

## Raccomandazione EN-132

# Coperture pressostatiche riscaldate

Edizione giugno 2017 (contenuti di principio identici all'edizione dicembre 2007)

## Contenuto ed obiettivo

Questa raccomandazione tratta delle esigenze da rispettare in materia di coperture pressostatiche riscaldate.

Essa si sviluppa come segue:

1. Principi
2. Raccomandazioni per la valutazione di una domanda di costruzione

## 1. Principi

Impianti sportivi esistenti come piscine all'aperto o campi da tennis possono essere coperti con delle strutture pneumatiche "mobili" a costi contenuti, da autunno a primavera, in modo da poterli utilizzare tutto l'anno. Gli edifici con le coperture a membrana hanno però un elevato consumo energetico e perciò sono state elaborate le presenti raccomandazioni. Qui di seguito entreremo in dettaglio sulle coperture pressostatiche per piscine all'aperto perché qui il fabbisogno termico è molto più importante rispetto ad altri impianti sportivi come il tennis.

**Di cosa si tratta?**



**Fig. 1 :** Copertura vasca di nuoto (lunghezza 58 m, larghezza 28 m, Sciaffusa, costo circa 1/2 Mio. CHF)<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Fonte immagini: sito internet [www.membranbau.ch](http://www.membranbau.ch)

<sup>2</sup> Ditta: HP Gasser AG, Membranbau, 6078 Lungern e 2316 Les Ponts-de-Martel

**Confronto energetico di diversi tipi di piscine**

Nel marzo del 1993 l'UFE ha pubblicato l'opuscolo "Uso razionale dell'energia nelle piscine coperte" con i seguenti indici di consumo energetico riferiti al volume o alla superficie di riferimento energetico  $A_E$ .

Piscina	Superficie specchio d'acqua (m <sup>2</sup> )	Piscine risanate nel 1993 (kWh/m <sup>2</sup> a)	Piscine costruite nel 1993 (kWh/m <sup>2</sup> a)
Piccola	200 - 300	360	310
Media	circa 500	310	250
Grande	oltre 1'000	280	220

**Tab. 1: valori di consumo (somma calore e elettricità) per piscine risanate e nuove nel 1993**

Questi indici rappresentano la somma di energia necessaria alla produzione di calore (soprattutto combustibili fossili) e di elettricità necessaria per i differenti processi tecnici (incluso trattamento dell'acqua, ventilazione, illuminazione, ventilazione spogliatoi, ...). Nelle nuove costruzioni il rapporto tra calore e elettricità è di circa 1:1.

Prendiamo per esempio il risanamento del 1988 della piscina coperta di Uster:

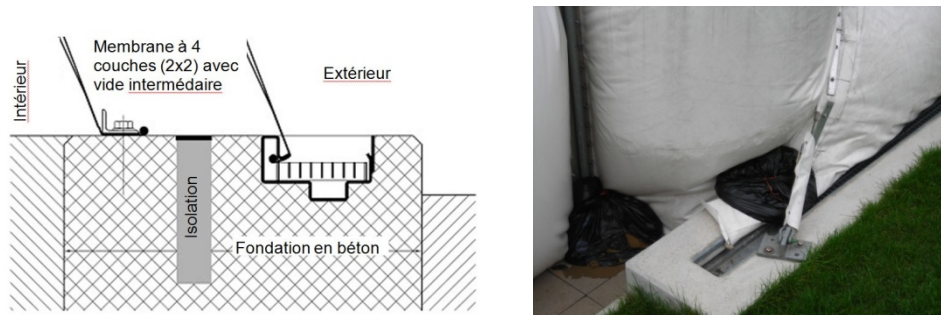
$$(E_{\text{calore}}=133 \text{ kWh/m}^2\text{a}) + (E_{\text{elettr.}}=163 \text{ kWh/m}^2\text{a}) \Rightarrow E_{\text{totale}} = 296 \text{ kWh/m}^2\text{a}.$$

Dal 1993 il più grande cambiamento è dovuto alla revisione della norma SIA 380/1 (edizione 2001), che ha introdotto una nuova categoria "Piscine coperte", proprio a causa della loro temperatura elevata di 28°C. La verifica puntuale esige per il tetto e le pareti un valore  $U=0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$  e per le finestre un valore  $U=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  (clima Zurigo, senza le esigenze sulla copertura del fabbisogno di calore secondo la EN-101). Non sono disponibili nuovi valori di consumo. Si presuppone che ad oggi i consumi energetici nelle nuove piscine possano essere dimezzati. Gli indici energetici per il calore e l'elettricità devono essere verificati separatamente e non addizionati senza ponderazione come nella tabella 1.

