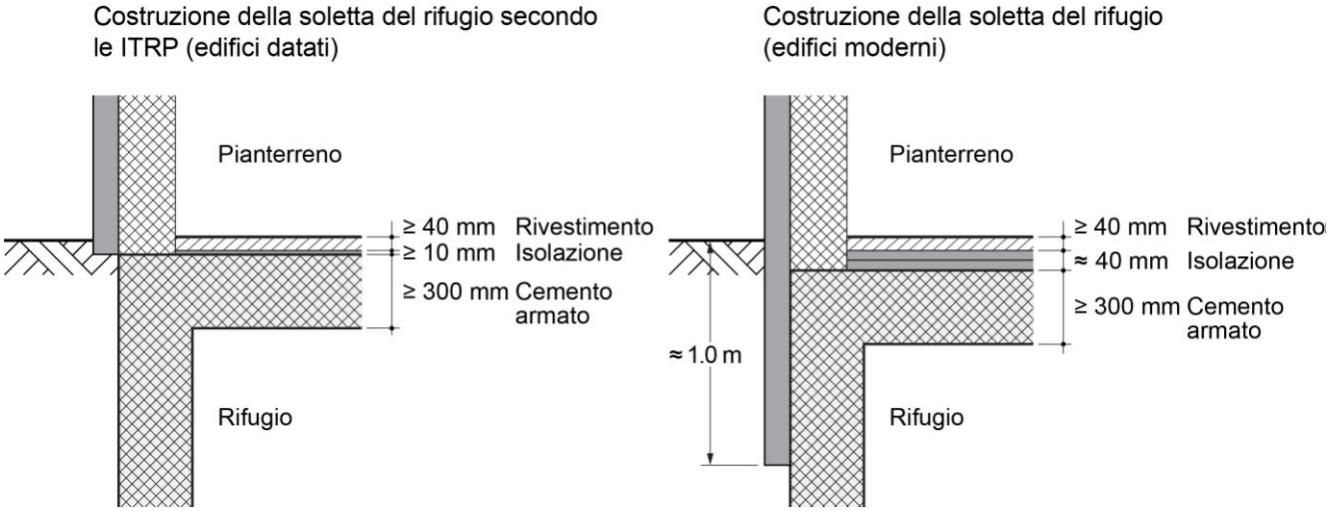


Figura 2.4 Isolazione della soletta del rifugio secondo le ITRP e isolamento degli edifici costruiti secondo gli standard moderni

3 Basi relative alle condizioni climatiche nei rifugi

3.1 Panoramica

Oltre che dall'esterno, le condizioni climatiche che vengono a crearsi all'interno dipendono in gran parte dall'occupazione del rifugio. Queste condizioni climatiche non influenzano solo il benessere fisico, ma anche la capacità di sopravvivenza degli occupanti del rifugio.

Di regola con un'intensa occupazione (1 m^2 per posto protetto), le persone nel rifugio cedono grandi quantità di calore attraverso la superficie del loro corpo tramite radiazione e convezione, nonché tramite la sudorazione sempre più intensa man mano che la temperatura aumenta. Sia il calore secco ceduto tramite radiazione e convezione (calore sensibile, Q_{sens}), sia quello umido (calore latente, Q_{lat}) ceduto tramite la sudorazione e la conseguente evaporazione dell'acqua devono essere evacuati dal rifugio.

Le condizioni climatiche che vengono a crearsi durante l'occupazione risultano dal bilancio fra il calore ceduto dagli occupanti e quello evacuato dal rifugio. Il calore secco o sensibile (Q_{sens}) scorre attraverso il pavimento e le pareti interrate del rifugio verso il terreno circostante, nonché attraverso la soletta e le pareti fuori terra verso il piano terreno, risp. il piano interrato. Il calore latente (Q_{lat}) ceduto dall'evaporazione della sudorazione viene evacuato con la ventilazione.

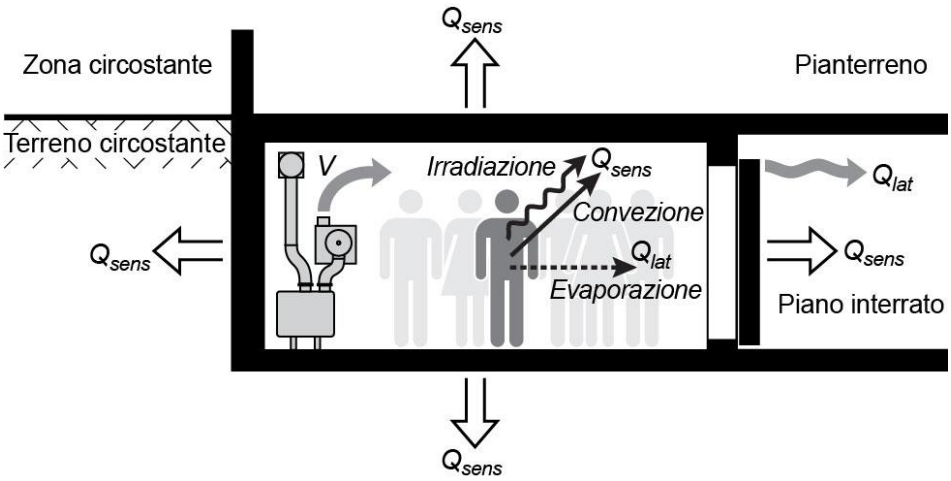


Figura 3.1 Calore ceduto dagli occupanti ed evacuazione del calore dal rifugio

3.2 Produzione di calore e di umidità nel rifugio

3.2.1 Quantità di calore ceduta dall'essere umano

Per l'essere umano il mantenimento di una temperatura costante del corpo di 37°C è vitale. Per questo motivo egli è in grado di adattare la sua produzione di calore e soprattutto anche di cedere questo calore alle condizioni climatiche esterne. Con la regolazione della temperatura l'organismo si protegge da un surriscaldamento.

