Bioarchitettura

Casa di legno prefabbricate

Casa in legno lamellare

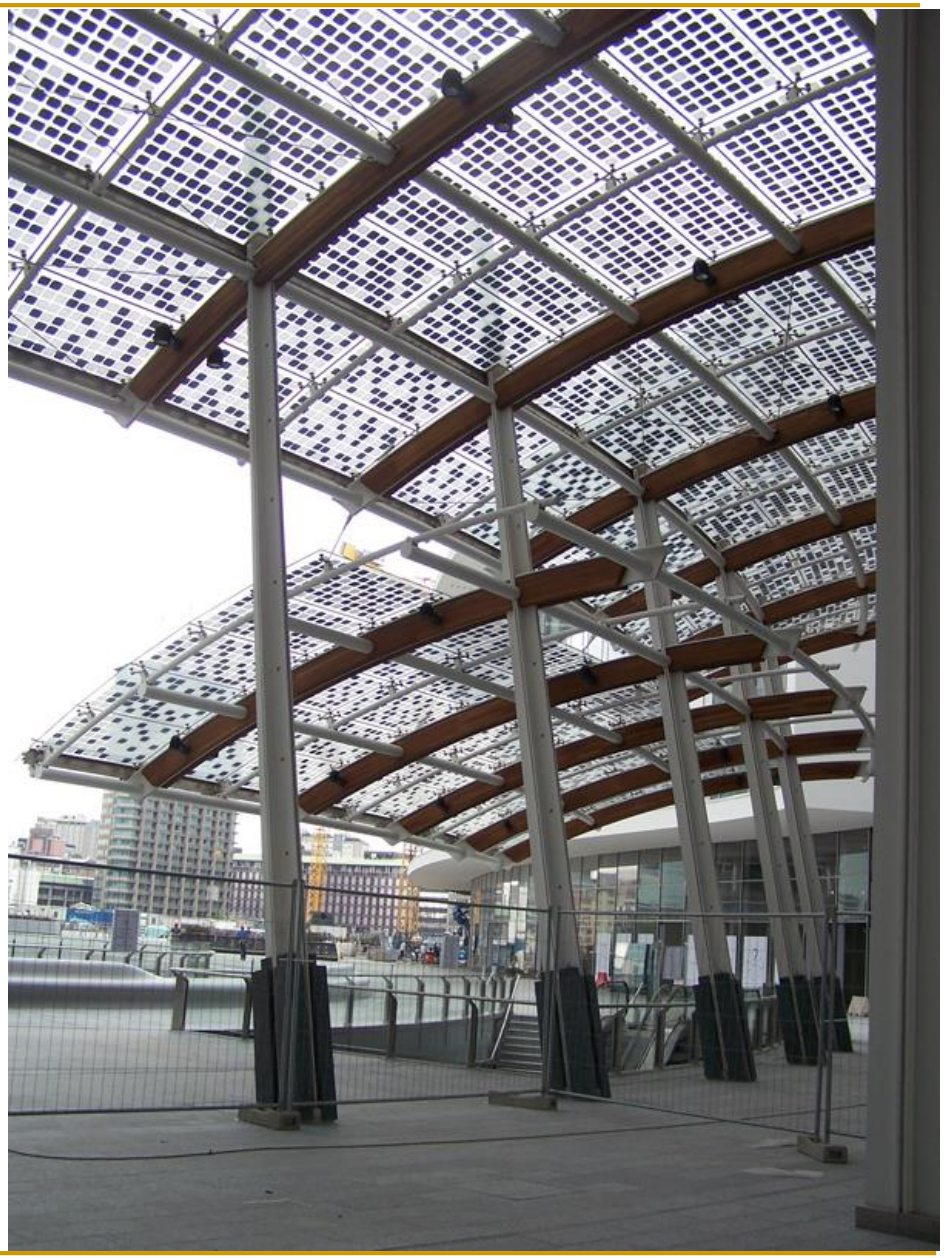
Edifici a torre isolati:

