

# CONSTRUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN DESTILADOR SOLAR DE UNA VERTIENTE

Polo Bravo, Carlos; Pérez Cruz, Angel

***CENTRO DE ENERGÍAS RENOVABLES DE TACNA (CERT)  
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN, TACNA, 02 -  
04 octubre 2017***

PRIMER CONGRESO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y  
ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA | **CABER 2017**

**"Reconstruyendo el Perú Sosteniblemente"**



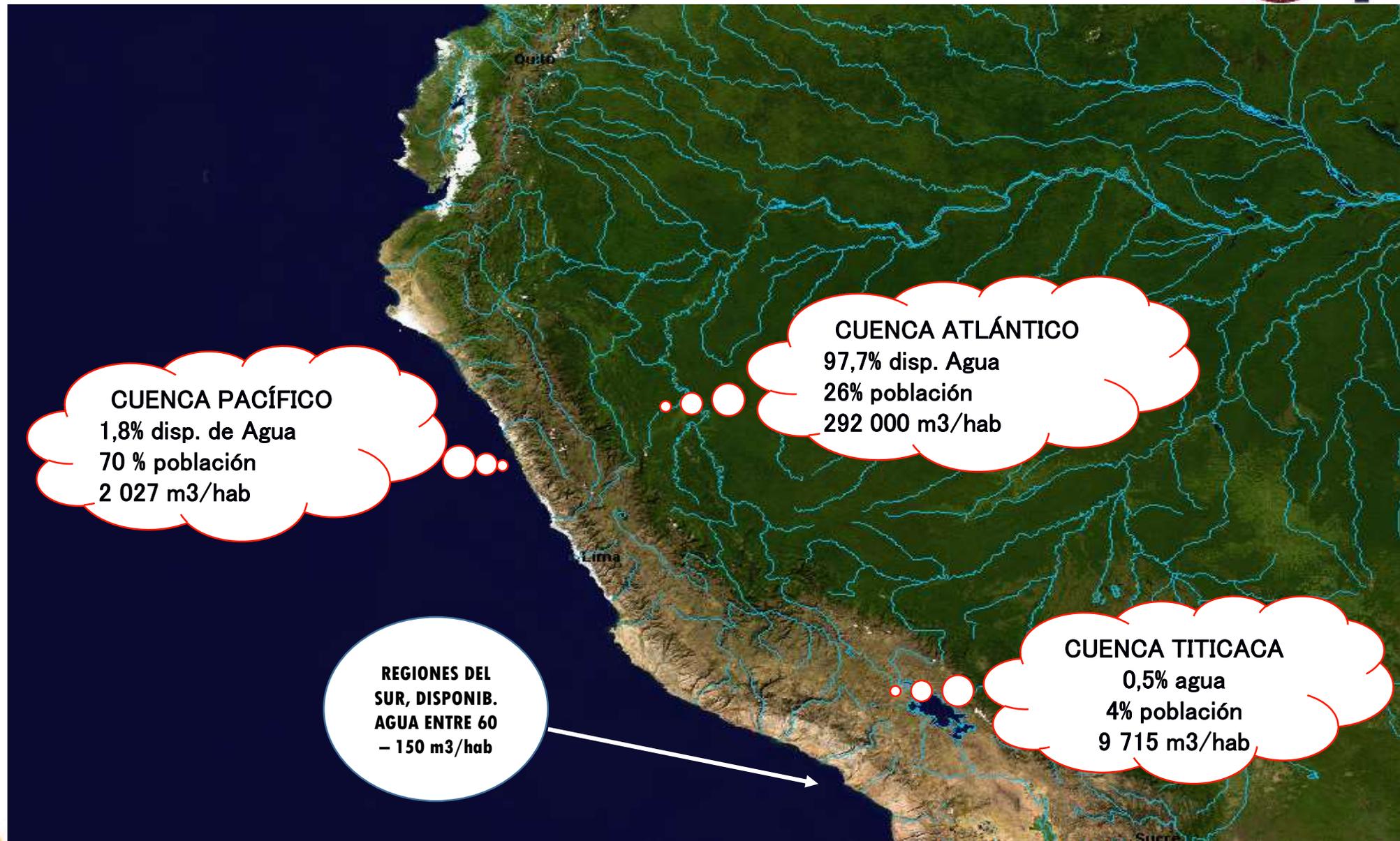


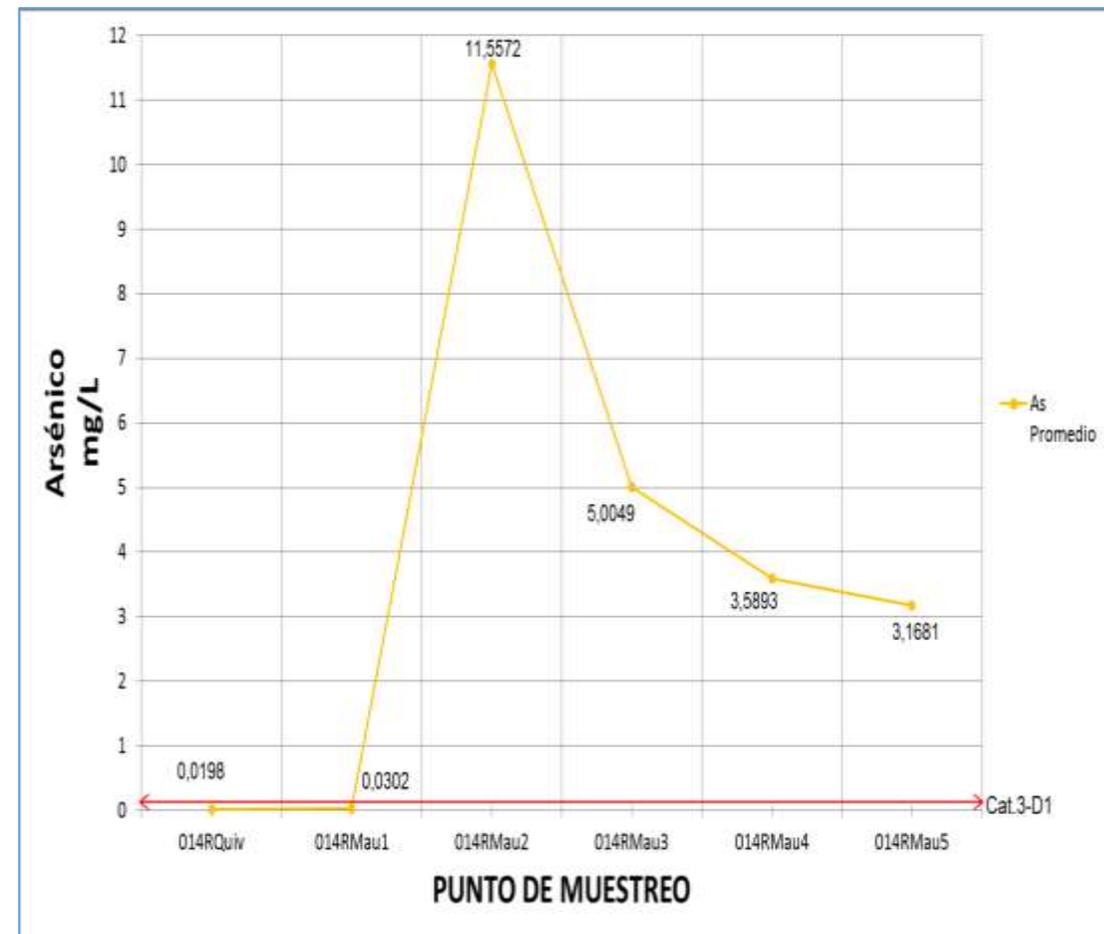
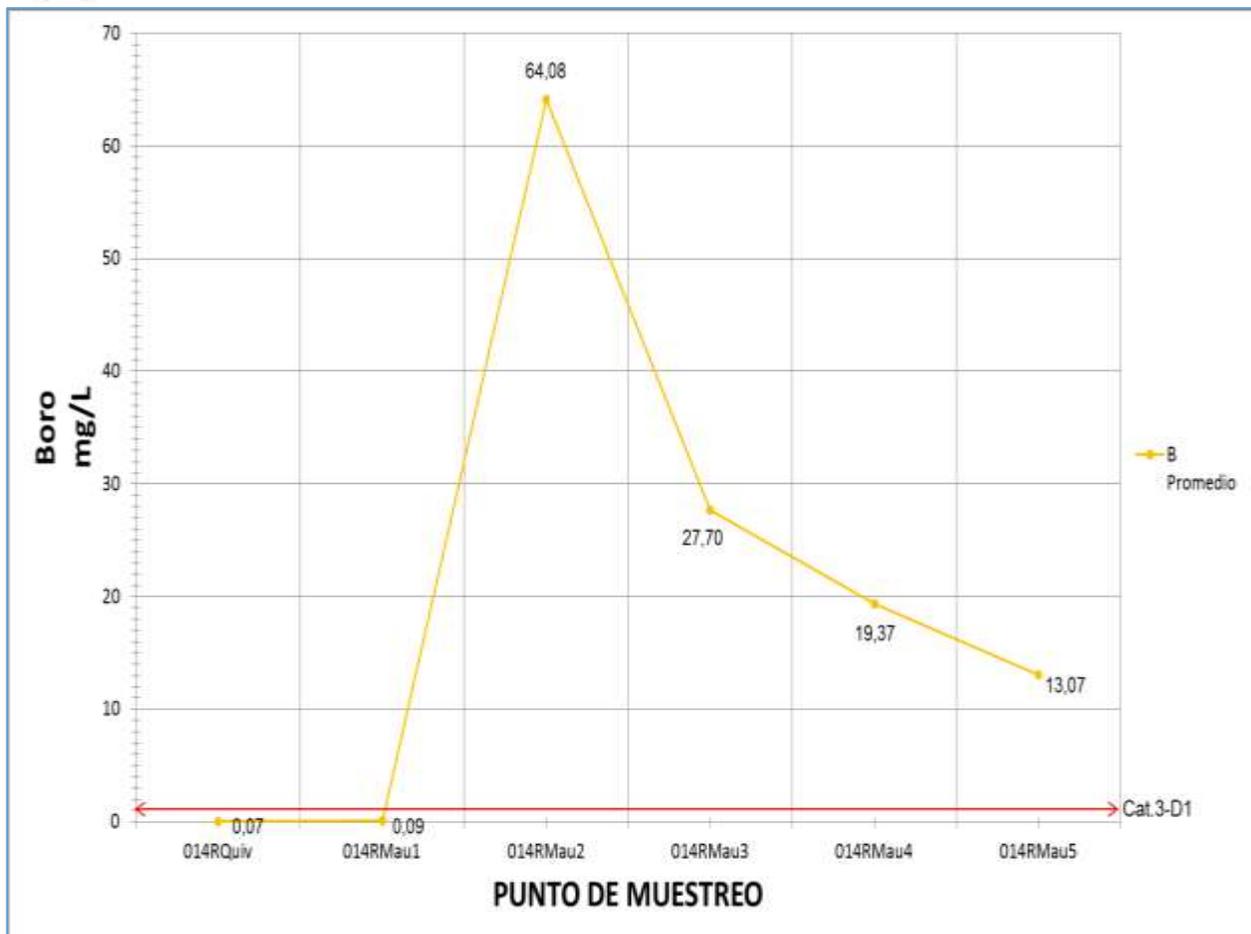
**CABER**  
LIMA- PERÚ 2017