Con temperature confortevoli una persona adulta (seduta) senza attività fisica cede mediamente circa 120 Watt di calore. Una piccola parte di questo calore (≈ 20 W) viene ceduta come calore umido (latente) a causa dell'evaporazione dell'acqua non regolabile attraverso la pelle e tramite la respirazione.

Man mano che la temperatura ambiente aumenta, diminuisce la produzione di calore dell'essere umano. A 30°C la sua produzione ammonta a meno di 90 Watt, perché con una minore differenza di temperatura fra l'epidermide e l'ambiente circostante l'essere umano riesce a cedere meno calore secco (sensibile) tramite radiazione o convezione. Tuttavia, per proteggere l'organismo dal surriscaldamento, inizia una forte sudorazione. Con l'effetto di raffreddamento dovuto all'evaporazione del sudore l'essere umano riesce a cedere molto calore. Con una temperatura ambiente di 30°C la parte di calore umida (latente) ammonta a circa la metà della quantità complessiva di calore ceduta.

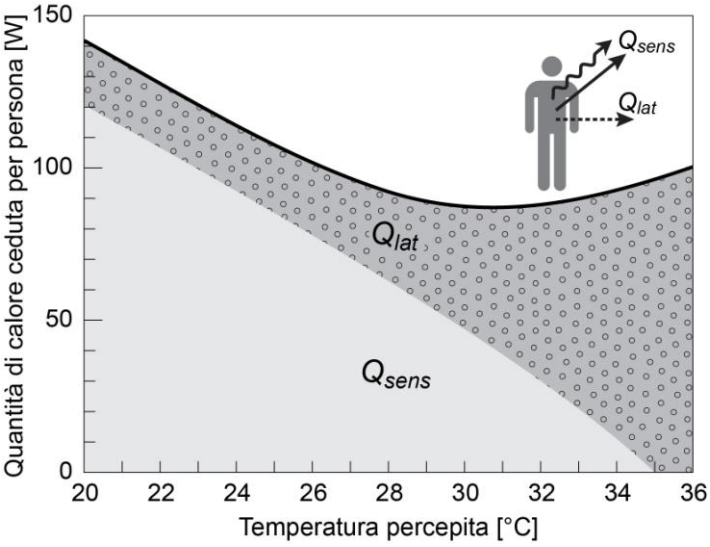


Figura 3.2 Quantità di calore secco (sensibile) e umido (latente) in funzione della temperatura ceduto dall'essere umano all'ambiente circostante

3.2.2 Produzione di umidità da parte dell'essere umano

La quantità di sudore ceduta dall'essere umano e del relativo effetto di raffreddamento raggiunto dipende dalla temperatura e dall'umidità dell'aria circostante. La formazione di sudore è molto diversa da un individuo all'altro. Con un clima umido e caldo spesso viene prodotto più sudore di quanto ne possa evaporare, quindi una parte semplicemente gocciola inutilizzato oppure viene assorbito dagli indumenti.

Con condizioni climatiche confortevoli la quantità di umidità non regolabile ceduta dall'essere umano attraverso la pelle e tramite la respirazione ammonta a circa 30 g per ora, quantità che con un clima caldo aumenta rapidamente grazie a una sudorazione sempre maggiore. Con una temperatura percepita di 30°C la quantità di umidità ceduta può arrivare a più di 100 g per persona e ora. Dal momento che con una temperatura di 30°C l'aria può assorbire al massimo circa 30 g/m^3 di acqua, l'umidità dell'aria nei rifugi occupati raggiunge rapidamente valori molto elevati.

3.2.3 Quantità di calore cedute dalle installazioni tecniche

Oltre al calore ceduto dalle persone, anche l'illuminazione e gli apparecchi di ventilazione producono calore. Sia l'illuminazione, sia la ventilazione del rifugio richiedono una potenza di 2,5 W ciascuno per posto protetto, quindi le installazioni tecniche producono complessivamente del calore per circa 5 W per posto protetto.

3.3 Andamento della temperatura e dell'umidità nel rifugio

L'andamento della temperatura e dell'umidità è caratterizzato dal loro rapido aumento in caso d'occupazione del rifugio. In breve tempo soprattutto l'umidità dell'aria sale al massimo a causa dell'elevata quantità d'umidità ceduta dagli occupanti e della piccola quantità d'aria convogliata. Con il funzionamento senza filtri antigas e una quantità d'aria convogliata di 6 m^3/h per posto protetto, l'umidità relativa dell'aria arriva al 90% circa. Con una quantità d'aria minore (funzionamento con filtri antigas) l'umidità relativa arriva al 100%.

All'inizio l'aumento della temperatura è rapido, ma diventerà più lento dal momento che il calore inizia a defluire verso il terreno circostante e verso l'edificio. In generale le condizioni diventano stabili dopo alcuni giorni.

