



## MÓDULO GENERACIÓN TÉRMICA

### Sistema de Información Solar Salta

#### MEMORIA TÉCNICA Y METADATOS

Este módulo permite estimar la **generación de agua caliente sanitaria** por la instalación de un **sistema solar térmico**, en un lugar determinado de la provincia de Salta.

Esta herramienta requiere el ingreso de algunos parámetros por el usuario, mientras que otras variables ya se encuentran definidas para la aplicación.

PARÁMETROS DE ENTRADA	DESCRIPCIÓN	Valor por defecto
Ubicación geográfica	Coordenadas geográficas del sitio donde se instalará el sistema fotovoltaico (latitud, longitud).	Salta Capital -24.79° S; -65.42° W
Datos de radiación solar y temperatura	Valores mensuales medios tomadas del Atlas de Radiación Solar (módulo Recurso Solar) y Atlas climático INTA (módulo Recurso Temperatura).	Vinculación automática según localización del sitio.
Sistema utilizado para provisión de agua caliente sanitaria	Permite seleccionar entre 4 alternativas para la generación de agua caliente para uso sanitario familiar: gas natural, gas envasado, electricidad, sin instalación.	Gas natural
Consumo mensual	Depende del sistema seleccionado anteriormente para la provisión de agua caliente sanitaria familiar. Se expresa en distintas unidades: gas natural (m <sup>3</sup> ), gas envasado (kg), electricidad (kW/h).	Consumo medio de gas natural para un usuario residencial característico de GASNOR: R1
Cantidad de personas que viven en el hogar	Composición familiar	4
Tipo de colector	Características del equipo a instalar. Opciones: colector plano o de tubos evacuados.	Colector plano



## APORTE ENERGÉTICO DEL SISTEMA SOLAR PARA CALENTAMIENTO DE AGUA

La aplicación estima el aporte energético provisto por un sistema solar térmico de calentamiento de agua utilizando el **método de cálculo f-Chart**<sup>1</sup>. Este método permite estimar el rendimiento medio en un largo período de tiempo, expresado como la *fracción de la carga térmica mensual (f) aportada por el sistema de energía solar*. Para desarrollarlo se utilizan datos mensuales medios meteorológicos. La fórmula considera relaciones entre la energía absorbida y perdida por el colector solar sobre la carga térmica mensual.

Los parámetros de diseño utilizados en la aplicación de SISOL son:

VARIABLES		Rangos, valores y unidades	
Radiación diaria media mensual incidente sobre la superficie de captación por unidad de área	Se obtiene de los mapas de radiación solar acumulada mensual para la localización indicada.	Expresada en kWh/m <sup>2</sup>	
Inclinación	Ángulo de inclinación de los paneles con respecto al plano horizontal.	30°	
Orientación	Posición de la instalación con respecto al Norte.	Azimut 0°	
Superficie del colector (S <sub>c</sub> )	El cálculo del área de colección se toma en función del número de personas (n <sub>p</sub> ) introducido por el usuario.	Para n <sub>p</sub> = 1 o n <sub>p</sub> =2; S <sub>c</sub> = 1 m <sup>2</sup> Para n <sub>p</sub> > 2; S <sub>c</sub> = n <sub>p</sub> *0,5 m <sup>2</sup>	
Coeficientes característicos de los colectores solares	<i>Tipo de colector</i> <sup>2</sup>	<i>F<sub>R</sub>(τα)</i>	<i>F<sub>R</sub>U<sub>L</sub> (W/m<sup>2</sup> °C)</i>
	Colector plano con cubierta de vidrio	0,68	4,9
	Colector de tubo evacuado	0,58	0,7
Volumen de tanque (V <sub>t</sub> )	Depende del número de personas (n <sub>p</sub> ). Se considera un promedio de 45 litros por persona, exceptuando para una persona que duplica considerando la disponibilidad comercial de tanques de almacenamiento.	Para n <sub>p</sub> = 1 o n <sub>p</sub> =2; V <sub>t</sub> =90 litros Para n <sub>p</sub> > 2; V <sub>t</sub> = n <sub>p</sub> *45 l	
Consumo diario de agua caliente sanitaria (C <sub>d</sub> )	Se calcula en función de la composición familiar introducida por el usuario, asumiendo un consumo por persona de 45 l.	C <sub>d</sub> = n <sub>p</sub> *45 l/día	

<sup>1</sup> Duffie, J.A. and Beckman, W.A., Solar Energy Thermal Processes, Wiley, New York, 1974.