# POBLACIÓN Y DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN EL PERÚ



100 años  
**PUCP**





**VALORES MÁXIMOS PERMISIBLES, según la OMS:**  
**ARSÉNICO: 0,1 mg/litro**  
**BORO: 1,5 mg/litro**



# LA ESCASEZ HÍDRICA ACTUAL EN LA CIUDAD DE TACNA

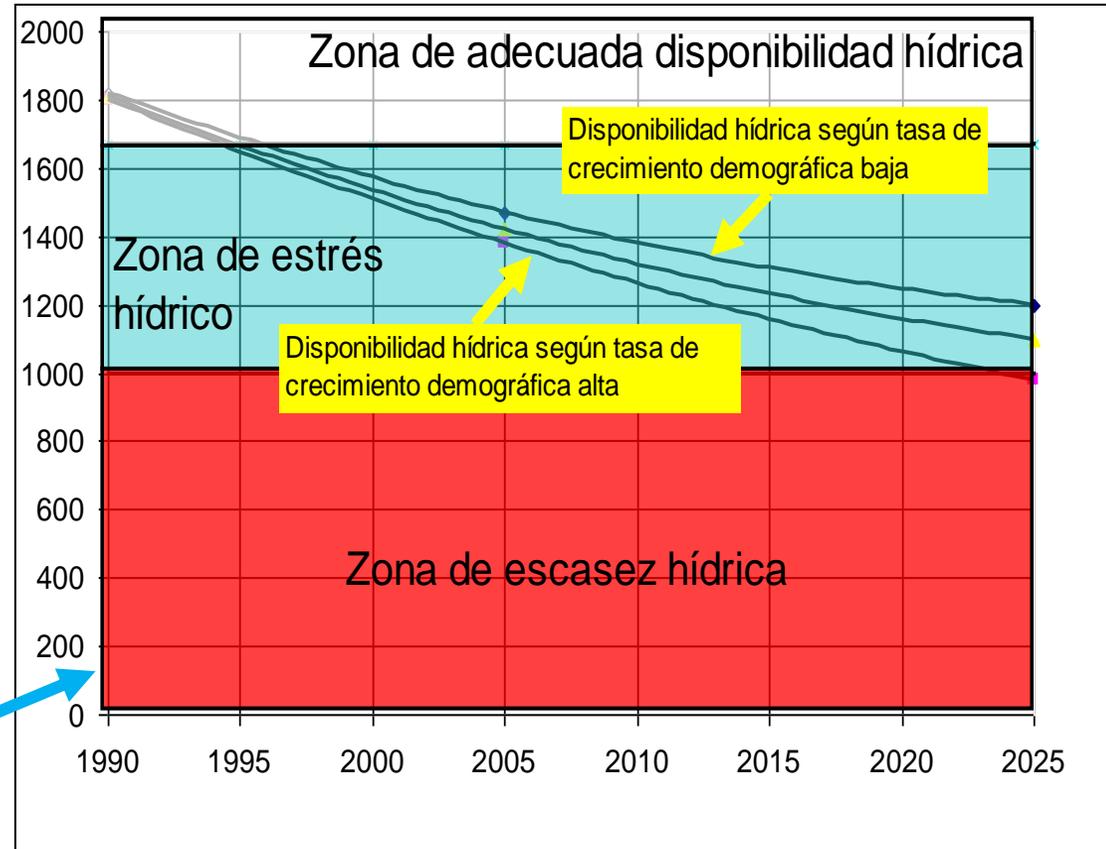


*El Perú podría ser en el 2025:*

Un país con **estrés hídrico** si se asume una tasa de crecimiento demográfica baja (disponibilidad de 1200 m<sup>3</sup>/hab/año)

O un país con **escasez hídrica** si se proyecta con una tasa de crecimiento demográfica alta. (Disponibilidad de agua dulce de 1000 m<sup>3</sup>/hab/año)

60 – 100 m<sup>3</sup>/año x hab  
Caso Región Tacna



Fuente: Action Population International



# VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA DESTILACIÓN SOLAR



## VENTAJAS

- En la costa se cuenta con gran cantidad de materia prima: agua de mar: salada
- No es necesario construir estructuras para almacenar el agua de mar
- Nula dependencia de las lluvias, deshielo, o caudal de los ríos
- Se puede obtener sal de mar para uso alimentario
- Alto potencial energético solar y geotérmico, autonomía energética
- Muy útil para contar con agua para consumo humano en emergencias causadas por desastres naturales

## DESVENTAJAS

- Generación de un residual concentrado (salmuera e insumos químicos)
- Afectación de la vida marina en la zona costera donde se instale la desalinizadora
- Alto consumo de energía (mayores emisiones de CO<sub>2</sub>, si se usan energías tradicionales)
- Mayor costo para producir y distribuir el agua potable (bombeo, almacenamiento)
- Falta de recursos humanos especializados y tecnologías rentables

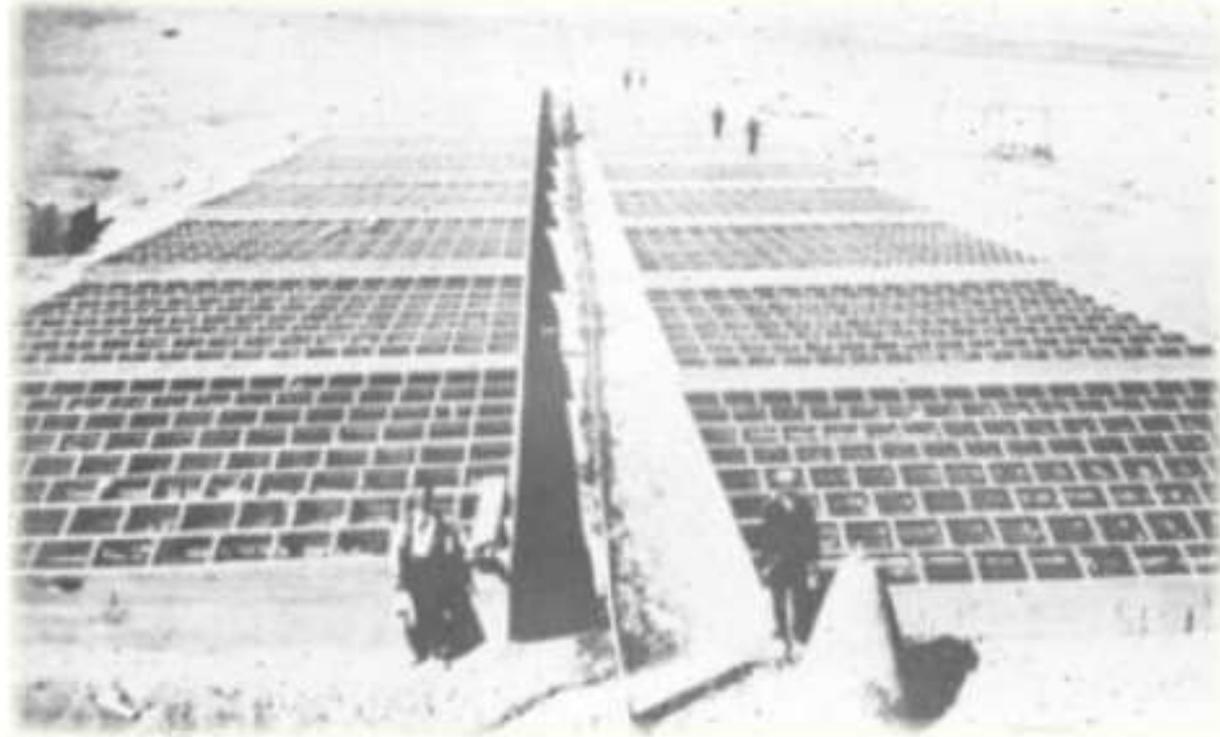


**CABER**  
LIMA- PERÚ 2017

# PRIMEROS DESTILADORES SOLARES



100 años  
**PUCP**



Charles Wilson

Las Salinas, Antofagasta.

1874-1914

5000 [m<sup>2</sup>] de vidrio (aprox.)