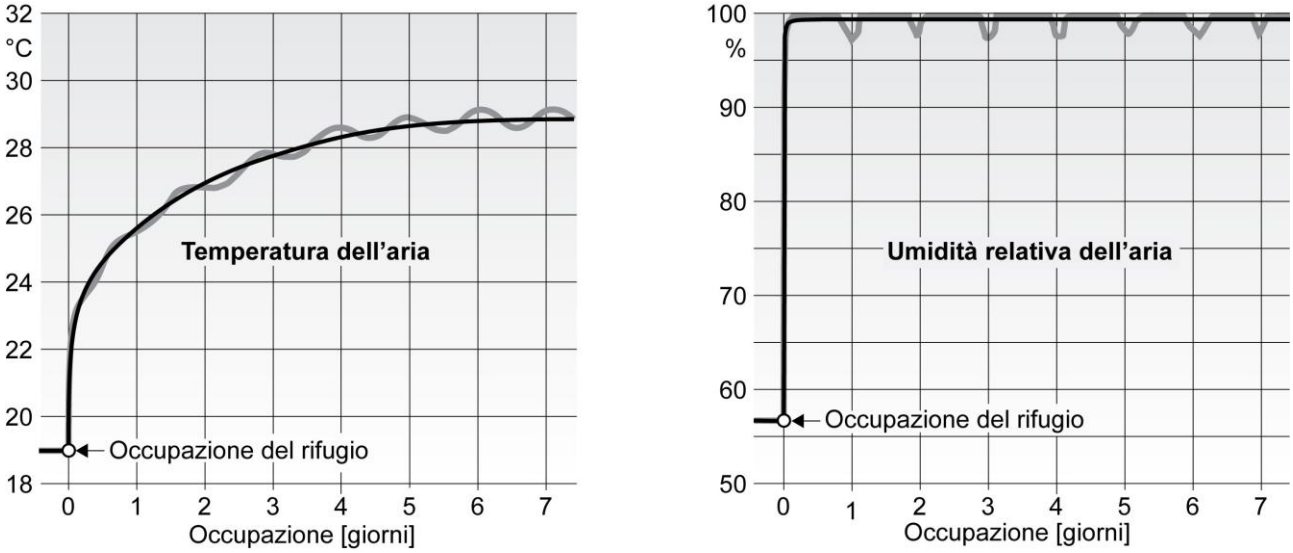


Figura 3.3 Andamento tipico della temperatura e dell'umidità relativa dell'aria interne in caso d'occupazione del rifugio (rappresentazione schematica)

3.4 Limite climatico dell'essere umano

Sia la cessione di calore che la percezione della temperatura dell'essere umano dipendono da diversi fattori relativi alle condizioni climatiche circostanti come la temperatura, l'umidità o la velocità dell'aria. Per poter descrivere le condizioni climatiche circostanti con un'unica unità di misura, vengono utilizzati degli indizi climatici. La temperatura effettiva (T_{eff}) è l'indice più comune utilizzato per descrivere le condizioni climatiche circostanti. La T_{eff} in funzione della temperatura (secca) e dell'umidità relativa dell'aria è rappresentata nella *figura 3.4*.

Soprattutto a temperature elevate l'umidità dell'aria influisce molto sulla percezione della temperatura dell'essere umano. Le condizioni climatiche circostanti sono percepite insopportabilmente calde a partire da una temperatura effettiva T_{eff} di 28°C. Con un'umidità dell'aria del 40% solo a partire da una temperatura di 35°C, con 90% d'umidità già con 29°C.

La temperatura effettiva massima sopportabile dipende da diversi fattori come la costituzione fisica o la durata del'esposizione. Il valore limite della T_{eff} per un soggiorno prolungato può essere fissato a 30°C, al di sopra del quale un surriscaldamento del corpo e un colpo di calore sono probabili.

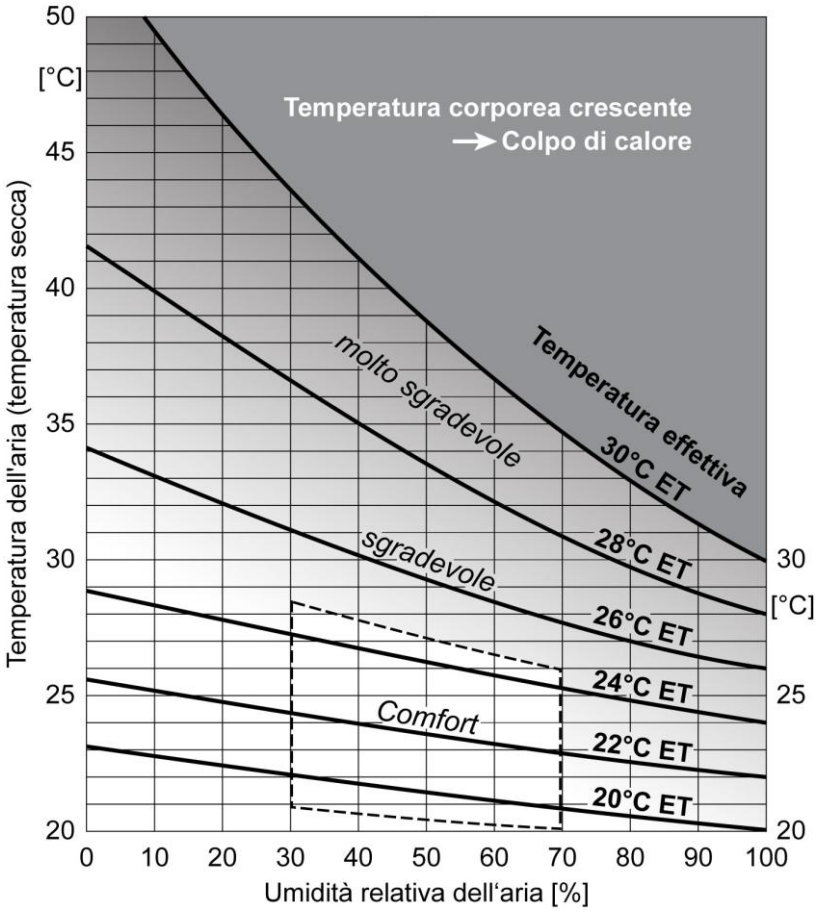


Figura 3.4 Temperatura effettiva (T_{eff}) con una velocità dell'aria di 0,1 m/s e percezione delle condizioni climatiche, nonché limite climatico fisiologico dell'essere umano

4 Isolamento termico

4.1 Perimetro isolato

Il perimetro di un edificio da isolare viene definito in base alle prescrizioni sull'isolamento termico, risp. ai requisiti tecnico-energetici. Per adempiere le prescrizioni legali, l'isolamento termico rispetto alle condizioni climatiche esterne, nonché verso i locali non riscaldati è necessario. Visto che dev'essere ininterrotto e chiuso, nei locali non riscaldati il perimetro isolato corre lungo la soletta del piano interrato. Per evitare ponti termici è necessario avere anche un isolamento perimetrale (*figura 4.1*).

