



EIE-06-085 SOLPOOL

Intelligent Energy  Europe

## Utilizzo dell'energia solare per le piscine all'aperto SOLPOOL

**Impact Advisor**  
**Analizzatore di impatti**  
**MANUALE**

### **Autori**

Gianni Refolo, Provincia di Lecce  
Corsini Dario, Provincia di Lecce  
Quintino Cavalera, Provincia di Lecce

Novembre 2008

Il progetto SOLPOOL è finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma ALTENER

La responsabilità del contenuto di questo documento ricade esclusivamente sugli autori. Ciò non riflette necessariamente l'opinione della Comunità Europea. La Commissione Europea non è responsabile di qualsiasi uso venga fatto delle informazioni qui riportate.

## Impact Advisor (Analizzatore di Impatti)

### 1. Introduzione

Il riscaldamento delle piscine all'aperto con l'energia solare è una delle applicazioni più adatte ai sistemi solari termici.

Sebbene i vantaggi e i benefici derivanti dall'uso dell'energia solare per il riscaldamento dell'acqua delle piscine siano evidenti, proprietari e gestori necessitano di una guida per l'investimento libera da interessi economici e facile da consultare.

Questo strumento è stato sviluppato nell'ambito del progetto SOLPOOL come uno strumento di aiuto basato sul programma Excel.

Il principio base di Impact Advisor è quello di una dipendenza quasi lineare tra la temperatura media dell'acqua e il rapporto superficie dei collettori – superficie della piscina.

Questo rapporto è caratteristico per ogni località e vi è una modesta dipendenza dalle dimensioni della piscina.

### Ulteriori premesse

L'inizio e la fine del periodo di utilizzo sono determinati principalmente dalla temperatura dell'aria. Come dimostrato dalla pratica, il valore limite è di 20° C. Quindi la fase di simulazione copre quei mesi in cui questa temperatura sarà prevalentemente raggiunta.

Per i Paesi del Mediterraneo (Spagna, Italia e Grecia) a causa delle alte temperature estive la temperatura massima dell'acqua della piscina è limitata a 28° C.

La modalità operativa del sistema di riscaldamento delle piscine all'aperto è monovalente, ossia senza un sistema di pre-riscaldamento fossile.

### Osservazioni importanti:

La temperatura media dell'acqua della piscina è la temperatura desiderata ed è il parametro base di questo strumento.

Bisogna ribadire che la temperatura non è garantita.

La temperatura effettiva dell'acqua della piscina può variare e differire in modo considerevole da questo valore in base al contributo giornaliero del sole ed alla temperatura dell'aria.

Nella tabella seguente riportiamo i rapporti per ogni luogo, basati su calcoli fatti dal computer con il programma T\*SOL, versione Expert 4.2 :

Località		Piscine piccole (Superficie dell'acqua < 100 m <sup>2</sup> ) Calcoli per una piscina di 50 m <sup>2</sup>	Relazione tra temperatura media dell'acqua e rapporto pannello non vetrato- superficie della piscina per $t_0$ e $t_1$ .
Cro - Parg - 1097 kWh/m <sup>2</sup> a	Gr - Kerkira - 1424 kWh/m <sup>2</sup> a		Relazione tra temperatura media dell'acqua e rapporto collettore piano- superficie della piscina per $t_0$ e $t_{0,5}$
Cro - Zagreb - 1217 kWh/m <sup>2</sup> a	Gr - Ioannina - 1431 kWh/m <sup>2</sup> a		
Cro - Split - 1534 kWh/m <sup>2</sup> a	Gr - Thessaloniki - 1470 kWh/m <sup>2</sup> a		
CZ - Praha - 998 kWh/m <sup>2</sup> a	Gr - Kalamata - 1511 kWh/m <sup>2</sup> a		
CZ - Plzen - 1019 kWh/m <sup>2</sup> a	Gr - Patrai - 1534 kWh/m <sup>2</sup> a		
CZ - Liberec - 1029 kWh/m <sup>2</sup> a	Gr - Athinai - 1585 kWh/m <sup>2</sup> a		