Bosco verticale di Boeri a Milano

Facciata in pannelli fotovoltaici

Pannelli fotovoltaici strutturali

Piazza Gae Aulenti



Grattacielo con pale eoliche

Londra

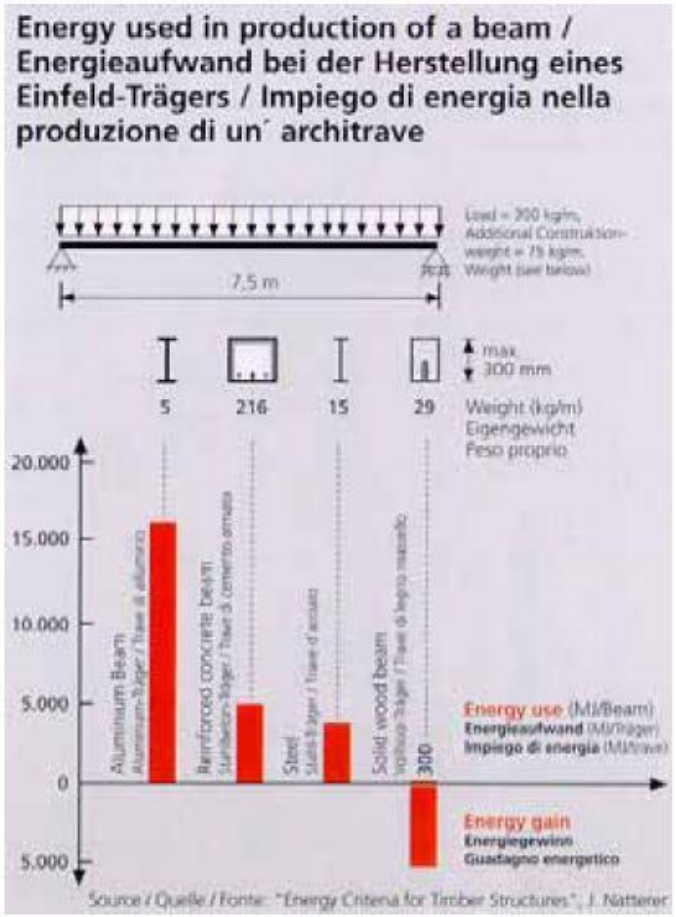
Grattacielo sostenibile a Londra

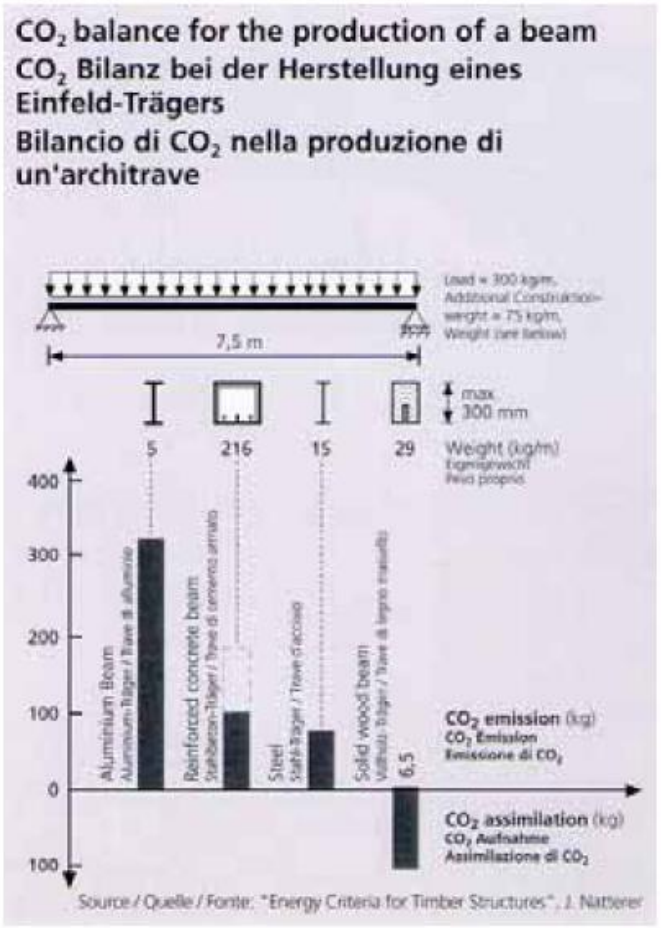
Il Gerkin
di Norman Foster

Strutture in legno lamellare

Isolamento a cappotto

Impiego di energia per produzione di un'architrave

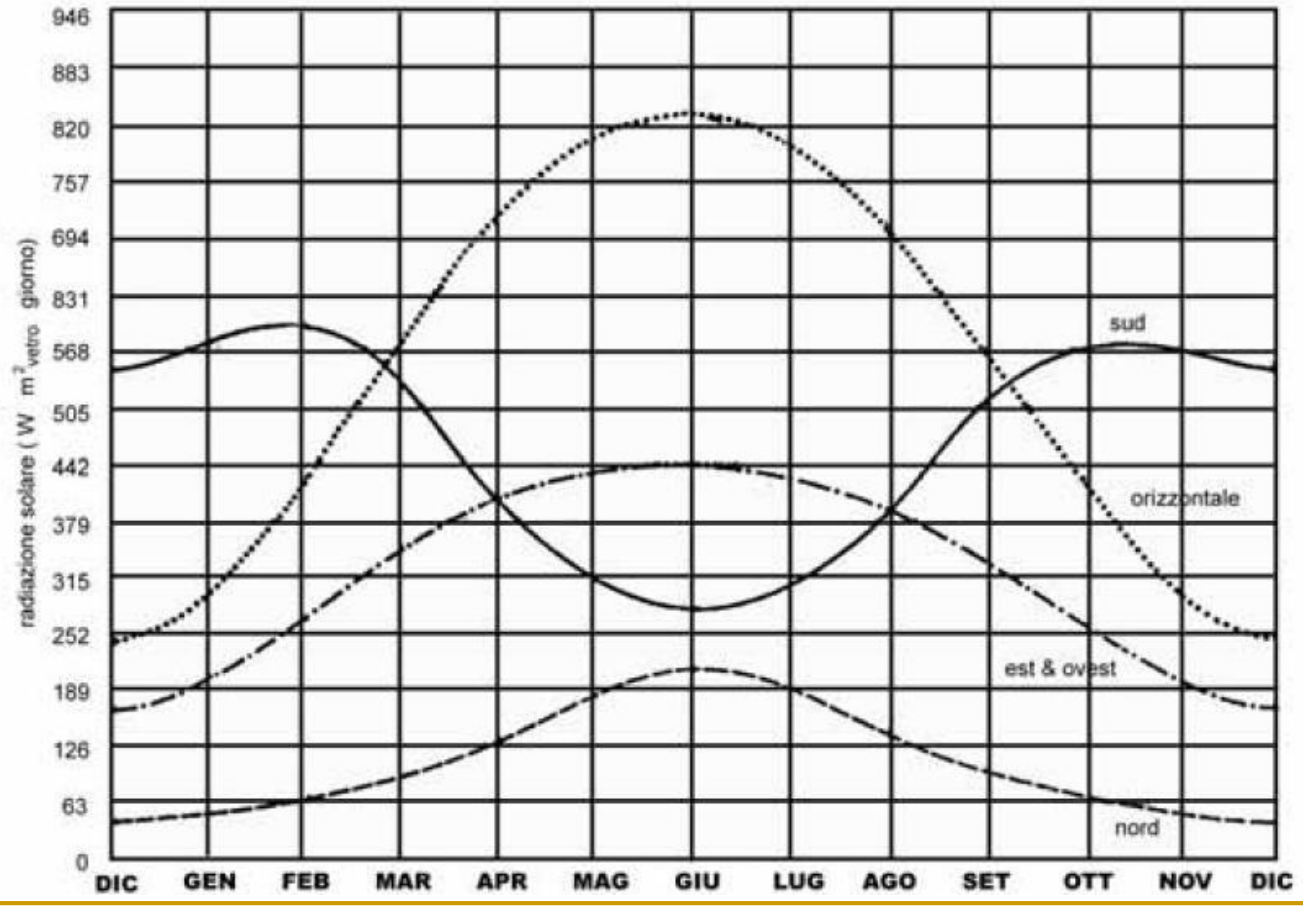




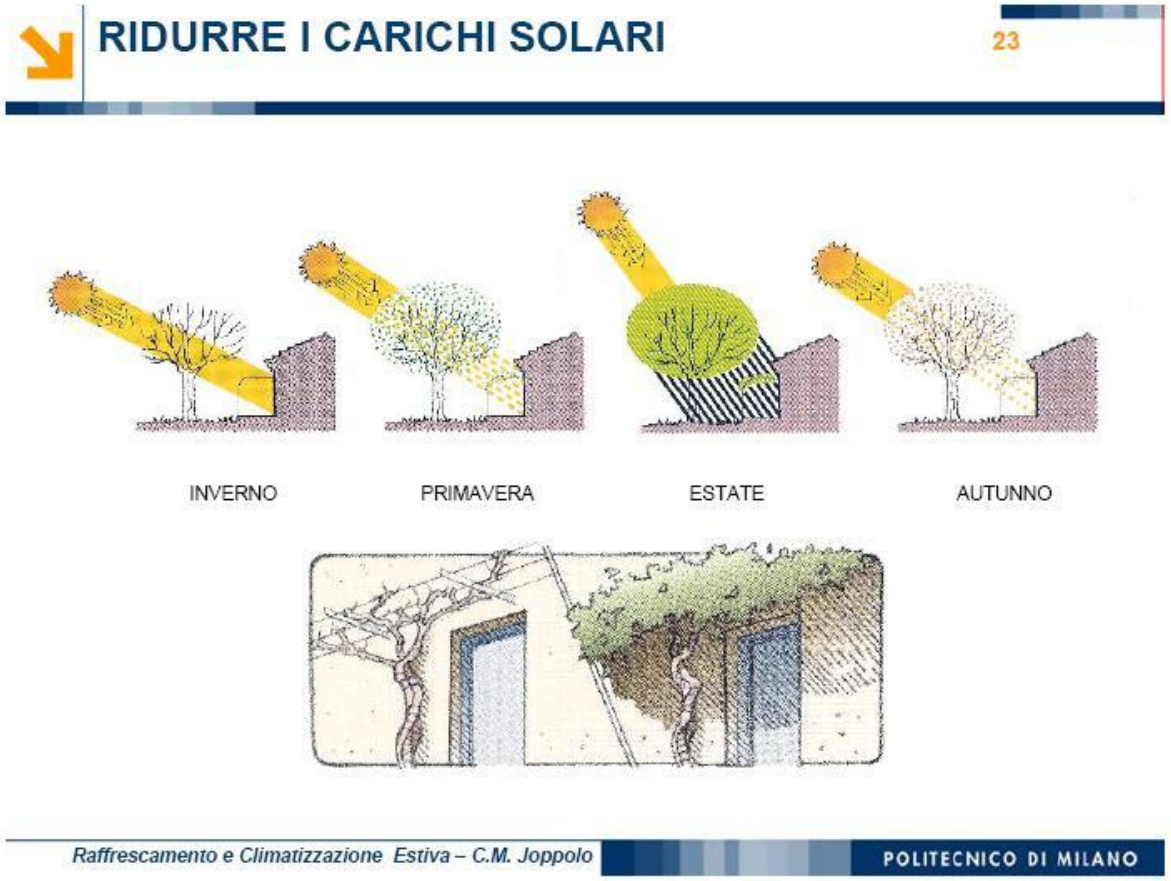
Fattori di Conversione Energia primaria

Fattori di conversione in energia primaria	f_p
Combustibili fossili (metano, gasolio, carbone,GPL)	1
Energia elettrica	2,18
Fonti rinnovabili: -legna, biomasse, RSU -eolico, solare termico e fotovoltaico	 0,5 0
Teleriscaldamento: -con caldaie -altri sistemi di generazione	 1.2* **