**Aspetti energetici delle piscine all'aperto**

La membrana del tetto è l'elemento costruttivo decisivo delle coperture pressostatiche. Allo stato della tecnica odierno è possibile realizzare una copertura con 2x2 membrane, il cui valore  $U$  è di circa  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Ci sono ancora membrane di copertura di soli 3 o 2 strati che hanno un valore  $U$  decisamente peggiore (3 strati circa  $1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Il maggior costo per la copertura di una piscina con il prodotto migliore è in ogni caso ripagato dai risparmi che si possono ottenere sul consumo energetico. Per contro una certa trasparenza della guaina all'irraggiamento solare è da valutare positivamente. Il valore  $g$  è in buona approssimazione pari a 0,1 (da 0,07 a 0,2). Inoltre, bisogna considerare che anche gli elementi costruttivi nel sottosuolo comportano delle perdite termiche (vedi figura 2). In una piscina coperta questi elementi vengono isolati adeguatamente. Quando invece si copre per

l'inverno una piscina esterna esistente, queste parti costruttive vengono raramente isolate.



**Fig. 2 : Ancoraggio lineare delle guaine.**

Per ridurre le perdite termiche nel suolo si integra nella fondazione in calcestruzzo, che solitamente è da fare a nuovo, un isolamento termico perimetrale per una profondità di 1 m tra i due fissaggi lineari delle membrane. In questo modo il flusso termico verso il suolo può essere contenuto (calcolo secondo la norma EN 13370).

Copertura di una piscina all'aperto Guaina di 64 m x 30 m Dati meteo Sciaffusa, g = 0,1	<b>Guaina 2 strati</b> U = 2,7 W/m <sup>2</sup> K	<b>Guaina 3 strati</b> U = 1,95 W/m <sup>2</sup> K	<b>Guaina 2x2 strati</b> U = 1,10 W/m <sup>2</sup> K
<b>Fabbisogno termico per l'involucro</b> (secondo SIA 380/1, edizione 2001)	<b>690 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>550 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>420 kWh/m<sup>2</sup></b>
Potenza termica necessaria per il riscaldamento con temp. est. di -8°C e temp. interna di 28°C, senza la potenza per gli impianti di ventilazione	200 kW	140 kW	80 kW

**Tab. 2 : Influsso del tipo di membrana usata per la costruzione sul fabbisogno di calore<sup>3</sup>**

Il fabbisogno di calore secondo la SIA 380/1 (edizione 2001), con una membrana a 3 strati (valore U circa 1,9 W/m<sup>2</sup> K), è stimato attorno a 550 kWh/m<sup>2</sup>a. Tenendo conto della caldaia abbiamo un fabbisogno di 610 kWh/m<sup>2</sup>a. Questo consumo è circa **quattro volte maggiore** di quello di una piscina coperta di media grandezza costruita nel 1993. **Di conseguenza le esigenze in vigore per l'isolamento termico secondo SIA 380/1 (edizione 2001) di 85 kWh/m<sup>2</sup>a non possono essere rispettate di un fattore da 5 a 6 volte.**

L'esperienza d'esercizio della piscina di Sciaffusa, come dimostrato dalla verifica dei dati di consumo tra il 2004 e il 2006 raccolti dallo studio d'ingegneria Mäder, conferma gli elevati valori di consumo. Durante il periodo di copertura della piscina all'aperto, che da sola è costata mezzo milione di franchi, la spesa energetica negli inverni 2004/05 e 2005/06 (elettricità per mantenere in pressione l'aria e il gas naturale per il riscaldamento) ammontava a 81'000 rispettivamente 86'000 franchi. Con una membrana doppia a due strati (2x2) il fabbisogno di calore sarebbe sceso del 30% (e con esso la spesa per il gas naturale).

