



Organizan:

**“DISEÑO CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE
DESALINIZACIÓN DE AGUA DE MAR UTILIZANDO
UNA BOMBA DE CALOR”**

Organizan:

TEMARIO



Introducción



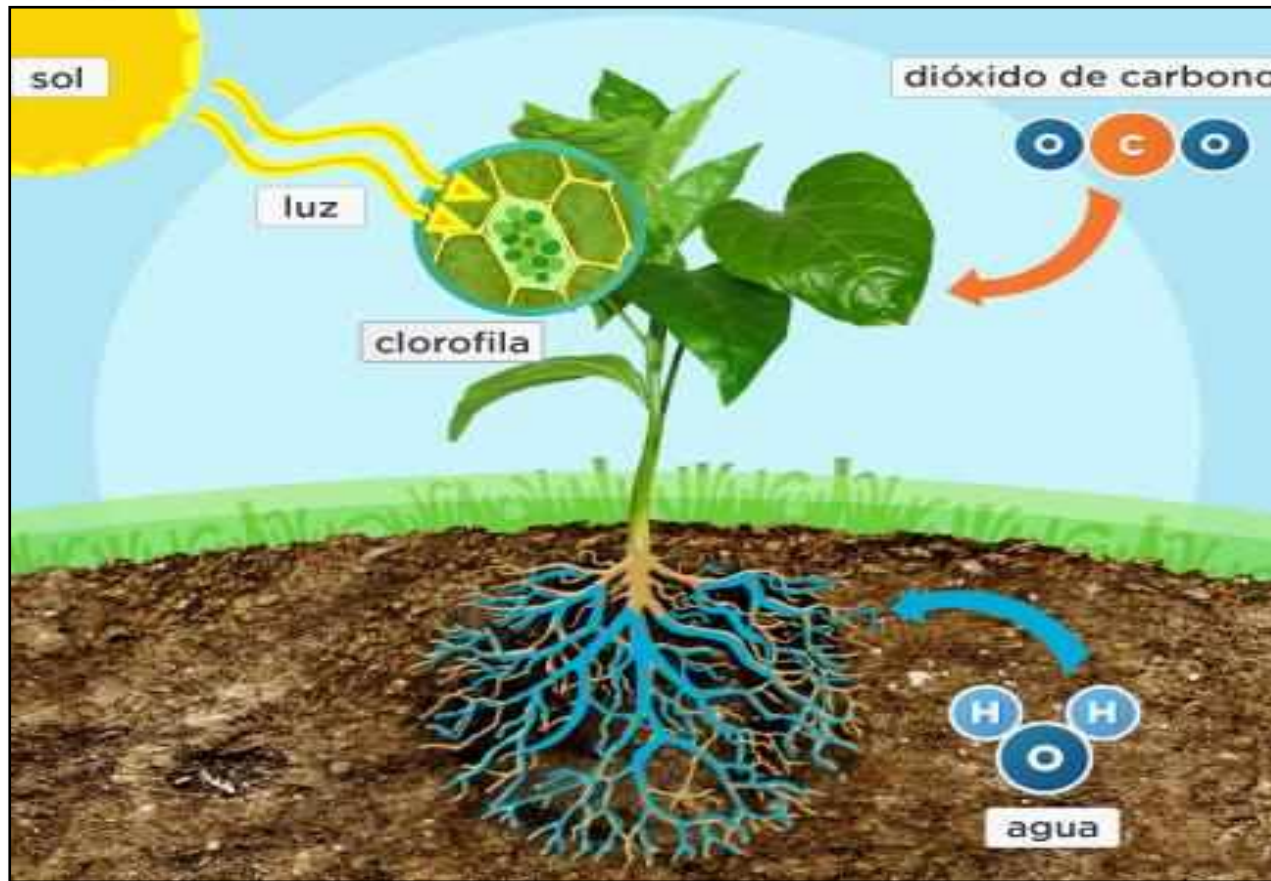
Referentes conceptuales



Metodología del estudio



Conclusiones



La fotosíntesis (CESF, 2014)



Agua potable (Dinaeaqua, 2016)



Jirafas (REBAN, 2017)