Teleraffreddamento: -con refrigeratori industriali -combinato con teleriscaldamento (trigenerazione) -refrigeratori + free-cooling -free-cooling (impiego di acqua di lago/fiume) -calore di scarto di processo + frigoriferi assorbimento	 0,5 0,4 0,3 0,1 0,05
* da utilizzarsi in assenza di dato dichiarato dal fornitore ** utilizzare il dato dichiarato dal fornitore	

Radiazione solare



Radiazione solare

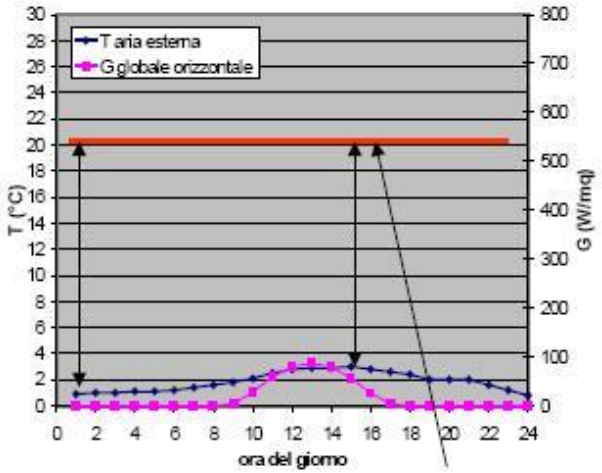


Bilancio termico

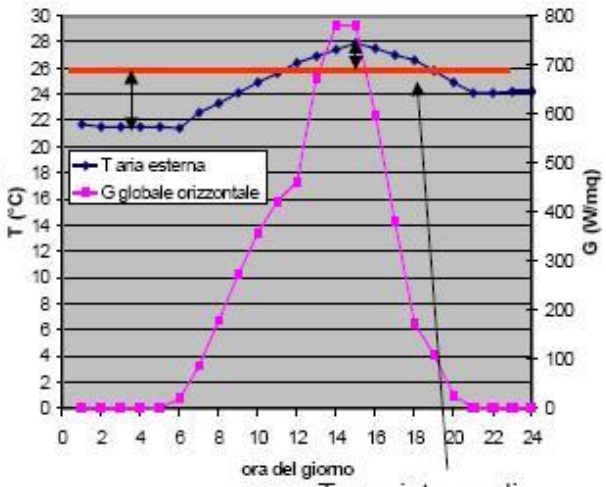
Bilancio termico / dinamica

Fissata la condizione di progetto interna T_{PI}, le condizioni al contorno (es. T_{OE}, G) sono funzione del tempo ⇒ problema DINAMICO

Tuttavia la dinamica ha un peso diverso in inverno ed in estate



Temp interna di progetto invernale

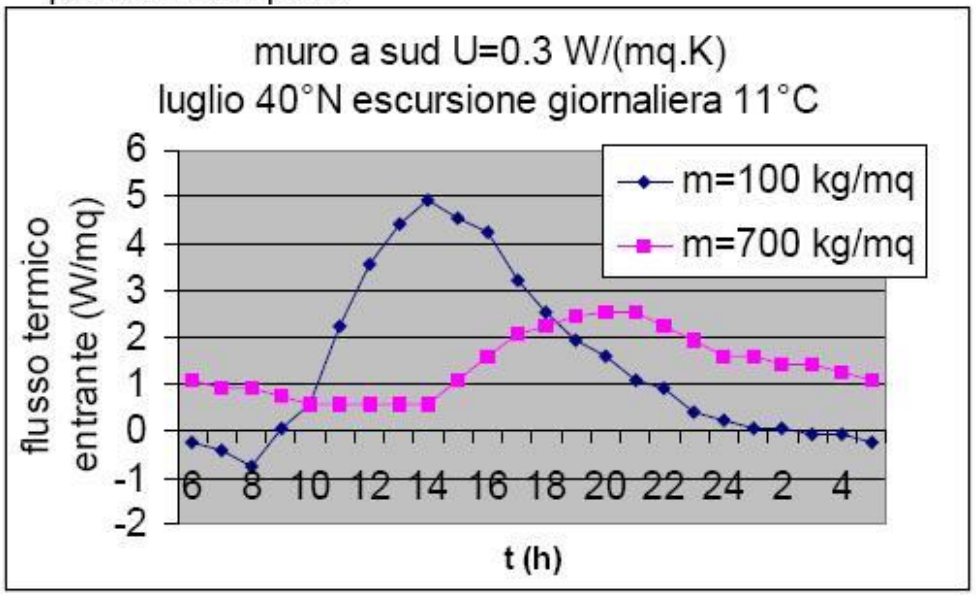


Temp interna di progetto estiva

Inerzia termica

Carico termico estivo / inerzia termica

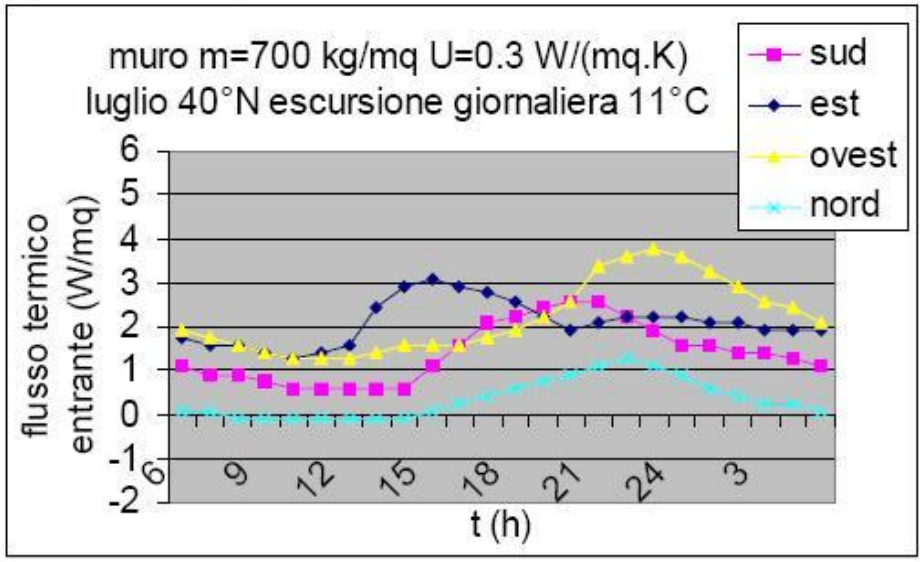
Ruolo dell'inerzia della parete opaca nel determinare intensità e posizione del picco