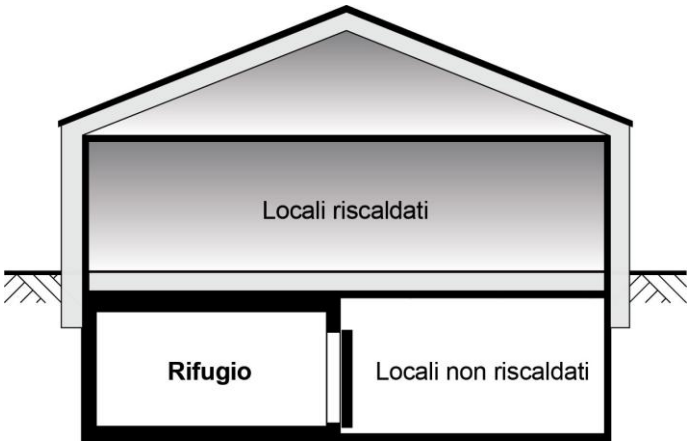


Figura 4.1 Perimetro isolato chiuso e isolamento perimetrale nel caso di locali non riscaldati al piano interrato

I locali del piano interrato con riscaldamento attivo o anche passivo devono trovarsi completamente all'interno del perimetro isolato (*figura 4.2*).

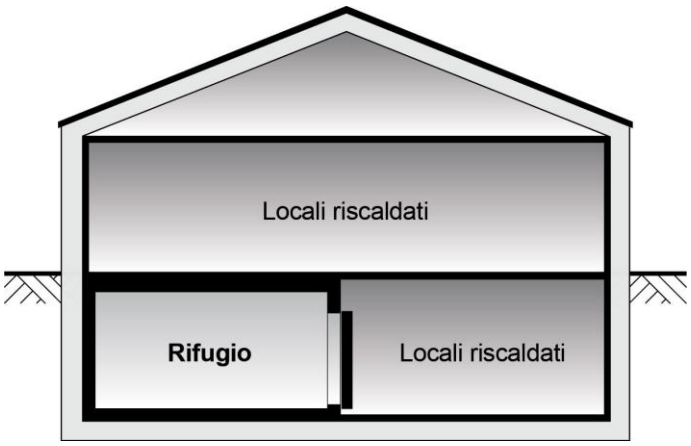


Figura 4.2 Perimetro isolato chiuso nel caso di locali con riscaldamento attivo o passivo al piano interrato

Le seguenti varianti d'isolamento sono importanti per le condizioni climatiche e per l'aerazione dei rifugi ITRP:

- Isolamento perimetrale
- Isolamento del soffitto
- Isolamento integrale

4.2 Isolamento perimetrale

È definito isolamento perimetrale l'isolamento termico delle pareti esterne del perimetro dell'edificio a contatto con il terreno. La profondità dell'isolamento nel terreno influisce sul deflusso di calore dal rifugio ed è quindi significativo per le condizioni climatiche del rifugio. Si distinguono fra isolamenti perimetrali fino alla profondità di penetrazione del gelo (4.2.1) e quelli su tutta l'altezza della parete (4.2.2).

4.2.1 Isolamento perimetrale fino alla profondità di penetrazione del gelo

In generale, per evitare ponti termici, tutti gli edifici pianificati secondo le prescrizioni sull'isolamento termico prevedono isolamenti perimetrali almeno fino alla profondità di penetrazione del gelo, cioè ca. 1,0 m sotto la superficie del terreno.

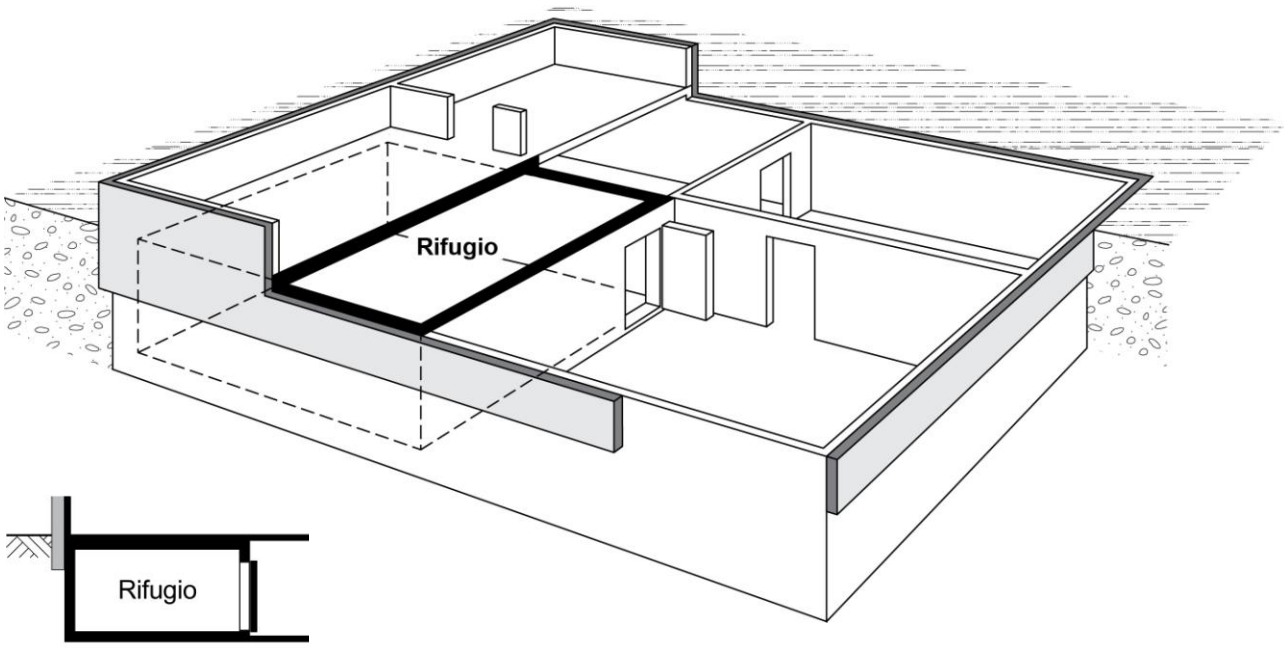


Figura 4.3 Isolamento perimetrale delle pareti interrate fino alla profondità di penetrazione del gelo

Con l'isolamento perimetrale fino alla profondità di penetrazione del gelo si evitano ponti termici nella zona delle solette del piano interrato. Però, per

ottenere un perimetro isolato chiuso, altri isolamenti termici sono necessari. A seconda del concetto d'isolamento, il perimetro isolato corre lungo la soletta del piano interrato non riscaldato, oppure i locali con riscaldamento attivo o passivo del piano interrato si trovano all'interno del perimetro isolato (*figura 4.4*).