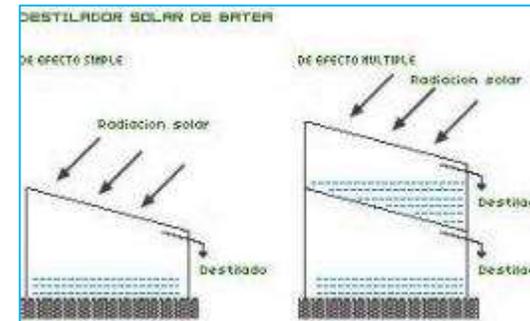
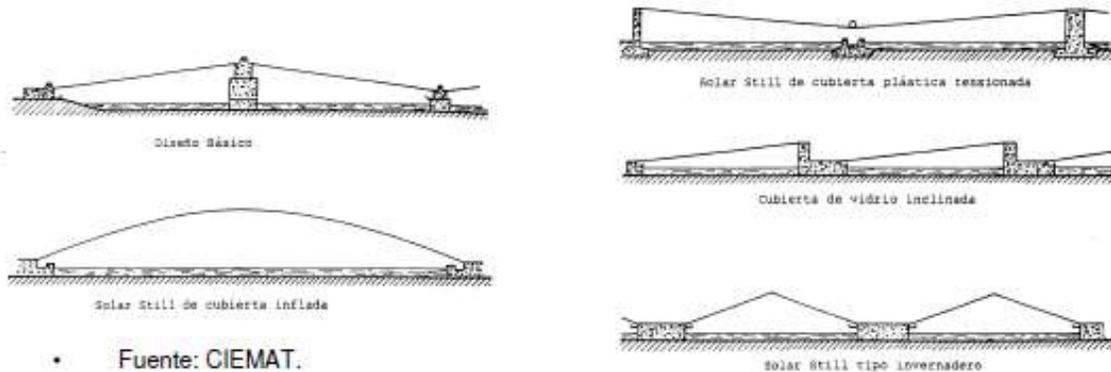
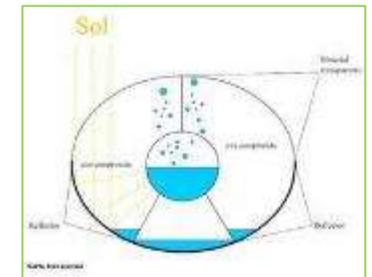
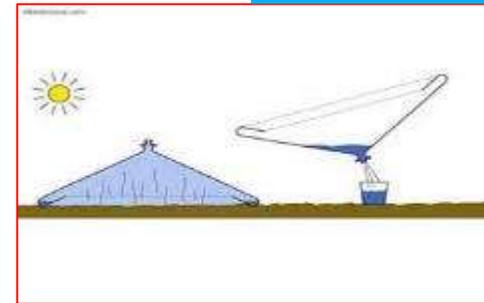
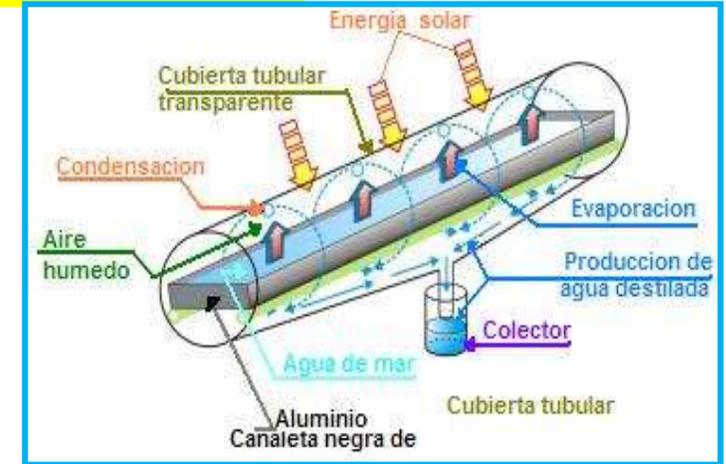
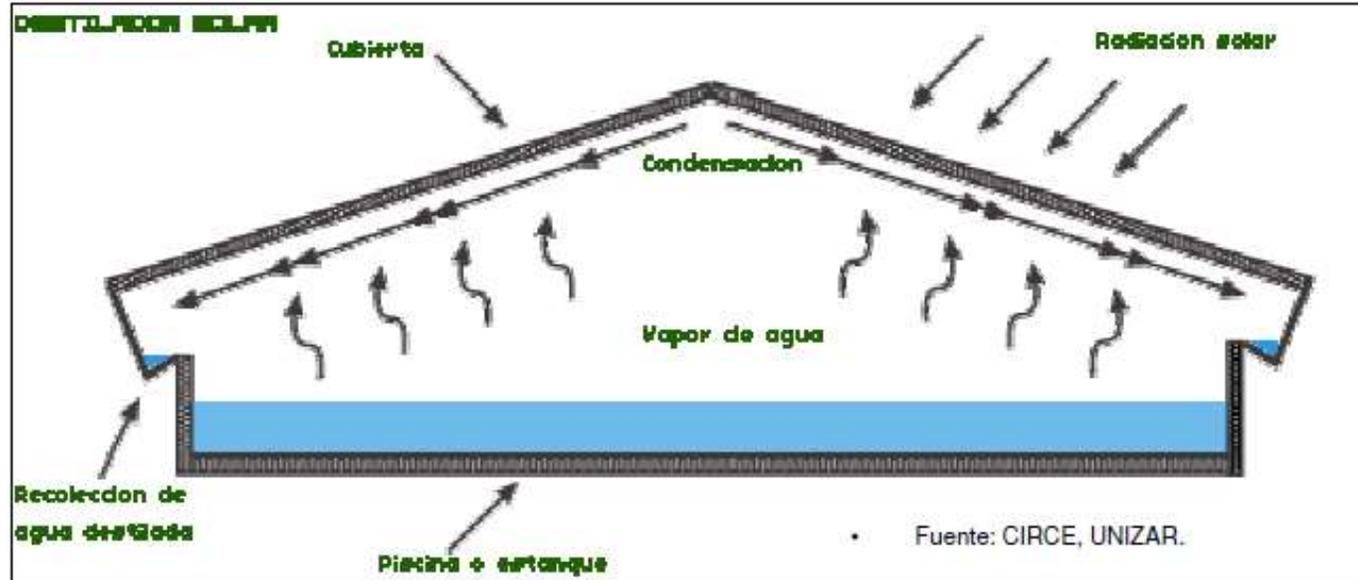
22 [m<sup>3</sup>] agua destilada.