Esposizione parete

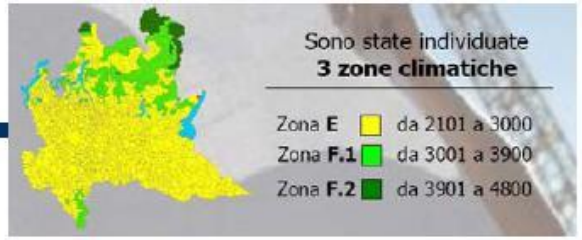
Carico termico estivo / esposizione parete

Influenza dell'esposizione della parete opaca sull'intensità e la posizione del picco



Classi energetiche

Certificazione in R. Lombardia riscaldamento - residenziale



Classe	Edifici di classe E.1 esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme		
	Zona E	Zona F1	Zona F2
A+	$EP_H < 14$	$EP_H < 20$	$EP_H < 25$
A	$14 \leq EP_H < 29$	$20 \leq EP_H < 39$	$25 \leq EP_H < 49$
B	$29 \leq EP_H < 58$	$39 \leq EP_H < 78$	$49 \leq EP_H < 98$
C	$58 \leq EP_H < 87$	$78 \leq EP_H < 118$	$98 \leq EP_H < 148$
D	$87 \leq EP_H < 116$	$118 \leq EP_H < 157$	$148 \leq EP_H < 198$
E	$116 \leq EP_H < 145$	$157 \leq EP_H < 197$	$198 \leq EP_H < 248$
F	$145 \leq EP_H < 175$	$197 \leq EP_H < 236$	$248 \leq EP_H < 298$
G	$EP_H \geq 175$	$EP_H \geq 236$	$EP_H \geq 298$

Tabella A.4.1 - Valori limite della classi energetiche per la climatizzazione invernale o il riscaldamento, espressi in chilowattora per metro quadrato di superficie utile dell'ambiente a temperatura controllata o climatizzato dell'edificio [kWh/m^{2}anno], per gli edifici della classe E.1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme.

Trasmittanza minima di legge

La prestazione energetica dell'involucro

5

Oltre alla prestazione energetica dell'intero edificio, i regolamenti stabiliscono dei valori massimi di trasmittanze termiche di componenti di copertura, parete e serramento, al variare della zona climatica. Per la zona E:

Parte di involucro	Dal 2006 (dlgs 192/05)	Dal 2009 (dlgs 192/05)	Dal 2008 (dlgs 311/06)	Dal 2010 (dlgs 311/06)	Per incentivi DM 11/03/08
Pareti opache	0,46	0,37	0,37	0,34	0,34-0,28
Coperture	0,45	0,34	0,32	0,30	0,30-0,24
Solai	0,45	0,34	0,38	0,33	0,33-0,27
Serramenti	2,80	2,50	2,40	2,20	2,20-1,60
Vetrazioni	2,40	1,90	1,90	(2011) 1,70	non def.

MEMENTO!!!

Sono definiti anche dei limiti inferiori alla massa frontale degli elementi di involucr finalizzati a garantire una buona capacità (inerzia) termica complessiva del sistema edificio e un certo grado di sfasamento del flusso entrante per conduzione (comfort termico estivo)

L'involucro opaco E.De Angelis POLITECNICO DI MILANO

Materiali isolanti

I materiali isolanti

23

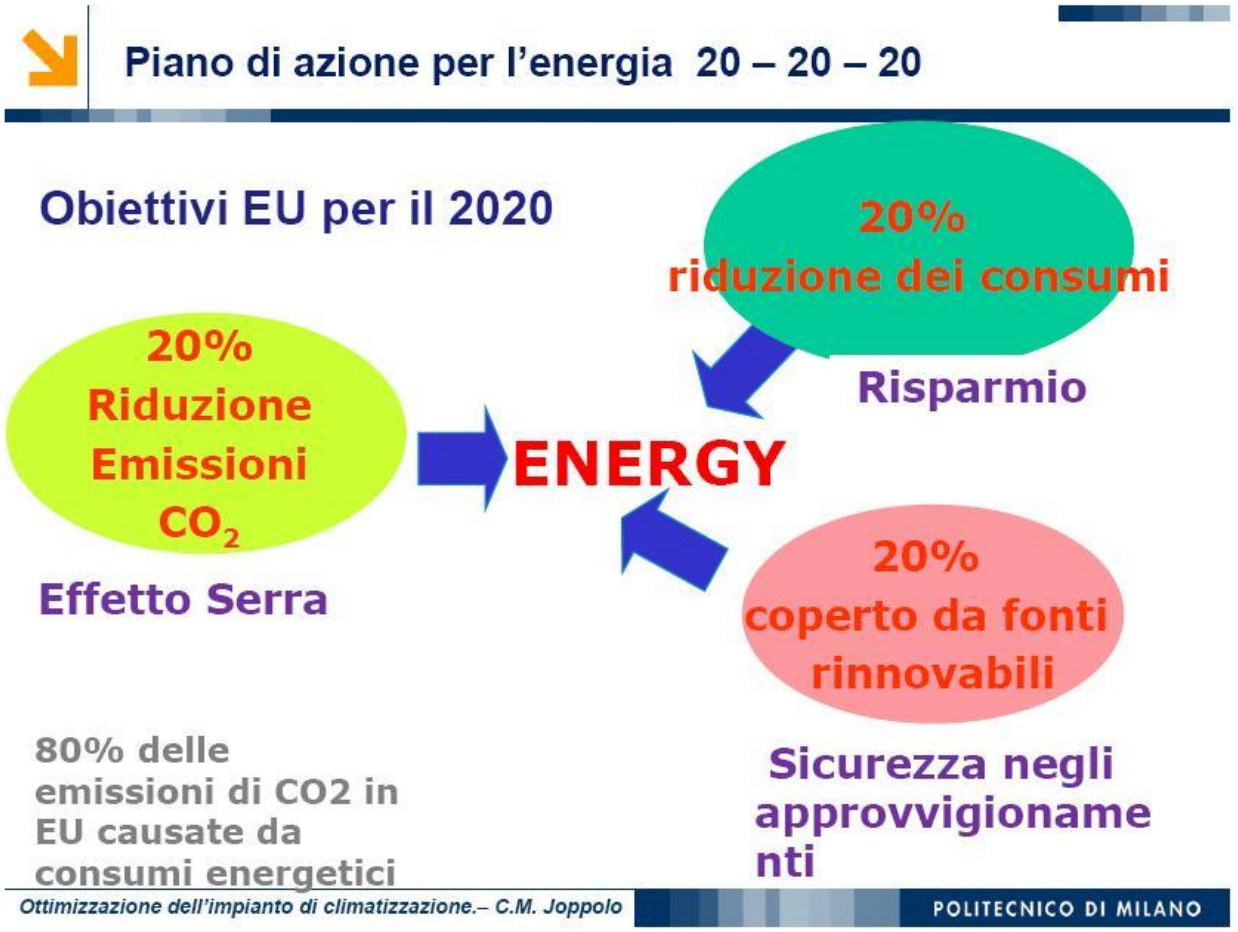
L'isolante più utilizzato in edilizia è l'aria ferma: λ = 0.024 (W/mK)

Gran parte dei materiali che isolano bene lo fanno perché riescono ad essere fatti principalmente d'aria che la restante parte o componenti del materiale riescono a tenere "ferma", quasi immobile.