Nei due concetti d'isolamento termico, il rifugio dev'essere isolato dai locali riscaldati. Questo è possibile se nel rifugio è previsto un isolamento termico che con un dispendio minimo può essere smontato prima dell'occupazione. In questo caso per le condizioni climatiche in caso d'occupazione del rifugio solo l'isolamento perimetrale fino alla profondità di penetrazione del gelo è determinante.

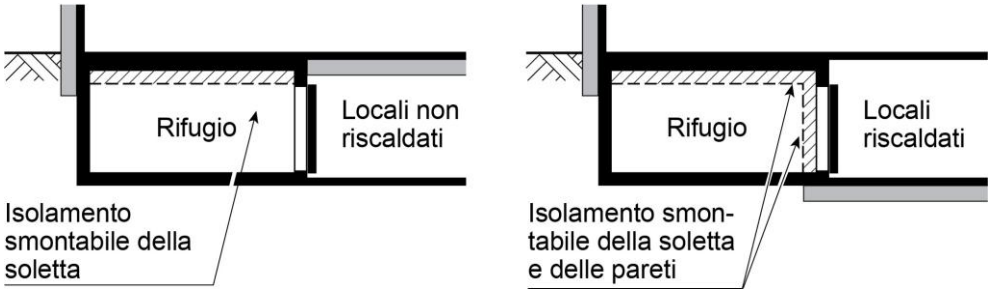


Figura 4.4 Concetto d'isolamento termico con isolamento perimetrale e isolamento smontabile nel rifugio

4.2.2 Isolamento perimetrale su tutta l'altezza della parete

Nel caso di elevati requisiti all'efficienza energetica, l'isolamento perimetrale non viene applicato solo per evitare ponti termici nella zona delle solette, ma anche per diminuire le perdite di calore su tutta l'altezza delle pareti.

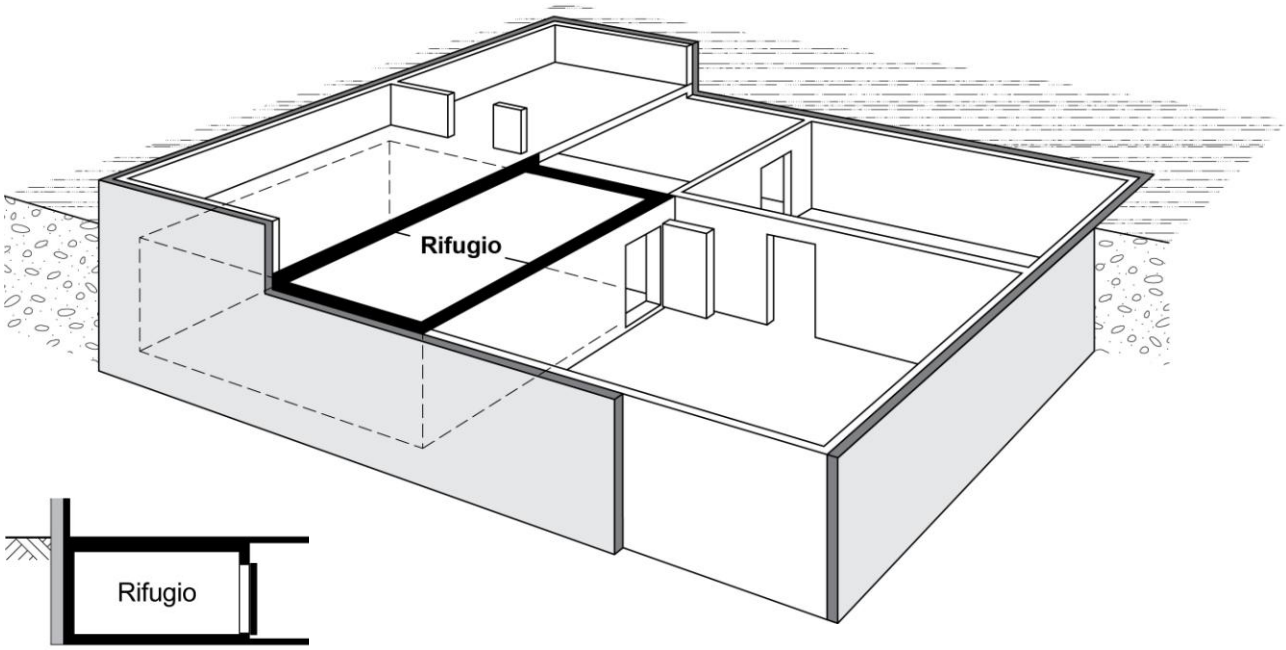


Figura 4.5 Isolamento perimetrale delle pareti a contatto con il terreno e su tutta la loro altezza

4.3 Isolamento della soletta

Nel caso di piani interrati non riscaldati, come ad esempio quando ci sono autorimesse sotterranee adiacenti ai rifugi, di solito si procede all'isolamento della soletta. Questo isolamento non è smontabile se si trova sopra la soletta del piano interrato. Con l'isolamento della soletta il deflusso di calore dal rifugio viene sensibilmente ridotto.

Per evitare ponti termici in un tale edificio c'è sempre, oltre all'isolamento della soletta, anche un isolamento perimetrale che arriva almeno fino alla profondità di penetrazione del gelo.