CZ - Temelin - 1082 kWh/m <sup>2</sup> a	Gr - Alexandroupolis - 1602 kWh/m <sup>2</sup> a	<p><b>Piscine di medie dimensioni</b> (Superficie dell'acqua 100-500 m<sup>2</sup>) Calcoli per una piscina di 300 m<sup>2</sup></p>	Relazione tra energia prodotta e temperatura media dell'acqua con un rapporto di 1,0 per pannelli non vetrati.
CZ - Brno - 1109 kWh/m <sup>2</sup> a	Gr - Naxos - 1647 kWh/m <sup>2</sup> a		Relazione tra energia prodotta e temperatura media dell'acqua con un rapporto di 0,5 per collettori piani
D - Hamburg - 947 kWh/m <sup>2</sup> a	Gr - Iraction - 1815 kWh/m <sup>2</sup> a		<p>Relazione tra temperatura media dell'acqua e rapporto pannello non vetrato- superficie della piscina per <math>t_0</math> e <math>t_1</math></p>
D - Göttingen - 978 kWh/m <sup>2</sup> a	Gr - Rhodos - 1839 kWh/m <sup>2</sup> a		
D - Köln - 1000 kWh/m <sup>2</sup> a	Hu - Győr - 1157 kWh/m <sup>2</sup> a		
D - Berlin - 1009 kWh/m <sup>2</sup> a	Hu - Budapest - 1199 kWh/m <sup>2</sup> a		
D - Rostock - 1033 kWh/m <sup>2</sup> a	Hu - Szekesfehervar - 1214 kWh/m <sup>2</sup> a		
D - Dresden - 1037 kWh/m <sup>2</sup> a	Hu - Nagykanizsa - 1235 kWh/m <sup>2</sup> a		
D - Nürnberg - 1053 kWh/m <sup>2</sup> a	Hu - Pecs - 1253 kWh/m <sup>2</sup> a		
D - Saarbrücken - 1075 kWh/m <sup>2</sup> a	Hu - Miskolc - 1271 kWh/m <sup>2</sup> a		
D - Stuttgart - 1102 kWh/m <sup>2</sup> a	Hu - Debrecen - 1285 kWh/m <sup>2</sup> a		
D - Freiburg - 1129 kWh/m <sup>2</sup> a	Hu - Szeged - 1306 kWh/m <sup>2</sup> a		
D - München - 1149 kWh/m <sup>2</sup> a	It - Milano - 1307 kWh/m <sup>2</sup> a		<p>Relazione tra energia prodotta e temperatura media dell'acqua con un rapporto di 1,0 per pannelli non vetrati</p>
Es - San Sebastian - 1246 kWh/m <sup>2</sup> a	It - Trieste - 1324 kWh/m <sup>2</sup> a		
Es - Gijón - 1287 kWh/m <sup>2</sup> a	It - Torino - 1339 kWh/m <sup>2</sup> a		
Es - Burgos - 1509 kWh/m <sup>2</sup> a	It - Modena - 1403 kWh/m <sup>2</sup> a		
Es - Zaragoza - 1579 kWh/m <sup>2</sup> a	It - Rimini - 1454 kWh/m <sup>2</sup> a		
Es - Valencia - 1615 kWh/m <sup>2</sup> a	It - Pescara - 1535 kWh/m <sup>2</sup> a		
Es - Palma de Mallorca - 1635 kWh/m <sup>2</sup> a	It - Roma - 1612 kWh/m <sup>2</sup> a		
Es - Madrid - 1644 kWh/m <sup>2</sup> a	It - Cagliari - 1634 kWh/m <sup>2</sup> a		
Es - Murcia - 1742 kWh/m <sup>2</sup> a	It - Lecce - 1638 kWh/m <sup>2</sup> a		
Es - Sevilla - 1756 kWh/m <sup>2</sup> a	It - Napoli - 1645 kWh/m <sup>2</sup> a		
Es - Granada - 1768 kWh/m <sup>2</sup> a	It - Taranto - 1680 kWh/m <sup>2</sup> a	<p><b>Piscine grandi</b> (Superficie dell'acqua &gt; 500 m<sup>2</sup>) Calcoli per una piscina di 1.300 m<sup>2</sup></p>	
Fr - Metz - 1080 kWh/m <sup>2</sup> a	It - Messina - 1730 kWh/m <sup>2</sup> a		
Fr - Paris - 1112 kWh/m <sup>2</sup> a	It - Palermo - 1785 kWh/m <sup>2</sup> a		
Fr - Rennes - 1222 kWh/m <sup>2</sup> a	SI - Ljubljana - 1115 kWh/m <sup>2</sup> a		
Fr - Limoges - 1238 kWh/m <sup>2</sup> a	SI - Koper - 1310 kWh/m <sup>2</sup> a		
Fr - Lyon - 1312 kWh/m <sup>2</sup> a	SI - Portoroz - 1396 kWh/m <sup>2</sup> a		
Fr - Bordeaux - 1328 kWh/m <sup>2</sup> a	Swe - Göteborg - 934 kWh/m <sup>2</sup> a		
Fr - Montpellier - 1448 kWh/m <sup>2</sup> a	Swe - Ostersund - 951 kWh/m <sup>2</sup> a		
Fr - Toulouse - 1539 kWh/m <sup>2</sup> a	Swe - Lund - 977 kWh/m <sup>2</sup> a		
Fr - Toulon - 1627 kWh/m <sup>2</sup> a	Swe - Stockholm - 982 kWh/m <sup>2</sup> a		
	Swe - Karlstad - 1002 kWh/m <sup>2</sup> a	<p>Relazione tra energia prodotta e temperatura media dell'acqua per un valore di 1,0 per pannelli non vetrati</p>	
	Swe - Norrköping - 1017 kWh/m <sup>2</sup> a		
	Swe - Visby - 1109 kWh/m <sup>2</sup> a		Relazione tra energia prodotta e temperatura media dell'acqua per un valore di 0,5 per collettori piani