Il fabbisogno elettrico complessivo è difficile da stimare. I fornitori di strutture pressostatiche danno solitamente solo due dati: il fabbisogno

<sup>3</sup> Calcoli: Studio d'ingegneria R. Mäder, Sciaffusa, su mandato della Conferenza dei servizi cantonali dell'energia.

energetico per il funzionamento dei compressori dell'aria e dei bruciatori. Sommati essi si aggirano appena sopra i 25 kWh/m<sup>2</sup>a, come anche confermano le esperienze d'esercizio acquisite tra il 2004 e il 2006 a Sciaffusa. Il fabbisogno di energia elettrica per le altre necessità (trattamento dell'acqua, illuminazione, spogliatoi, ecc.) è valutata tra gli 80 e i 110 kWh/m<sup>2</sup>a, ossia poco meno rispetto ad una piscina coperta stabile. Questo è dovuto da un lato alla durata d'esercizio più breve e dall'altro perché il fabbisogno elettrico di una piscina all'aperto (già esistente) nel periodo estivo è inferiore a quello di una piscina coperta nello stesso periodo.

A Sciaffusa sono previsti due impianti di ventilazione: un impianto di ventilazione che prende l'aria esterna e la immette per mantenere la pressione interna della struttura e un altro impianto di ricircolo dell'aria interna per controllare i parametri climatici. La prima installazione deve compensare i difetti di impermeabilità all'aria dell'involucro, ragione per cui conviene costruire degli involucri il più stagni possibile. In quanto all'installazione di ricircolo dell'aria bisogna dedicargli un'attenzione particolare. A Sciaffusa, grazie all'installazione in un secondo tempo di un regolatore programmabile, è stato possibile risparmiare il 15% di energia (in particolare si è potuto determinare meglio il criterio del punto di rugiada).

#### Considerazioni relative all'uso dell'energia nelle strutture sportive chiuse

Le strutture sportive sono meno esigenti dal profilo delle temperature rispetto alle piscine. Per poter confrontare i costi annuali abbiamo scelto una superficie di 35 m x 35 m coperta con un sistema pressostatico. Da questo confronto emerge che nonostante la temperatura interna sia meno elevata, i maggior costi di una membrana 2x2 possono essere di regola ammortizzati grazie ai risparmi ottenuti sul riscaldamento (vedi tabella 3).

Due campi da tennis: 35 m x 35 m Membrana di 40 m x 40 m A <sub>E</sub> (secondo SIA 416/1): 1'225 m <sup>2</sup>	<b>Membrana 2 guaine</b>	<b>Membrana 3 guaine</b>	<b>Membrana 2x2 guaine</b>
	U = 2,8 W/m <sup>2</sup> K	U = 1,70 W/m <sup>2</sup> K	U = 1,10 W/m <sup>2</sup> K
<b>Fabbisogno termico involucro</b> (secondo SIA 380/1, edizione 2001)	160 kWh/m <sup>2</sup>	90 kWh/m <sup>2</sup>	55 kWh/m <sup>2</sup>
Fabbisogno di potenza termica temp. est. di -8°C e temp. int. di 16°C (senza potenza per la ventilazione)	110 kW	70 kW	50 kW
Prezzo indicativo della membrana	CHF 100'000	CHF 145'000	CHF 185'000
Ammortamento (int. 5% su 15 anni)	CHF 9'600	CHF 13'900	CHF 17'800
Costo energia utile (10 cts/kWh)	CHF 19'600	CHF 11'200	CHF 6'700
<b>Costi annui</b>	<b>CHF 29'000</b>	<b>CHF 25'100</b>	<b>CHF 24'500</b>

**Tab. 3 : Costi d'esercizio annui per diversi tipi di membrana.**

Questi costi annuali non comprendono il fabbisogno elettrico per l'impianto di ventilazione. Allo stesso modo non viene considerato il minore investimento per una caldaia più piccola grazie alla membrana di migliore qualità.