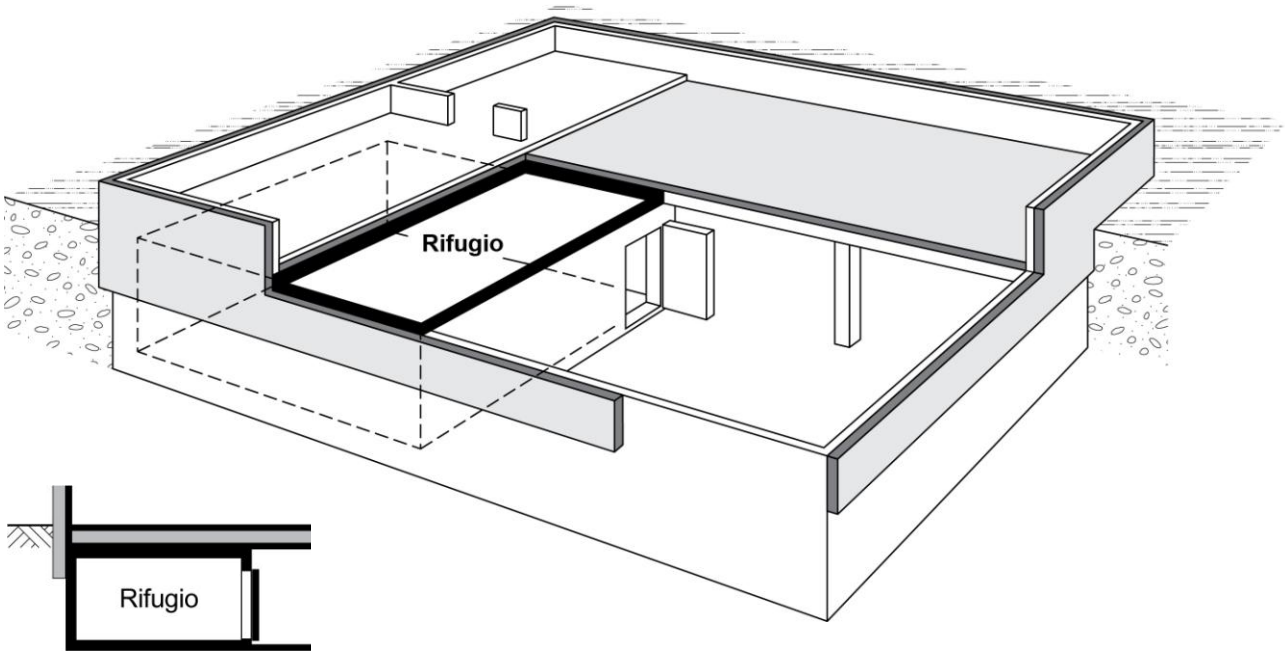


Figura 4.6 Isolamento di tutta la soletta del piano interrato

4.4 Isolamento integrale

L'isolamento integrale, dove tutti i piani interrati con riscaldamento attivo e passivo si trovano completamente all'interno del perimetro isolato, è previsto negli edifici dove si mira a un'elevata efficienza energetica. Il perimetro isolato è completamente chiuso e include anche l'isolamento della platea. In caso d'occupazione il deflusso di calore dal rifugio verso il terreno circostante è molto limitato.

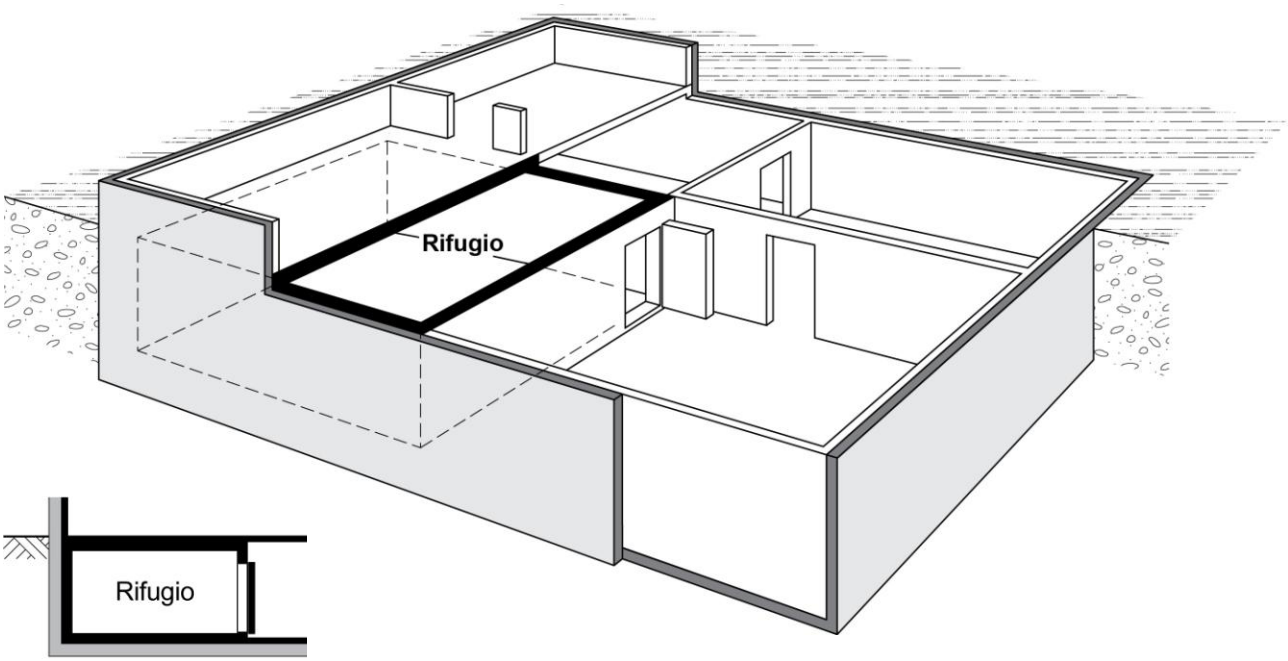


Figura 4.7 Isolamento integrale dell'edificio e dei piani interrati, rifugio compreso

5 Impianto di ventilazione del rifugio

5.1 Modi di funzionamento

Durante l'occupazione i rifugi vengono aerati artificialmente (meccanicamente) con degli impianti di ventilazione. Ad eccezione di un'interruzione, per esempio in caso d'incendio o con temperature esterne molto basse, la ventilazione del rifugio è sempre in funzione.