ATTENZIONE: all'interno dei materiali composti di cavità più o meno grandi, il flusso di calore avviene per conduzione attraverso le parti solide opache, per convezione e per irraggiamento tra le superfici che delimitano le cellule, e per irraggiamento, attraverso materiali non opachi:

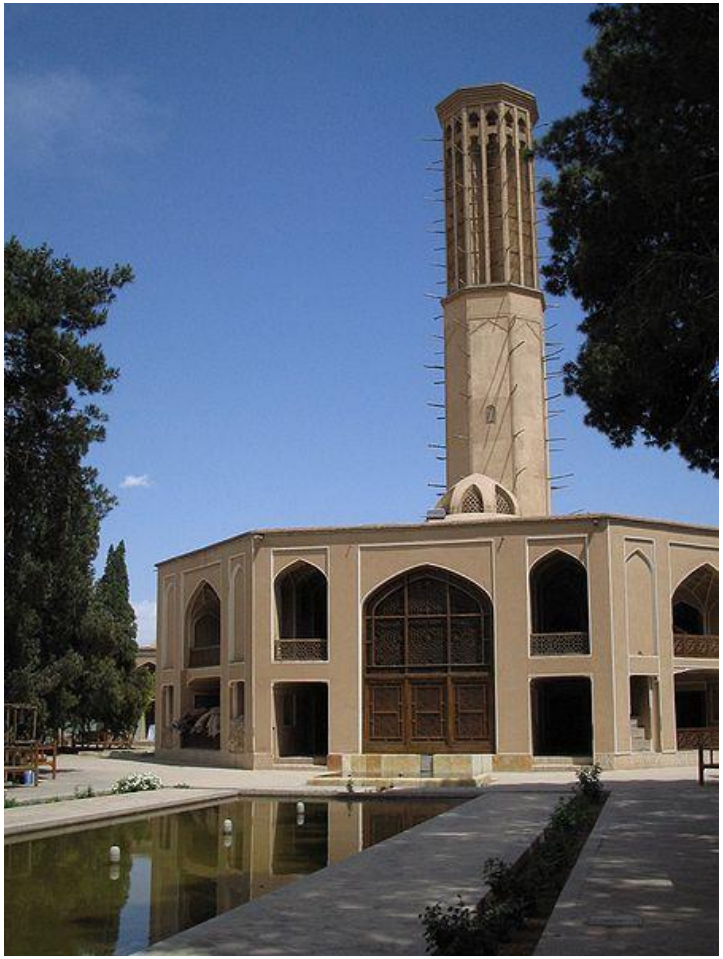
- Un polistirene a bassa densità isola meno perché è trasparente
- Una lana a bassa densità isola meno perché trasparente e permeabile all'aria (moti convettivi interni)
- Il poliuretano può isolare di più di altri materiali perché viene espanso usando gas a bassissima conduttività (Cl-F-C, λ = 0.008)

Direttiva 20-20-20

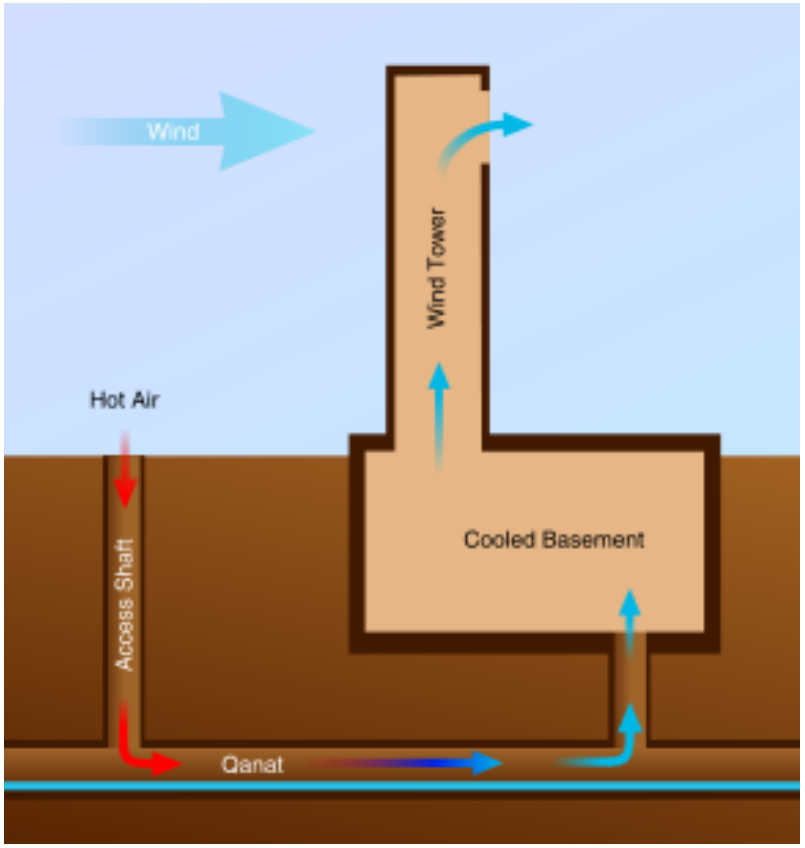


Ghiacciaia di Yadz -

Torre del vento a Yadz



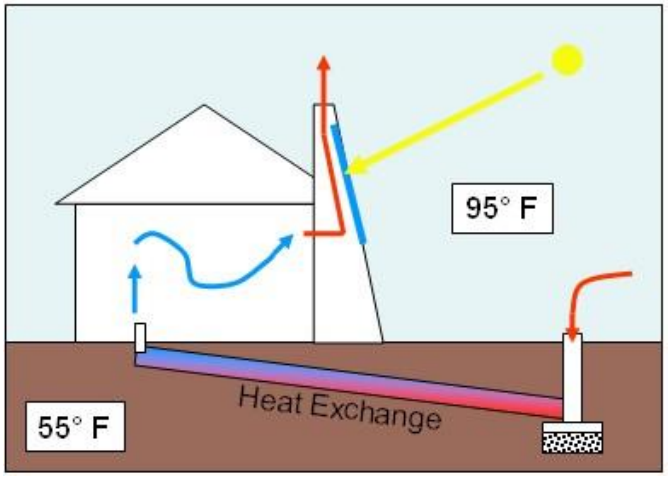
Schema di torre del vento - windcatcher



A **windcatcher** (Persian: بادگیر *Bâdgir*, or *Malqaf* / *Malgaf* in Arabic) is a traditional **Persian architectural device used for many centuries to create natural ventilation in buildings**. It is not known who first invented the windcatcher, but it still can be seen in many countries today. Windcatchers come in various designs: uni-directional, bi-directional, and multi-directional. Examples of windcatchers can be found in traditional Persian-influenced architecture throughout the Middle East, Pakistan