## 2. Raccomandazioni per valutare la domanda di costruzione

Gli impianti sportivi coperti con strutture pressostatiche non possono soddisfare le esigenze di isolamento termico dell'involucro costruttivo. **In particolare, la copertura di una piscina all'aperto con una struttura pressostatica comporta consumi energetici molto elevati, con un rapporto da 4 a 5 volte maggiore di quello di una piscina coperta «normale».** Alla luce di ciò l'eventuale concessione di una licenza di costruzione (in deroga alle prescrizioni sull'isolamento termico) diventa un atto politico. Nel caso di una simile eccezione si configurano perlomeno le seguenti condizioni d'autorizzazione:

1. Deve essere utilizzata una doppia membrana con 2 guaine (2x2) con un valore U di  $1,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . Qualora la hall fosse riscaldata a meno di  $10^\circ\text{C}$ , è da prevedere per lo meno una membrana a 3 guaine.
2. Il fissaggio della membrana al suolo deve essere il più possibile ermetico. La sigillatura deve avvenire su tutta la lunghezza, fissaggi puntuali non garantiscono una tenuta sufficiente.
3. Tra i punti di fissaggio delle membrane bisogna inserire una coibentazione perimetrale.
4. L'entrata deve essere dotata di una porta girevole a quattro ante adeguatamente ermetica. In posizione di "chiuso" tutte e 4 le ante devono contribuire alla chiusura. Un indicatore acustico o visivo deve segnalare un eventuale posizionamento non corretto della porta. La porta girevole deve essere preceduta da un vano d'entrata (una "bussola") provvista di un'ulteriore porta.
5. La membrana non deve essere all'origine di difetti o punti deboli nell'involucro. Questo vale per i valori U e per l'impermeabilità all'aria, in particolare nelle zone d'entrata, uscite d'emergenza e attraversamenti dovuti a canali della ventilazione. Le porte devono essere eseguite conformemente alle prescrizioni energetiche. Deve essere assicurata la tenuta ermetica della membrana in corrispondenza di giunti saldati.
6. È ammessa l'insufflazione temporanea di aria calda nell'intercapedine fra le doppie membrane a due strati (2x2) per favorire lo scioglimento della neve.
7. Gli impianti di ventilazione devono essere dimensionati ad hoc per l'oggetto specifico.
8. La ventilazione di ricircolo destinata a mantenere le condizioni climatiche interne richieste deve essere dotata di una regolazione automatica programmabile. La regolazione dell'impianto deve essere tarata il più vicino possibile al punto di rugiada.
9. Esaminare le installazioni per il trattamento dell'acqua per le piscine in regime invernale. Spesso le piscine all'aperto non dispongono di recuperatore di calore sulle acque di scarico. Lo sfruttamento del calore residuo in una piscina che funziona tutto l'anno è sensato se non addirittura redditizio.
10. La produzione di calore deve avvenire con l'energia rinnovabile, per esempio con un riscaldamento a truciolo di legna (cippato), oppure con del calore residuo altrimenti non utilizzabile.
11. Equipaggiare gli impianti con i necessari strumenti per il controllo del consumo energetico. Rientrano in questo ambito i conta-ore d'esercizio e contatori d'impulso per ogni stadio dei generatori di calore. La rinuncia al recupero di calore e/o alle energie rinnovabili

deve essere ben soppesata e motivata da ragioni importanti: in tal caso bisognerà misurare l'apporto di energia tramite dei contatori di flusso dell'olio rispettivamente del gas.

12. Verificare se con la copertura dello specchio d'acqua della vasca sia possibile ottenere una significativa riduzione dell'evaporazione.
13. I gestori degli impianti sono responsabili della raccolta dei dati di consumo energetico e su richiesta sono tenuti a metterli a disposizione.
14. L'illuminazione delle hall pressostatiche deve essere assicurata da lampade ad alta efficienza (per ulteriori informazioni vedi norma SIA 387/4).