$t_0$  è la temperatura media della piscina senza un sistema solare termico

$t_{0,5}$  è la temperatura media della piscina con un rapporto di 0,5 tra collettore piano e superficie della piscina

$t_{1,0}$  è la temperatura media della piscina con un rapporto di 1,0 tra pannello non vetrato e superficie della piscina

Ogni calcolo è stato fatto sulla base di specifiche condizioni ambientali delle piscine:

- Forma della piscina: rettangolare
- Profondità media della piscina: 2m
- Colore delle piastrelle: azzurro chiaro
- Parzialmente riparata dal vento
- Senza copertura della piscina
- Periodo di gestione: dipendente dalla localizzazione
- Inizio della gestione 10 giorni prima della stagione balneare
- Numero di ospiti al giorno: 1 ogni 10 m<sup>2</sup> di superficie della piscina
- Il fabbisogno giornaliero di acqua di ricambio è calcolato dal programma

- Nessun sistema di riscaldamento installato
- Angolo di inclinazione per i pannelli non vetrati: 0°
- Angolo di inclinazione per collettori piani: 30°, orientato a sud

Queste assunzioni presentano condizioni realistiche e le diverse simulazioni hanno dimostrato che deviazioni da questi parametri hanno un'influenza piuttosto bassa sul risultato rispetto ai più importanti parametri: **Luogo, Dimensioni della piscina, Temperatura della piscina desiderata e Tipo di pannello.**

## 2. Parametri in ingresso

### 2.1 Primo passo

All'inizio della sessione bisogna selezionare la lingua:

- Czech: Ceco
- English: Inglese
- French: Francese
- German: Tedesco
- Greek: Greco
- Hungarian: Ungherese
- Slovenian: Sloveno
- Italian: Italiano

### 2.2 Secondo passo

In seguito si possono inserire nella cella i dati del proprietario della piscina:

- Nome
- Cognome
- Indirizzo
- Codice postale, Città

SOLPOOL - IMPACT ADVISOR	
Select Language	Italian <input type="button" value="v"/> Lingua Italiano
<b>Legenda</b>	
=	Celle immissione dati
=	Celle risultati
<b>Proprietario/Gestore della piscina</b>	
Nome	Paolo
Cognome	Rossi
Indirizzo	Via Leopardi
CAP, Città	73100 Lecce
<b>Dati di progetto</b>	