Schema di solar chimney

- Finally, in a windless environment or waterless house, a windcatcher functions as a solar chimney. It creates a pressure gradient which allows less dense hot air to travel upwards and escape out the top.
- This is also compounded significantly by the day-night cycle mentioned above, trapping cool air below. The temperature in such an environment cannot drop below the nightly low temperature. These last two functions have gained some ground in Western architecture, and there are several commercial products using the name *windcatcher*.
- When coupled with thick adobe that exhibits high heat transmission resistance qualities, the windcatcher is able to chill lower level spaces in mosques and houses (e.g. shabestan) in the middle of the day to frigid temperatures.



Windcatcher

- and Afghanistan
- Central Iran has a very large day-night temperature difference, ranging from cool to extremely hot, and the air tends to be very dry all day long. Most buildings are constructed of very thick ceramics with extremely high insulation values. Furthermore, towns centered on desert oases tend to be packed very closely together with high walls and ceilings relative to Western architecture, maximizing shade at ground level. The heat of direct sunlight is minimized with small windows that do not face the sun.

Windcatcher-2

- A windcatcher or malqaf used in traditional persian / arabic architecture.
- The windcatcher or malqaf can function by several methods:

- One of the most common uses of the badgir is as an architectural feature to cool the inside of the dwelling, and is often used in combination with courtyards and domes as an overall ventilation / heat management strategy.
- The malqaf is essentially a tall, capped tower with one face open at the top. This open side faces the prevailing wind, thus 'catching' it, and bringing it down the tower into the heart of the building to maintain air flow, thus cooling the interior of the building.
- This is the most direct way of drawing air into the building, but importantly it does not necessarily cool the air, but relies on a rate of air flow to provide a cooling effect. This use of the malqaf or windcatcher has been employed in this manner for thousands of years, as detailed by contemporary Egyptian architect Hassan Fathy.

Windcatcher - 3

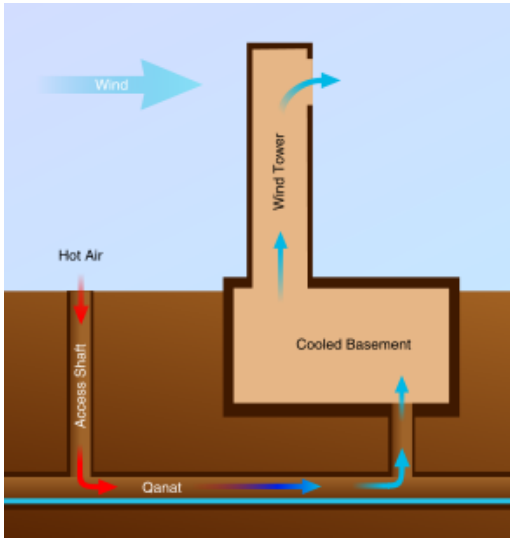
- A windcatcher and qanat used for cooling.
- The second usage is in combination with a **qanat**, or underground canal. In this method however, the open side of the tower faces away from the direction of the prevailing wind. (This can be adjusted by having directional ports at the top). By closing all but the one facing away from the incoming wind, air is drawn upwards using the Coandă effect, similar to how opening the one facing towards the wind would pull air down into the shaft.
- As there is now a pressure differential on one side of the building, air is drawn down into the passage on the other side. This hot air is brought down into the qanat tunnel, and is cooled by the combination of coming into contact with the cold earth (as it is several meters below ground, the earth stays continuously cool) as well as the cold water running through the qanat.
- The air is therefore cooled significantly, and is then drawn up through the windcatcher by the same Coandă effect. This therefore brings cool air up through the building, cooling the structure overall, with the additional benefit that the water vapour from the qanat has an added cooling effect.

Qanat

- Qanats used in conjunction with a wind tower can provide cooling as well as a water supply. A wind tower is a chimney-like structure positioned above the house; of its four openings, the one opposite the wind direction is opened to move air out of the house. Incoming air is pulled from a qanat below the house.

- The air flow across the vertical shaft opening creates a lower pressure (see Bernoulli effect) and draws cool air up from the qanat tunnel, mixing with it. The air from the qanat was drawn into the tunnel at some distance away and is cooled both by contact with the cool tunnel walls/water and by the giving up latent heat of evaporation as water evaporates into the air stream.

- In dry desert climates this can result in a greater than 15°C reduction in the air temperature coming from the qanat; the mixed air still feels dry, so the basement is cool and only comfortably moist (not damp). Wind tower and qanat cooling have been used in desert climates for over 1000 years.



Qanat - 2

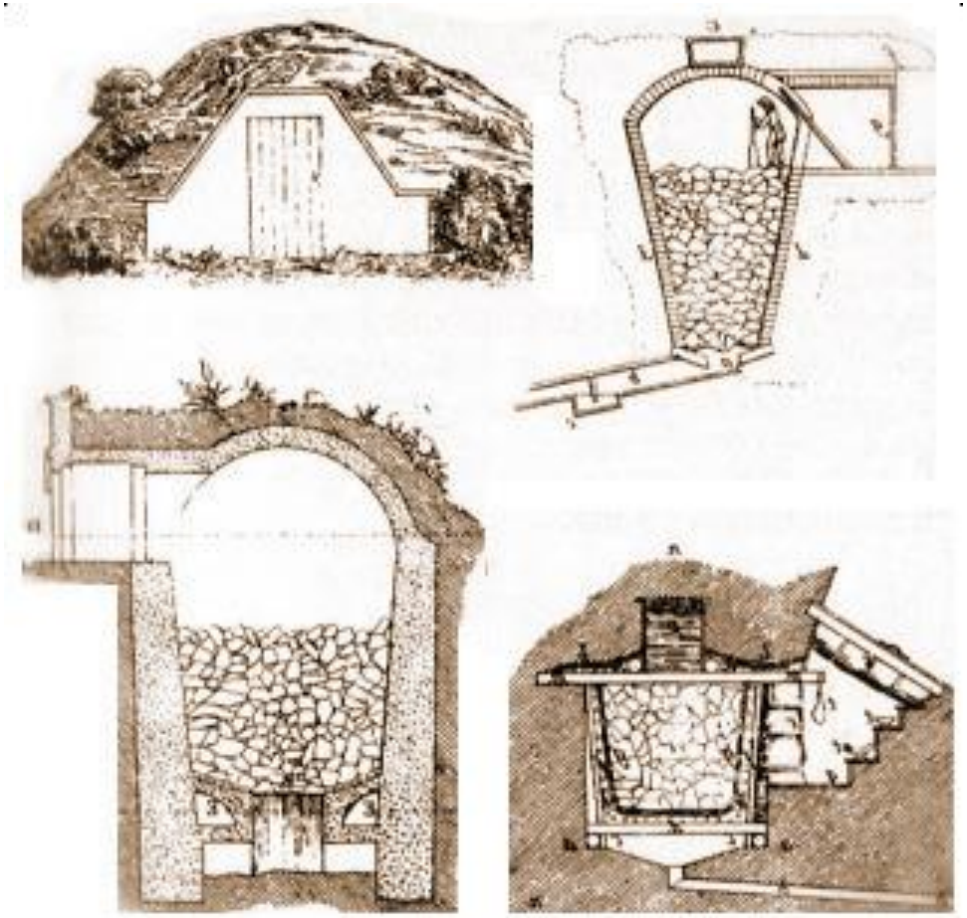
- In 400 BC Persian engineers had already mastered the technique of storing ice in the middle of summer in the desert.
- The ice could be brought in during the winters from nearby mountains. But in a more usual & sophisticated method they had a wall made along east-west direction close to the Ice Pit (yakhchal).In winter the qanat water was being canalized to north side of the wall. The shadow of the wall makes water freeze more quickly so they could have more ice per each winter day. Then ice was being stored in a specially designed, naturally cooled refrigerators called yakhchal (meaning *ice pits*).
- A large underground space with thick insulated walls was connected to a qanat, and a system of windcatchers or Wind Towers was used to draw cool subterranean air up from the qanat to maintain temperatures inside the space at low levels, even during hot summer days. As a result, the ice melted slowly and ice was available year-round.