5.1.1 Funzionamento senza filtri antigas (FSF)

Normalmente viene utilizzato il funzionamento senza filtri antigas (FSF). I filtri antigas non sono raccordati e le condotte flessibili accoppiate direttamente fra di loro. La quantità d'aria fresca fornita dall'impianto di ventilazione ammonta ad almeno 6 m^3/h per posto protetto. Durante il funzionamento senza filtri antigas gli occupanti possono di tanto in tanto uscire dal rifugio (rotazione).

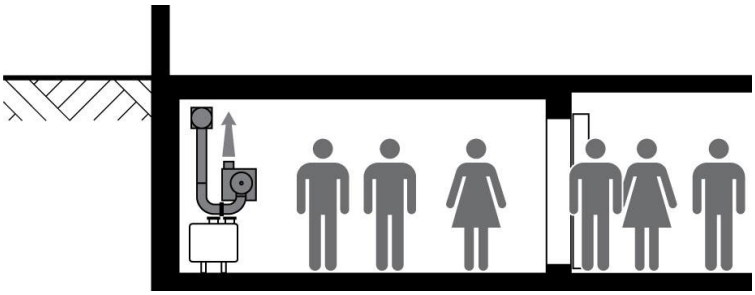


Figura 5.1 Funzionamento senza filtri antigas (FSF) e occupazione a rotazione

5.1.2 Funzionamento con filtri antigas (FCF)

Durante il funzionamento con filtri antigas (FCF) le condotte flessibili sono raccordate appunto ai filtri antigas attraverso i quali viene convogliata l'aria esterna. La quantità d'aria è minore di quella convogliata senza filtri antigas, ma ammonta almeno a 3 m^3/h per posto protetto. Per garantire la protezione C il rifugio è chiuso e occupato in modo autarchico.

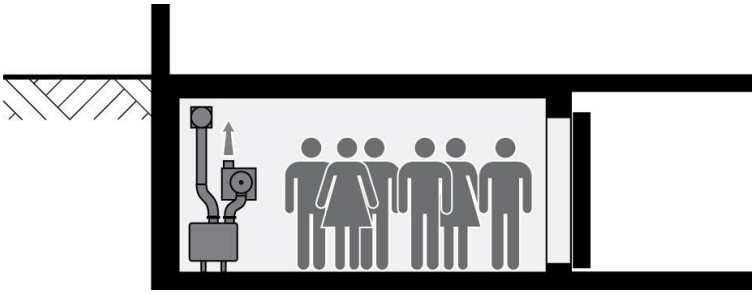


Figura 5.2 Funzionamento con filtri antigas e occupazione autarchica

5.2 Concetto di protezione C

Dopo l'occupazione normale il rifugio viene aerato con il funzionamento senza filtri antigas (FSF). La commutazione sul funzionamento con filtri antigas (FCF) avviene solo in caso di allarme C, nonché su disposizione particolare dell'organo preposto. A seconda del pericolo, risp. dello scenario C, la protezione C e quindi l'occupazione autarchica del rifugio con funzionamento con filtri antigas (FCF) deve poter essere mantenuta attiva per alcune ore (fino a un **massimo di 24**).

5.3 Impianto di ventilazione e condizioni climatiche nel rifugio

L'aumento della temperatura dipende dal calore ceduto dagli occupanti del rifugio, dalla ventilazione e quindi dalla quantità d'aria convogliata e dalla temperatura dell'aria esterna, nonché dal flusso di calore dal rifugio e quindi dal suo isolamento termico. Con il funzionamento senza filtri antigas (FSF) e un'occupazione non sempre completa (rotazione) l'aumento della temperatura è meno rapido che in caso di occupazione autarchica e funzionamento con filtri antigas (FCF). Nella maggior parte dei rifugi, con il funzionamento senza filtri antigas il limite climatico e una T_{eff} di 30°C non viene raggiunto neanche dopo un'occupazione lunga e continua.

Dopo un allarme C e la commutazione sul funzionamento con filtri antigas (FCF), la temperatura dell'aria nel rifugio sale più rapidamente. Per poter garantire la protezione C per almeno 24 ore, il limite climatico durante tutto il periodo non deve mai essere né raggiunto, né superato.