### 2.3 Terzo passo - Dati di progetto

A questo punto sono richiesti i dati progettuali. Inizialmente bisogna indicare se si tratti di una nuova piscina o di una già esistente. Se viene progettata una nuova piscina la richiesta di energia sarà calcolata sulla base della superficie della piscina progettata e sulla temperatura stagionale media dell'acqua desiderata. Questa domanda di energia è esattamente la stessa che produrrebbe un sistema solare se dotato di una superficie sufficiente di pannelli non vetrati o di pannelli piani.

Se si sceglie l'opzione piscina esistente, successivamente è possibile riempire le celle con i dati dei Consumi Energetici e dei Costi energetici.

Dati di progetto			
Piscina Esistente/Nuova	Piscina esistente		
Taglia della piscina	Piccola		
Superficie approssimata della piscina	< 100 m <sup>2</sup>		
Sistema di riscaldamento	Elettricità		
Radiazione globale			
Città di riferimento	It - Lecce - 1638 kWh/m <sup>2</sup> a		
Irraggiamento annuale	1.638 kWh/m <sup>2</sup> a		
Temperatura media esterna	17,2 °C		
Temperatura media stagionale dell'acqua senza sistema di riscaldamento	21,43 °C		
Superficie della piscina	m <sup>2</sup>		
Temperatura media stagionale dell'acqua con sistema di energia solare	23,00 °C		
Consumi energetici	kWh/a	Energia richiesta	MWh/a
Costi energetici	€/a	Costo energetico unitario	€/kWh
Costo energetico unitario	€/kWh	Costi energetici	€/a

Poiché la relazione ed e i costi per le piscine all'aperto dipendono dalle dimensioni della piscina, sono state scelte tre categorie:

- Piscine piccole, superficie <100 m<sup>2</sup>
- Piscine medie, superficie 100-500 m<sup>2</sup>
- Piscine grandi, superficie > 500 m<sup>2</sup>

Sebbene tutti i calcoli siano stati fatti in assenza di sistema di riscaldamento ausiliario, le emissioni ridotte di CO2 possono essere calcolate scegliendo un sistema di riscaldamento, basato su:

- Elettricità
- Pompa di calore ad aria, acqua o geotermica
- Gas di petrolio liquefatto (GPL)
- Metano
- Petrolio
- Solare termico
- Legna

Il passo successivo è la localizzazione della piscina. Quindi si possono visualizzare le mappe di radiazione nazionali e si può selezionare la radiazione globale del luogo in base al colore. L'Impact

Advisor selezionerà automaticamente la città inserita nel database. La radiazione annuale e le temperature esterne medie di questa città saranno inserite direttamente nelle celle con lo sfondo blu. Un'informazione importante per non scegliere temperature di riferimento poco reali per l'acqua della piscina è la temperatura determinata solo dal sole senza altri ausili. Questa è riportata come Temperatura media stagionale dell'acqua senza sistema di riscaldamento. Normalmente un sistema solare di modeste dimensioni può incrementare la temperatura da 3 a 4 gradi Kelvin.

Quindi bisogna inserire nell'apposita cella la superficie in metri quadri della piscina, esistente o di progetto, ed il consumo ed i costi energetici se sono noti (nel caso di piscine esistenti).

Quindi o viene calcolato il costo in €/kWh oppure, per una piscina nuova, i costi energetici saranno calcolati in base al prezzo unitario dell'energia.

#### 2.4 Quarto passo – I risultati

Dopo che sono stati inseriti i dati di progetto, si deve scegliere la tipologia dei collettori:

- pannello non vetrato
- collettore piano

I principali valori caratteristici dei pannelli sono:

	Collettori non vetrati	Collettori piani
<b>Efficienza ottica/ fattore di conversione</b>	85 %	80 %
<b>Coefficiente di trasmissione termica</b>	20 W/m <sup>2</sup> K	3,8 W/m <sup>2</sup> K
<b>Coefficiente di conduzione termica quadratica</b>	0,1 W/m <sup>2</sup> K <sup>2</sup>	0,03 W/m <sup>2</sup> K <sup>2</sup>

Il collettore piano è coperto con un vetro selettivo.