Ghiacciaie in Italia

La **ghiacciaia** è un ambiente in cui veniva prodotto e/o immagazzinato il ghiaccio prima dell'invenzione del frigorifero negli anni venti del Novecento,
Per ghiacciaia in questo caso s'intende un impianto, nel quale le acque (ad esempio di un fiume), venivano deviate per essere trasformate in ghiaccio attraverso l'azione della temperatura ambientale (sotto lo zero termico, durante l'inverno e in luoghi freddi), per poi essere immagazzinato e trasportato al momento del bisogno.

Ghiacciaie di Cazzago Brebbia (Va)

Sezioni di ghiacciaie



Ghiacciaie

- **Nel Veneto**
- Una ***giazera*** veneta sul Monte Grappa
- *Dal XVI secolo in adiacenza alle Malghe, venivano costruiti questi frigoriferi naturali per la conservazione degli alimenti durante i caldi mesi estivi. A dicembre l'interno del manufatto veniva riempito di neve che, ben pressata, si trasformava in ghiaccio. La piccola porta rivolta a nord era l'unico accesso ed una scaletta interna portava giù fino al livello superiore del ghiaccio, spesso alcuni metri.*
- *La temperatura interna era costantemente molto bassa ed il sole estivo non riusciva a sciogliere la neve, così i cibi ben ricoperti si potevano conservare tutto l'anno, fino alla successiva stagione delle nevi. Il termine tradizionale con il quale venivano designate queste costruzioni era* ***giazera*** *ovvero ghiacciaia naturale.*

Ghiacciaie in Lombardia – 1 (giazzere, giazer, cunsert)

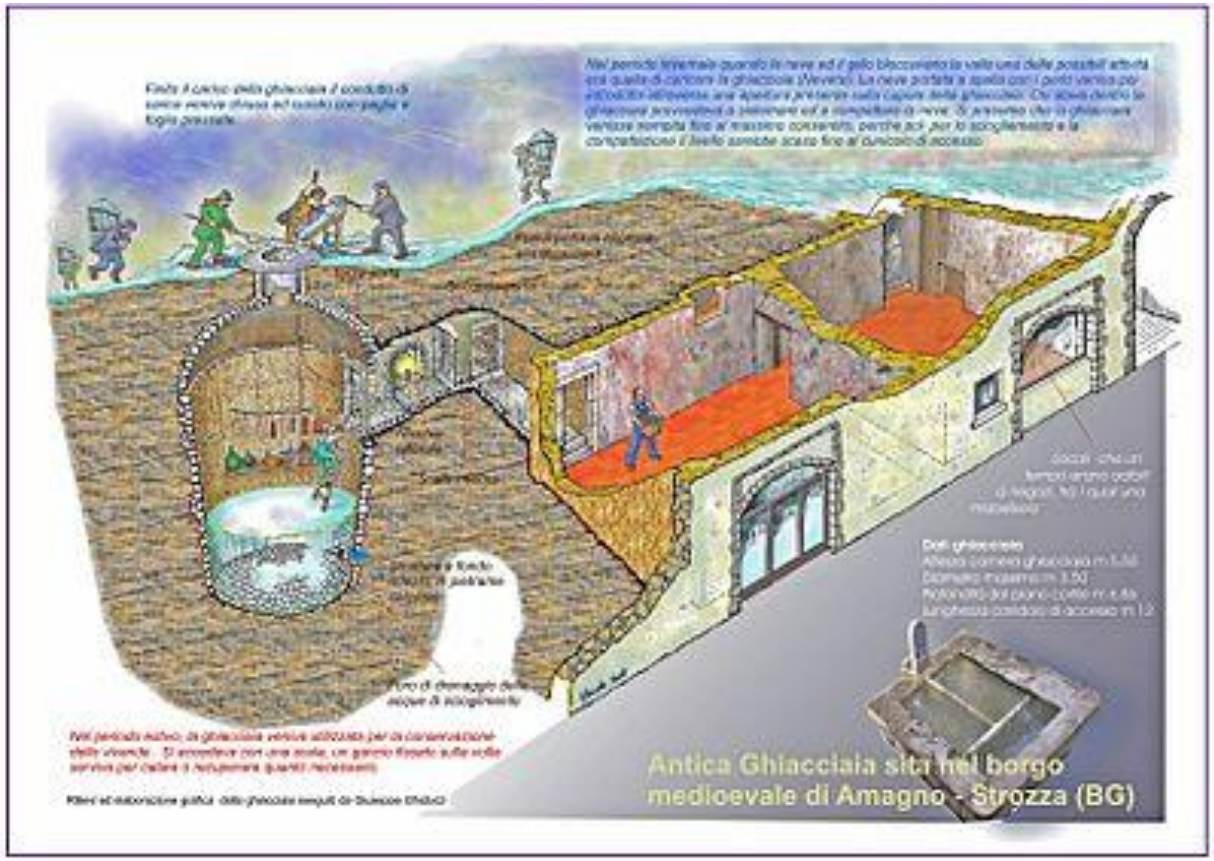
- **In Lombardia**
- *Dalla fine del Settecento fino agli anni sessanta del Novecento, sul lago di Varese esistevano le ghiacciaie di lago. Esse erano edifici, chiamati anche **giazer o giazzere**, progettati e costruiti appositamente per stiparvici in inverno il ghiaccio prelevato dalla superficie ghiacciata del lago.*
- *Lo stesso ghiaccio che in seguito, durante l'anno, sarebbe principalmente servito a conservare le grandi quantità di pesce pescato, a garantirne la freschezza lungo la via per i mercati lombardi (Verziere di Milano, Saronno, Busto Arsizio, Gallarate, Varese, Gavirate ed altri), piemontesi (Arona, Novara, Vercelli e Torino) ed anche francesi. Le giazzere fornivano anche il ghiaccio per scopo sanitario, per fare impacchi, curare febbri e infiammazioni.*