<sup>2</sup> Chandrashekar and Thevenard, 1995 - Comparison of WATSUN 13.1 Simulations with Solar Domestic Hot Water System Test Data from ORTECH/NSTF – Revised Report, Watsun Simulation Laboratory, University of Waterloo, Waterloo, ON, Canada, N2L 3G1.



VARIABLES		Rangos, valores y unidades
Temperatura de ingreso del agua ( $T_{red}$ )	Depende de la temperatura de la región. Se estima como la temperatura de suelo a 2m de profundidad <sup>3</sup> . El modelo toma los valores de temperatura ambiente promedio de los mapas de temperatura en °C.  $T_{red,i} = \overline{T_{amb,anual}} + 0,35 (\overline{T_{amb,mes\ i}} - \overline{T_{amb,mes\ (i+1)}})$	
Temperatura del agua caliente de acumulación ( $T_{uso}$ )	Se toma como un valor fijo promedio confort para el uso del agua caliente en la zona de trabajo.	$T_{uso} = 55^{\circ}\text{C}$

### ENERGÍA APORTADA POR EL SISTEMA SOLAR TÉRMICO

El método f-Chart permite obtener la fracción de la carga térmica mensual aportada por el sistema de energía solar. La energía aportada por el sistema se calcula multiplicando la carga térmica mensual del sistema multiplicado por el valor de f obtenido.

$$E_a = f * Q_{ac}$$

$E_a$  =Energía aportada por el sistema solar (kWh)

$Q_{ac}$ = Carga térmica mensual de agua caliente.

La carga térmica unitaria (por unidad de volumen) está relacionada con la temperatura del agua de ingreso ( $T_{red}$ ) y la temperatura del agua de consumo ( $T_{uso}$ ).

**El resultado obtenido estima la energía ahorrada mensualmente con la instalación de agua caliente en kWh.**

El mismo proceso operativo se desarrolla para todos los meses (i) del año. La relación entre la suma de las coberturas mensuales y la suma de las cargas térmicas mensuales determina la cobertura anual del sistema ( $Q_u$ )

$$\text{Fracción de cobertura solar anual} = \sum_{i=1}^{12} Q_{u,i} / \sum_{i=1}^{12} Q_{ac,i}$$

<sup>3</sup> CLEAN ENERGY PROJECT ANALYSIS, Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2004.  
[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2007/nrcan-rncan/M154-13-2005E.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2007/nrcan-rncan/M154-13-2005E.pdf)



## CÁLCULO DEL AHORRO DE GAS

El cálculo se realiza considerando el poder calorífico como factor de conversión:

Poder calorífico = Factor de conversión	
Gas natural <sup>4</sup>	9000 kcal/m <sup>3</sup> = 37620 kJ/m <sup>3</sup> = 10,45 kWh/m <sup>3</sup>
Gas envasado (de garrafa)	11500 kcal/kg = 48000 kJ/kg = 13,34 kWh/m <sup>3</sup>

Dependiendo del ingreso de datos, el cálculo se realiza mensual o bimestral.

## REPORTE TÉCNICO

Los resultados técnicos de la generación solar térmica de agua caliente sanitaria se pueden observar en pantalla y descargar como reporte en formato .pdf. Incluye:

- 1- Parámetros de la simulación.
- 2- Consumo y generación de energía mensual para un año tipo, expresados en diversas unidades según fuente energética de comparación: gas natural (m<sup>3</sup>), gas envasado (kg), electricidad (kWh).

<sup>4</sup> <http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3622>