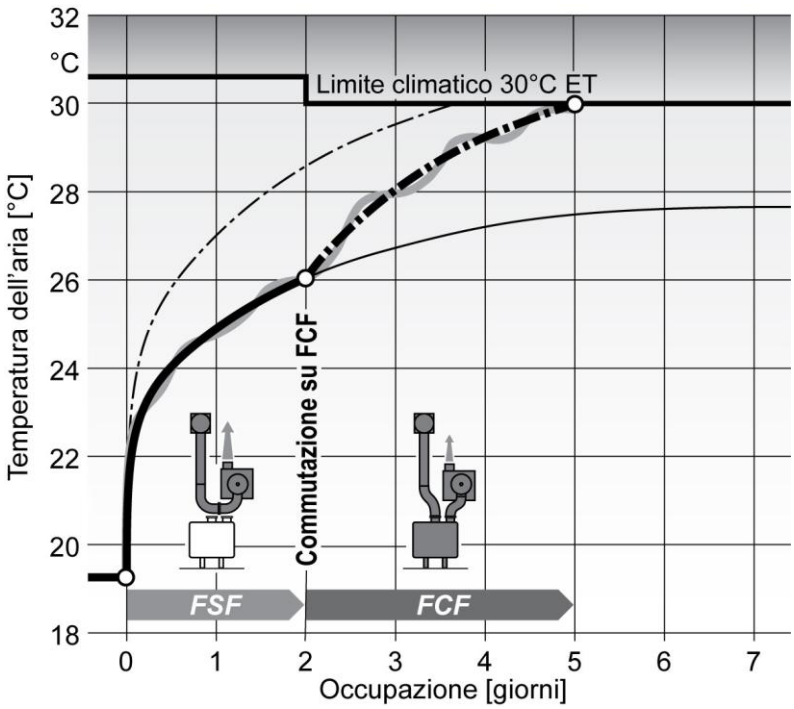


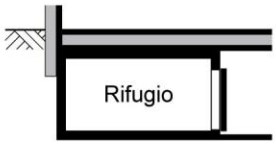
Figura 5.3 Aumento della temperatura nel rifugio, prima con funzionamento senza filtri antigas (FSF) e occupazione a rotazione, poi commutazione sul funzionamento con filtri antigas (FCF) e un'occupazione autarchica (rappresentazione schematica)

5.4 Impianti di ventilazione

5.4.1 Durata d'occupazione possibile con le quantità d'aria convogliate secondo le ITRP

Il tempo (in giorni) durante il quale un rifugio ITRP può essere occupato in modo autarchico con una **normale quantità d'aria convogliata** e con il funzionamento con filtri antigas (3 m^3/h per posto protetto) prima di raggiungere il limite climatico è indicato nella *tabella 5.1*. Questa durata d'occupazione massima ammissibile dipende in gran parte dall'isolamento termico e dalle dimensioni del rifugio (numero di posti protetti) tenendo però presente che quelli piccoli sono molto più vantaggiosi di quelli grandi, grazie al rapporto maggiore della superficie esterna rispetto alle dimensioni del rifugio stesso.

Tabella 5.1 Durata d'occupazione autarchica massima possibile fino al raggiungimento del limite climatico con quantità d'aria normali e funzionamento con filtri antigas (FCF)

Isolamento termico del rifugio	Numero di posti protetti (po prot)							
	5 - 25	26 - 50	51 - 75	76 - 100	101 - 125	126 - 150	151 - 175	176 - 200
Isolamento perimetrale [1]	> 7	5						2 giorni
Isolamento perimetrale [2]	4,5							1 giorno
Isolamento della soletta 	> 7	3						1 giorno
Isolamento integrale	1,5 . .	1 giorno	**Durata d'occupazione con funzionamento con filtri antigas inferiore a 1 giorno**					

[1] Profondità di penetrazione del gelo
[2] tutta la parete

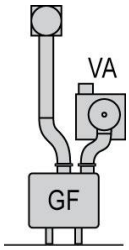
La durata d'occupazione richiesta di almeno 24 ore con funzionamento con filtri antigas e una normale quantità d'aria convogliata per il caso di un pericolo C può essere garantita sia per i rifugi ITRP con isolamento perimetrale, sia per rifugi con isolamento della soletta di tutte le dimensioni.

Nel caso di edifici con isolamento integrale e i rifugi situati completamente all'interno del perimetro isolato, è possibile garantire il funzionamento con filtri antigas e una quantità d'aria convogliata normale per almeno 24 ore nei rifugi ITRP con fino a 50 posti protetti. Nei rifugi più grandi la durata

d'occupazione possibile con funzionamento con filtri antigas sarà limitata a meno di 24 ore a causa delle condizioni climatiche interne; in questi casi la quantità d'aria convogliata dovrà essere raddoppiata, come indicato nella seguente sezione 5.4.2.

5.4.2 Impianti di ventilazione necessari e quantità d'aria convogliate

I rifugi ITRP con isolamento termico dove secondo la *tabella 5.1* con un funzionamento con filtri antigas può essere garantita una durata d'occupazione di almeno 24 ore, possono essere aerati con le normali quantità d'aria 6 m^3/h per posto protetto con il funzionamento senza filtri antigas e con 3 m^3/h per posto protetto con il funzionamento con filtri antigas.



Se l'edificio dispone di un **isolamento termico** integrale il rifugio ITRP si trova completamente all'interno del perimetro isolato e dispone di **51 o più posti protetti**, quest'ultimo deve essere aerato con una **quantità d'aria doppia** di 12 m^3/h per posto protetto con il funzionamento senza filtri antigas e 6 m^3/h per posto protetto con il funzionamento con filtri antigas. Gli apparecchi di ventilazione (VA) e i filtri antigas (GF) necessari sono indicati nella *tabella 5.2* seguente.

Tabella 5.2 Impianti di ventilazione, risp. quantità d'aria convogliate necessarie per garantire l'occupazione autarchica di 24 ore con funzionamento con filtri antigas (FCF) nei rifugi ITRP con isolamento termico.

Isolamento termico del rifugio	Numero di posti protetti (po prot)							
	5 - 25	26 - 50	51 - 75	76 - 100	101 - 125	126 - 150	151 - 175	176 - 200
Isolamento perimetrale [1]								
Isolamento perimetrale [2]	Impianti di ventilazione e quantità d'aria convogliate secondo le ITRP							
Isolamento della soletta								
Isolamento integrale			**Impianti di ventilazione per quantità d'aria convogliate doppie**					
			3 VA 150 3 GF 150	**4 VA 150 4 GF 150**	**5 VA 150 5 GF 150**	**6 VA 150 6 GF 150**	**7 VA 150 7 GF 150**	**8 VA 150 8 GF 150**

[1] Profondità di penetrazione del gelo
[2] tutta la parete

In caso d’occupazione le quantità d’aria convogliate, risp. gli impianti di ventilazione del rifugio secondo la *tabella 5.2* garantiscono condizioni climatiche interne ammissibili anche quando l’ondata di caldo con temperature diurne medie superiori ai 20°C persiste per diversi giorni.