- *Negli anni ottanta del Novecento **Alba Bernard**, scoprì le ghiacciaie*

- *La **Ghiacciaia della cascina Favaglie**, ubicata nel Comune di **Cornaredo**, sul limitare del Parco Agricolo Sud Milano, è unica nel suo genere per le sue ragguardevoli dimensioni (circa m 10 di diametro alla base, ed una altezza di m 5,60), ed è tra le poche a sopravvivere alle demolizioni effettuate in Lombardia negli ultimi decenni..*

Ghiacciaie in Lombardia - 2

- **In Lombardia**
- ***Ghiacciaia del Maestro*** *ubicata nel centro storico di Amagno, Strozza Bergamo.*
-
- *È una struttura a forma conica, le sue dimensioni sono modeste tre metri di larghezza per sei di altezza ma è ben conservata. L'accesso è possibile tramite un cunicolo lungo dodici metri che diparte da un locale sottostante la "Casa del Maestro", mentre la bocca di carico è situata nel cortiletto retrostante il nobile edificio.*



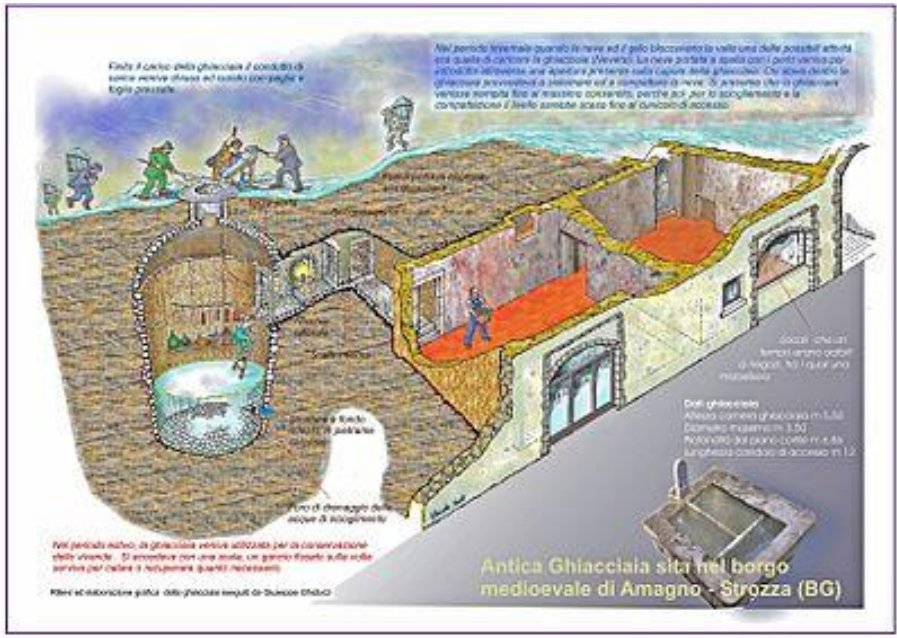
Ghiacciaie in Lombardia - 3

- *Definita impropriamente ghiacciaia era in effetti una **nevera** perché al suo interno tramite la botola veniva nei mesi invernali introdotta la neve. Il nobile dava mandato ai valdimagnini del paese di Strozza affinché prelevassero con il gerlo la neve nei prati circostanti e caricassero il grande frigorifero.*
- *Poi quando in maggio giugno il caldo si faceva sentire, l'addetto, munito di lanterna apriva e subito chiudeva le tre porte poste lungo il cunicolo di accesso si preparava ad utilizzare il fresco conservato.*

Ghiacciaie in Lombardia - 4

- ***Ghiacciaia del Maestro*** *ubicata nel centro storico di Amagno, Strozza Bergamo.*

- *All'interno la neve si era in parte sciolta e compattata fino a formare un unico blocco di ghiaccio. Per l'utilizzo si ponevano perimetralmente alla ghiacciaia delle* ***mensole*** *sulle quali venivano poi sistemate le* ***derrate alimentari.***
- *Mantenendo ben chiuse le porte, il grande frigorifero consentiva di conservare i cibi fino al seguente inverno.*
- *Attualmente la ghiacciaia è visitabile insieme al piccolo Museo Valdimagnino dove si conservano le memorie della passata vita di montagna.*

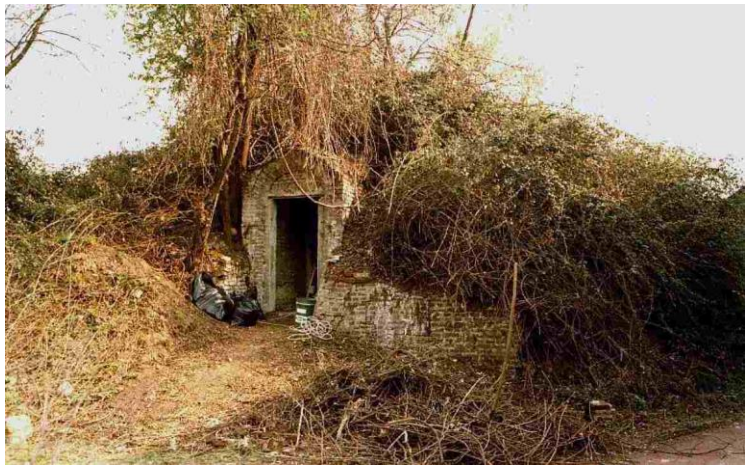


Ghiacciaia di Cornaredo (Mi)

- La costruzione del tipo a cupola a tutto sesto è completamente eseguita in muratura di mattoni.
- Due ingressi ne consentivano l'ottimale utilizzo.
  Il primo, rivolto a Nord, permetteva l'introduzione del ghiaccio nei mesi invernali, il secondo rivolto verso Ovest, ne consentiva l'utilizzo durante il periodo estivo.
- La coibentazione della ghiacciaia era assicurata dalla ricopertura in terreno vegetale (circa 1 m), e dalla vegetazione presente sulla volta. Quattro fori di areazione, diametralmente opposti e situati in prossimità della chiusura della volta, garantivano il naturale ricambio dell'aria.

Restauro ghiacciaia di Cornaredo

Ghiacciaie. Interni ed esterni



Ghiacciaie a Cesenatico

Cesenatico & Dintorni | La Piazza delle Conserve

Un quartiere tutto di ghiacciaie in forma di grotte scavate in profondo, cinte all'esterno di muri bassi e rotondi e coperti di tegoli [...]
(M. Moretti L'Andreana).

In questo verso dell'*Andreana* di **Marino Moretti** viene descritta pienamente la **Piazzetta delle Conserve** di Cesenatico. Il nome deriva appunto dalle conserve e ghiacciaie che fino all'inizio del 900 venivano utilizzate per conservare gli alimenti. I "pozzi" con profondità di 6 metri sono tutt'oggi visibili, venivano riempiti di ghiaccio e di neve per mantenere carne e pesce. Durante la mattinata ha sede il mercato ortofrutticolo e di fiori del paese, mentre di sera la piazza diventa palco di concerti e spettacoli musicali.