Dopo aver inserito quest'ultimo dato, saranno mostrati i risultati dei calcoli con i seguenti valori:

##### - Rapporto area del pannello- area della piscina

Questo rapporto è di 1,0 se l'area del pannello è uguale all'area della piscina. Nella maggior parte dei casi un fattore di 0,8 a 1,0 è il valore appropriato per incrementare sufficientemente la temperatura dell'acqua della piscina con l'installazione dei pannelli.

##### - Area di pannelli non vetrati

L'area del pannello/collettore si ricava dal rapporto già calcolato e dall'area data della piscina. Se questa area è troppo grande per la copertura considerata, si può optare per un collettore piano.

### **- Rendimento solare specifico**

Il rendimento solare specifico (kWh/m<sup>2</sup> stagione) è un valore calcolato come risultato dal programma T\*SOL. Questo dipende dalla radiazione, dal tipo di collettore, dalle dimensioni della piscina, dalla temperatura prestabilita della piscina e dal periodo di gestione della stessa.

### **- Risparmio energetico**

Il risparmio energetico (kWh/stagione) è il prodotto dell'area pannello/collettore per il rendimento solare specifico. Se si desidera un calcolo rispetto ad un sistema di riscaldamento convenzionale, deve essere preso in considerazione il rendimento del relativo sistema di riscaldamento.

### **- Risparmio economico**

Moltiplicando il risparmio energetico per il costo unitario dell'energia dato (piscina nuova) o calcolato (piscina esistente), è possibile ottenere risparmio economico in €/stagione.

Conoscendo i costi del risparmio energetico il proprietario o il gestore di piscine può facilmente stimare il risparmio ottenibile utilizzando un sistema solare termico per la sua piscina.

### **- Costi specifici del sistema**

Questi costi sono stati inseriti dall'archivio dati, in base alle dimensioni della piscina ed al tipo di collettore. Includono tutti i componenti del sistema e i costi di installazione. I costi specifici del sistema sono i costi netti. Non sono stati presi in considerazione sussidi o sovvenzioni.

### **Costi di investimento**

I costi di investimento sono semplicemente il prodotto dei costi specifici del sistema per le dimensioni in metri quadri dell'area del pannello/collettore.

### **Costi di gestione**

Dal momento che il sistema solare termico necessita di elettricità per le pompe e vi sono costi aggiuntivi per la manutenzione, i costi di gestione annuali sono stati quantificati pari a circa l'1% dei costi di investimento.

### **- Tempo di ritorno dell'investimento**

L'ammortamento o tempo di ritorno dell'investimento viene calcolato dividendo i costi di investimento e i costi di operazione per 20 anni per i costi del risparmio energetico annuale. Per i sistemi di pannelli più economici, si può ottenere un tempo di ritorno dell'investimento di alcuni anni. A causa dei costi specifici di investimento più alti, il tempo di ritorno dell'investimento dei sistemi solari con collettori piani è significativamente più lungo.

#### **- Valori di emissione**

Sulla base del sistema di riscaldamento prescelto, dal database viene selezionato il corrispondente valore di emissione in g/kWh.

#### **- Emissioni di CO<sub>2</sub> evitate**

Sulla base del risparmio energetico ottenuto e dei valori di emissione viene calcolata e mostrata la produzione di CO<sub>2</sub> evitata.

### **3. Nota importante**

**L'Impact Advisor offre la possibilità di ottenere una prima valutazione facile e veloce. In nessun caso sostituisce la progettazione fatta da un ingegnere. Se le condizioni locali differiscono sensibilmente dalle assunzioni di fondo, l'applicazione di questo strumento potrebbe fornire dati inattendibili.**

**Il calcolo del risparmio dell'investimento si basa su un prezzo fisso dell'energia. L'aumento dei prezzi dell'energia accorcerà il tempo di ritorno dell'investimento. I costi specifici di investimento dichiarati non comprendono sussidi o sovvenzioni che potrebbero essere presi in considerazione.**