## Solar still

# DESTILADOR SOLAR

- El funcionamiento de un destilador solar se basa en el efecto invernadero.
- El efecto invernadero, se manifiesta en un destilador solar con la utilización de la irradiancia solar como fuente energética para la obtención de agua destilada a partir de agua potable, turbia, salada o contaminada naturalmente, bajo el proceso físico de evaporación y condensación
- Con este fin se han desarrollado diferentes prototipos de destiladores.

# TIPO DE DESTILADORES SOLARES



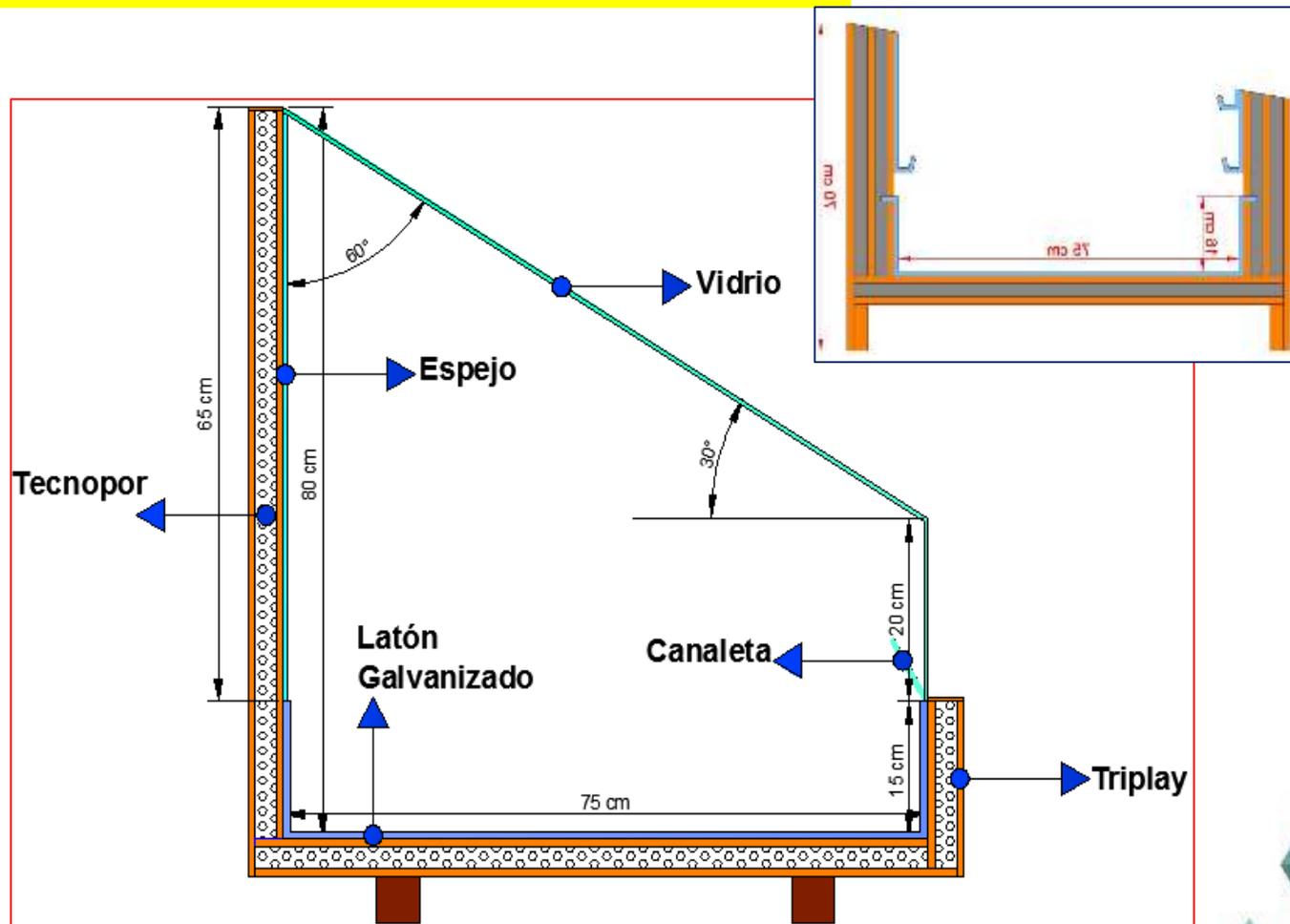
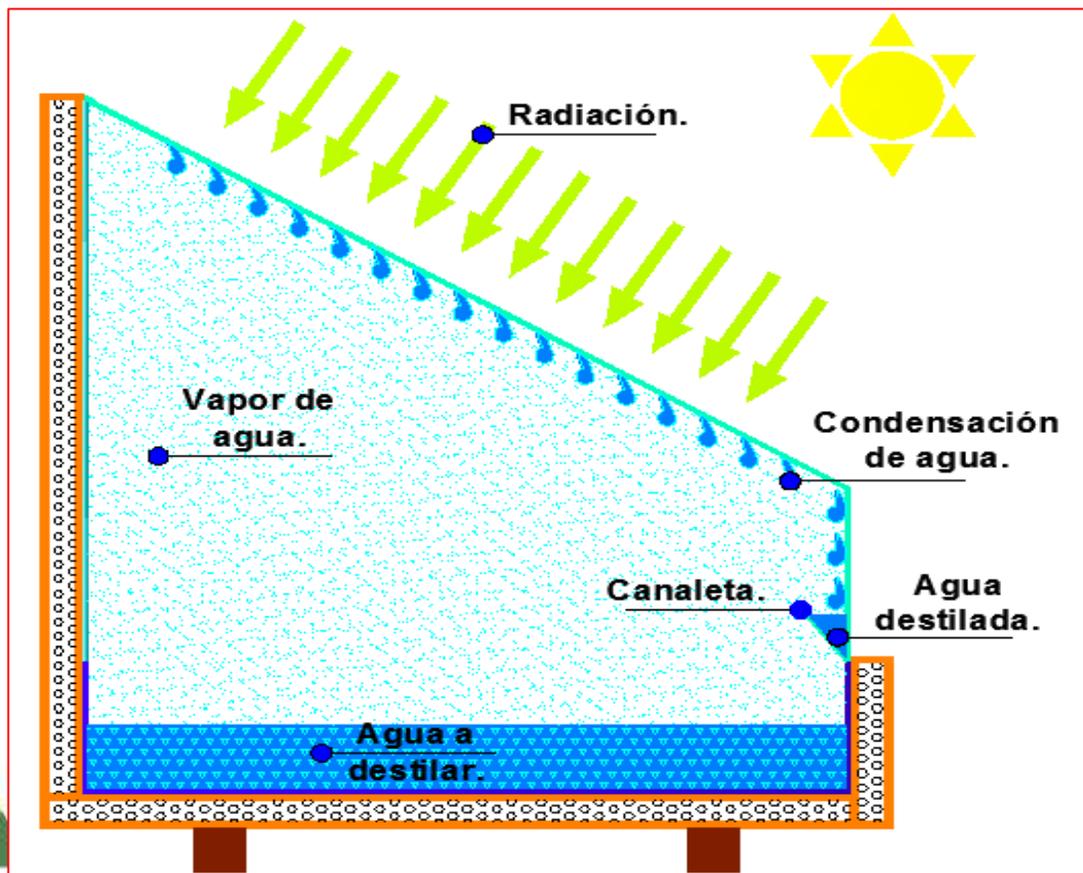
# Dimensiones, equipos y materiales usados en la construcción y evaluación del DSV

