

## Raccomandazioni „Coperture pressostatiche“

Edizione dicembre 2007

Di cosa si tratta?

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.

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

### *Basi energetiche di confronto per piscine all'aperto*

Nel marzo del 1993 l'UFE ha pubblicato l'opuscolo „Uso razionale dell'energia nelle piscine coperte“ con i seguenti indici riferiti alla dimensione e la rispettiva SRE:

... piscina	Wasserfläche (m <sup>2</sup> )	Piscine risanate 1993 (MJ/m <sup>2</sup> a)	Piscine costruite 1993 (MJ/m <sup>2</sup> a)
piccola	200 - 300	1300	1100
media	ca. 500	1100	900
grossa	oltre 1'000	1000	800

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

Questi indici rappresentano la somma di calore (soprattutto combustibili fossili) e di elettricità (inclusa la produzione di acqua calda, 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:

$E_{\text{calore}} = 479 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ , più  $E_{\text{elettr.}} = 587 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ , abbiamo un indice  $E_{\text{Totale}} = 1'066 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ .

La principale modifica della norma SIA 380/1 (edizione 2001) è stata l'introduzione di una nuova categoria „piscine coperte“, proprio a causa della loro temperatura elevata (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  $U_{\text{finestra}} = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  (clima Zurigo, senza considerare la quota massima, MoPec Modulo 2). Non sono previsti prossimamente nuovi valori. Oggi si osservano nelle piscine coperte nuove un dimezzamento dei consumi energetici. 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 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 anche membrane di copertura di soli 3 o 2 strati che hanno un valore  $U$  decisamente peggiore (3-strati ca.  $1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). 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. Tuttavia una certa permeabilità della guaina all'irraggiamento solare è da salutare positivamente. Il valore  $g$  è in buona approssimazione di 0,1 (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 si copre per l'inverno una piscina esterna esistente queste parti costruttive sono scarsamente o affatto isolate.

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

2 membrane doppie e intercapedine      ESTERNO      INTERNO

Per ridurre le perdite termiche nel suolo si integra nella fondazione in calcestruzzo 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).

Capannone per la copertura di una piscina all'aperto. Dimensioni delle guaine 64 m x 30 m Dati meteo Sciaffusa, g-Wert = 0.1	<b>Guaina 2 strati</b> $U = 2.7 \text{ W/m}^2\text{K}$	<b>Guaina 3 strati</b> $U = 1.95 \text{ W/m}^2\text{K}$	<b>Guaine 2x2 strati</b> $U = 1.10 \text{ W/m}^2\text{K}$
<b>Fabbisogno energia termica guaine involucro</b> (secondo SIA 380/1, edizione 2001)	2500 MJ/m <sup>2</sup>	2000 MJ/m <sup>2</sup>	1500 MJ/m <sup>2</sup>
Fabbisogno di potenza termica a -8°C esterno, 28°C interno 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  $U$  ca.  $1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), è stimato attorno a  $2'000 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ . Tenendo conto della caldaia abbiamo un fabbisogno di  $2'200 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ . 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 circa  $300 \text{ MJ/m}^2\text{a}$  non possono essere rispettate di un fattore da 5 a 6 volte.

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

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 energetico per il funzionamento dei compressori dell'aria e dei bruciatori. Sommati essi si aggirano appena sopra i 100 MJ/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 (preparazione acqua calda, illuminazione, spogliatoi, ecc.) è valutata tra i 300 e i 400 MJ/m<sup>2</sup>a, ossia qualcosa 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 hall 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).

<b>2 campi da tennis:</b> 35 m x 35 m Dimensione membrana 40 m x 40 m SRE (secondo SIA 416/1) 1'225 m <sup>2</sup>	<b>Membrana 2 guaine</b> U = 2.8 W/m <sup>2</sup> K	<b>Membrana 3 guaine</b> U = 1.70 W/m <sup>2</sup> K	<b>2x2 guaine</b> U = 1.10 W/m <sup>2</sup> K
<b>Fabbisogno termico involucro</b> (secondo SIA 380/1, edizione 2001)	570 MJ/m <sup>2</sup>	330 MJ/m <sup>2</sup>	200 MJ/m <sup>2</sup>
Fabbisogno di potenza termica a -8°C esterno, 16°C interno (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 (15 anni / 5% interesse)	CHF 9'600	CHF 13'900	CHF 17'800
Energia utile (10 cts/kWh)	CHF 19'400	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.

# 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:

0. Deve essere utilizzata una doppia membrana con 2 guaine (2x2) con un valore U di 1,1 W/m<sup>2</sup>K. Qualora la hall fosse riscaldata a meno di 10°C, bisognerà utilizzare una membrana con almeno 3 guaine.
1. 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.
2. Tra i due fronti di fissaggio delle membrane bisogna inserire una coibentazione perimetrale.
3. L'entrata deve essere dotata di una porta girevole a quattro ante adeguatamente ermetica. 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.
4. 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 alla prescrizioni energetiche. Deve essere assicurata la tenuta ermetica della membrana in corrispondenza di giunti saldati.
5. È ammessa l'insufflazione temporanea di aria calda nell'intercapedine fra le doppie membrane a due strati (2x2) per favorire lo scioglimento della neve.
6. Gli impianti di ventilazione devono essere dimensionati ad hoc per l'oggetto specifico.
7. 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.
8. Esaminare le installazioni per la preparazione di acqua calda 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.
9. La produzione di calore deve avvenire con l'energia rinnovabile, per esempio con un riscaldamento a minuzoli di legna (cippato), oppure con del calore residuo altrimenti non utilizzabile.
10. 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.
11. Verificare se con la copertura dello specchio d'acqua della vasca sia possibile ottenere una significativa riduzione dell'evaporazione.
12. I gestori degli impianti sono responsabili della raccolta dei dati di consumo energetico e su richiesta sono tenuti a metterli a disposizione.
13. L'illuminazione delle hall pressostatiche deve essere assicurata da lampade ad alta efficienza (altre info vedi norma SIA 380/4).