MATERIALES PARA CONSTRUCCION DEL DSV.						
MATERIAL	DIMENSIONES					
	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	UNID.	SUB-TOTAL (m <sup>2</sup> )	TOTAL (m <sup>2</sup> )
LAMINA DE VIDRIO 3mm de espesor	B	b	H			2.96
Laterales.	0.65	0.206	0.756	2	0.65	
	LARG	ANCH				
frontal.	1.356	0.206		2	0.56	
cubierta	1.356	0.8		1	1.08	
canaleta frontal	0.1	1.356		1	0.14	
canaletas laterales	0.1	0.75		2	0.15	
ESPEJO	0.8	1.35		1	1.08	1.08
LAMINA DE TRIPLAY 6mm						6.46
base	0.85	1.4		2	2.38	
parte trasera	0.8	1.35		2	2.16	
frontal.	0.18	1.35		2	0.49	
Laterales.	0.82	0.18		4	0.59	
LATON GALVANIZADO de 1/32"						1.89
Laterales.	0.75	0.15		2	0.23	
frontales	1.35	0.15		2	0.41	
base	1.35	0.75		1	1.01	
LAMINA TECNOPOR de 1"				2		
VALVULA PASO de 1/2"				1		
TUVO ADAPTADOR de 1/2" a 1/4"				1		
CLAVOS DE 1/2"				1/4 Kg		
CLAVOS DE 3/4"				1/2 Kg		
PERNOS.				20		
SILICONA. (TUBO)				5		
PINTURA NEGRO MATE (galón)				1		
TINER (galón)				1		
MANGUERA DE 1/4"	2			1		
CUTER				2		

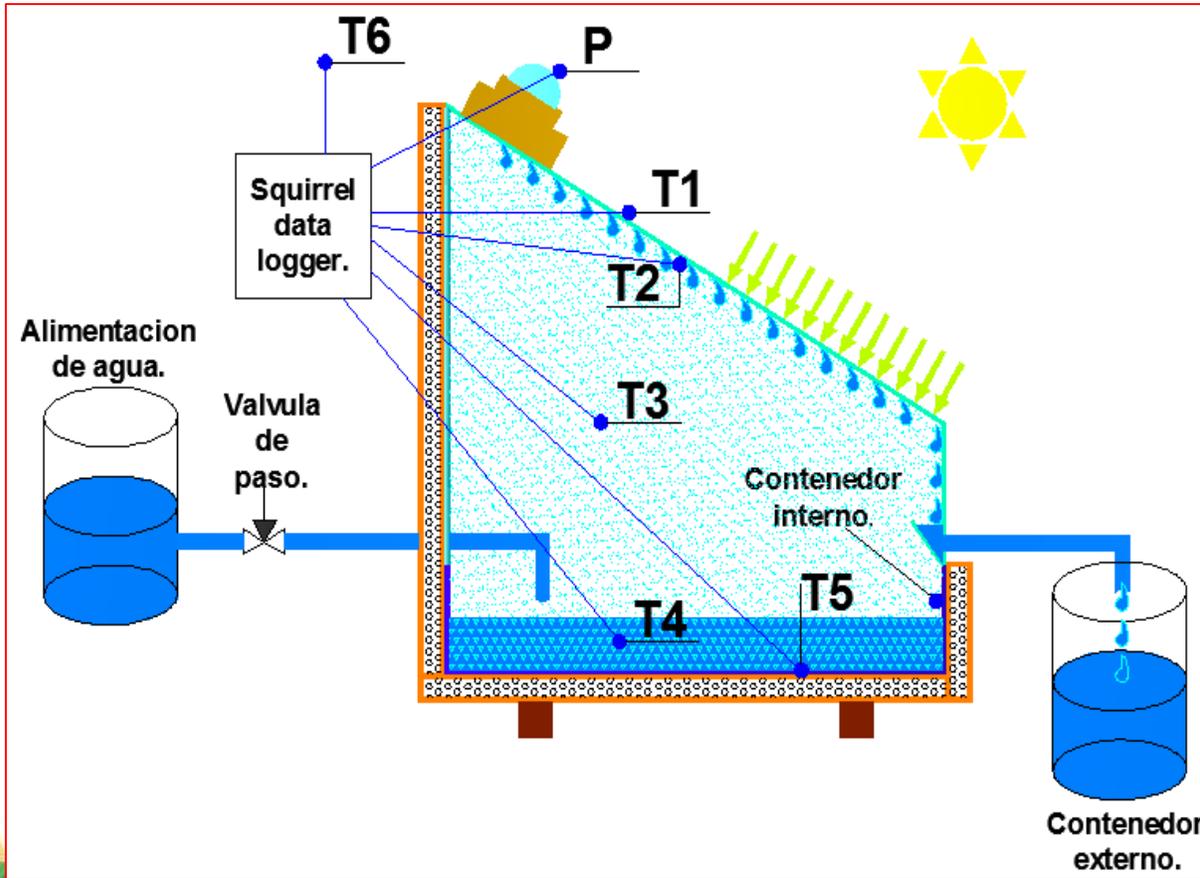
- Un Sistema de adquisición y almacenamiento de datos marca Squirrel SQ 1200 Series.
- Estación meteorológica Vantage Pro Weather Station (Davis Instruments) ubicada en la cima del tercer piso del pabellón de estudios de la facultad de ciencias, frente al CERT.
- Un Piranómetro Kipp and Zonen, de sensibilidad espectral comprendido de 0,3 a 3  $\mu\text{m}$  con un tiempo de respuesta de 5 segundos y una constante de calibración de  $10,35 \times 10^{-3}(\text{mV})/(\text{Wm}^2)$ .
- Siete termopares de Cromel – Alumel, como sensores de temperatura, ubicadas en diferentes partes del destilador solar.
- Un cronometro digital.
- Un multímetro digital.
- Probeta milimetrada.
- Taladro eléctrico.



# MATERIALES Y PARTES DEL DSV



# EVALUACIÓN DEL DESTILADOR SOLAR DE UNA VERTIENTE (DSV)



T1: temperatura de la superficie externa del vidrio.

T2: temperatura de la superficie interna del vidrio.

T3: temperatura del vapor en el interior del DSV.

T4: temperatura del agua almacenada en el contenedor interno.

T5: temperatura del metal del contenedor interno.

T6: temperatura ambiente.

P: irradiación global incidente al DSV medido por el piranómetro.

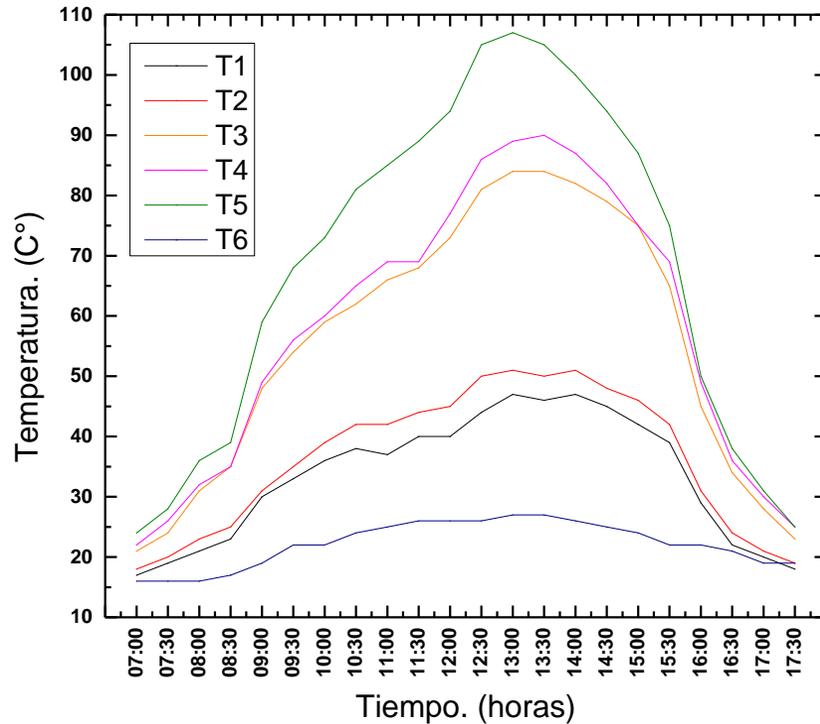
**La evaluación se ha realizado en vacío (sin agua) y con agua: 25 litros de agua de mar**



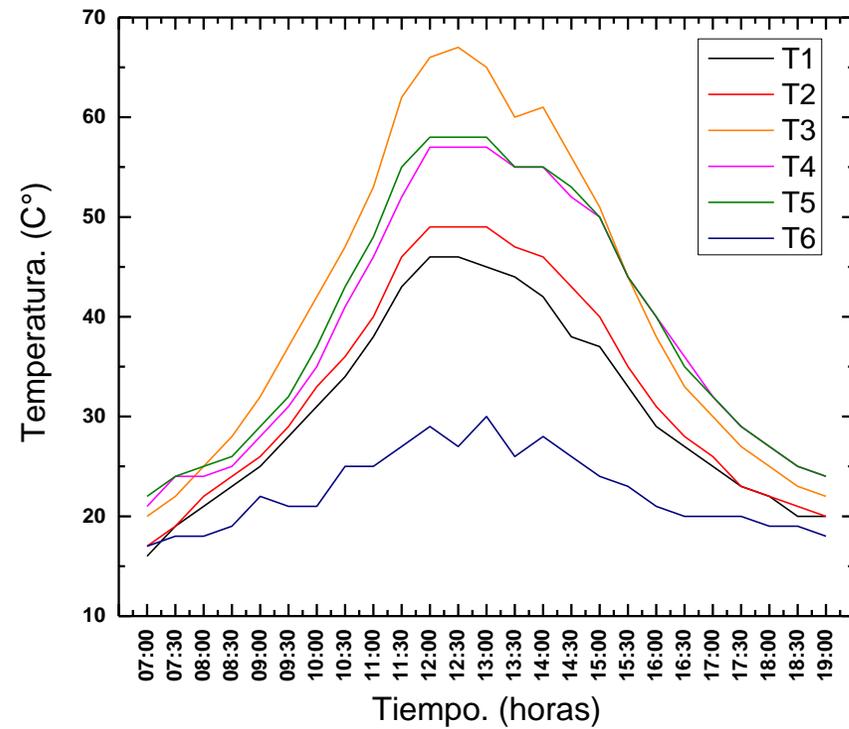
Las dimensiones internas: 80 cm de altura (parte trasera), 75 cm de ancho, 135 cm de largo y 35 cm de altura (parte frontal), una cámara de volumen de  $0,58 \text{ m}^3$



Evaluación en seco del DSV.



Evaluación final del DSV.

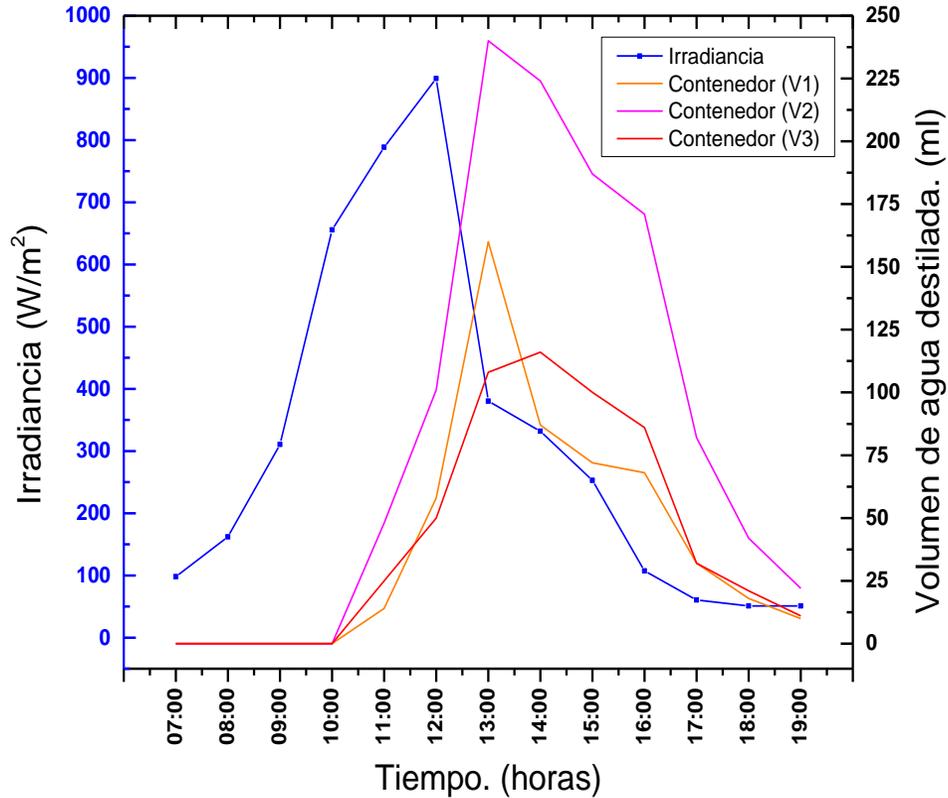


**Curva de variación de temperatura en diferentes partes del DSV en función del tiempo, evaluación en seco**

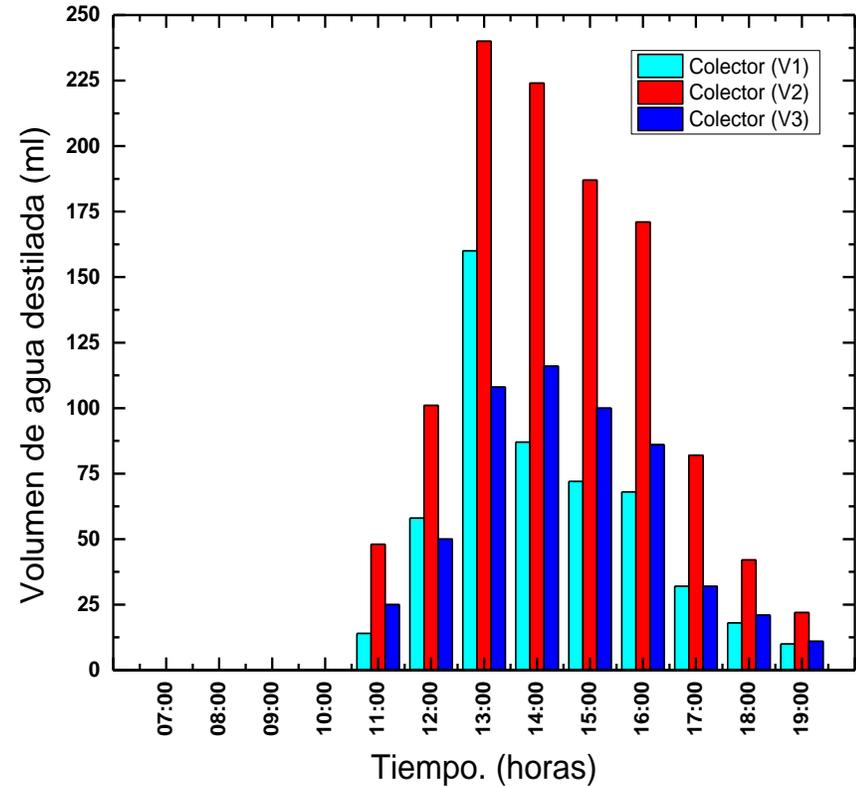
**Curva de variación de la temperatura en diferentes partes del DSV en función del tiempo, evaluación bajo procesos de destilación de agua de mar**



Relacion volumen y radiacion en el DSV.



Volumen de agua destilada por hora.



**Con una cámara de volumen de 0,58 m<sup>3</sup> se obtuvo 2,185 litros de agua destilada en un día parcialmente soleado, bajo una irradiancia solar incidente promedio sobre la superficie inclinada de 169,78 W/m<sup>2</sup> y una temperatura ambiente promedio de 18 °C.**

- ✓ El Destilador Solar de una Vertiente (DSV) muestra un desempeño razonable en la destilación de agua de mar, a razón de 2,185 litros/día, bajo las condiciones meteorológicas de la ciudad de Tacna, 165 W/m<sup>2</sup>, temperatura ambiental variable entre 18 °C y 23 °C, 2,5 cm de altura del agua de mar en la bandeja, con un área colectora de 1,0125 m<sup>2</sup>, cámara de aire húmedo de 0,58 m<sup>3</sup>.
- ✓ El agua destilada se recolecta en las cuatro paredes laterales del sistema, en el colector V1, el volumen diario colectado es de 1 117 ml de agua destilada (cobertor superior de vidrio) (51,12%) ; en el colector de V2, 519 ml (pared lateral izquierda) (23,75%) y para V3 de 549 ml (pared lateral derecha) (25,23)%. Sumando un total de 2 185 ml/día, para un tiempo de 2 horas, entre las 07:00 a las 19:00 horas, para irradiancia promedio de 363,31W/m<sup>2</sup>
- ✓ Se observó que en la superficie del espejo, no se produce condensación del agua evaporada, lo cual se debe a que dicha pared se encuentra aislada térmicamente, por lo que la superficie interna y externa del espejo es la misma, no existiendo un gradiente de temperatura para que se produzca la condensación.

- ✓ La concentración de sal del agua de mar con el proceso de destilación, se bajó de un valor inicial de 41,3 a 0,004 gramos de sal/litro del agua, en tanto que el pH de 7,87 y 7,03.
- ✓ El volumen de agua destilada por día, depende de las condiciones meteorológicas, como la irradiancia solar global, temperatura ambiente, el volumen de agua de mar en la cubeta, el volumen de agua destilada en los meses de mayor irradiancia solar, en Tacna supera los 6,5 kWh/m<sup>2</sup>día.
- ✓ Los destiladores solares pueden ser una alternativa para contar con agua para consumo humano cuando se presentan emergencias por desastres naturales, como huaycos, inundaciones, terremotos, toda vez que el agua obtenida puede ser usada para el consumo poblacional, entre otros usos diversos.
- ✓ Recomendamos realizar pruebas experimentales para ver la factibilidad de remover otros tipos de sales como el Boro, Arsénico, elementos que se encuentran presentes en el agua de todas las cuencas hídricas de la región Tacna y otras regiones de nuestro país.

**MUCHAS GRACIAS.....**



**CERT – FACI – UNJBG**

**polodomador@gmail.com**

**Tel: 952 34 29 09**