El agua en la industria (Sebastián, 2012)

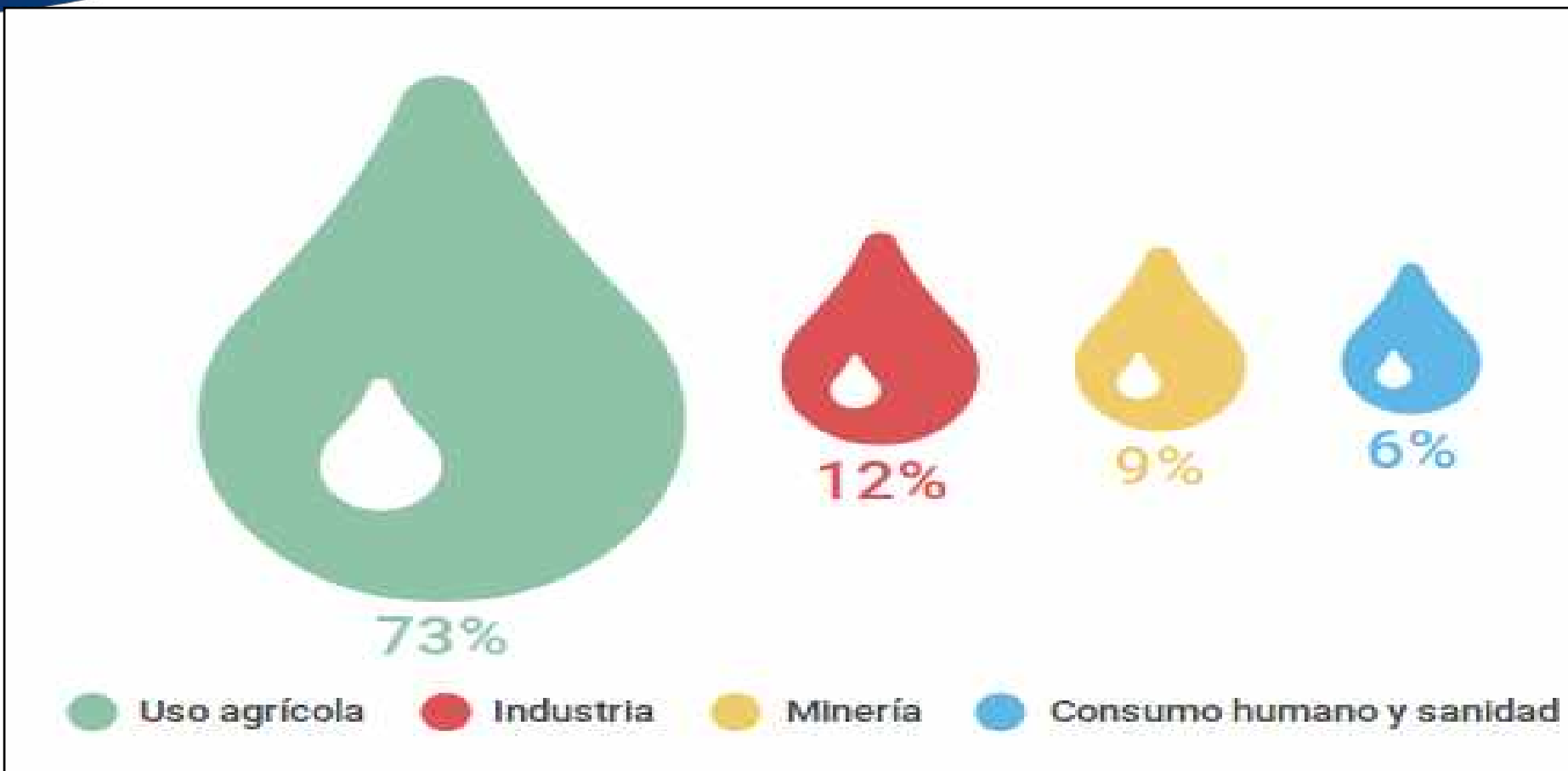


El agua en la minería (Chilesustentable, 2015)



El agua en la agricultura (Unexport, 2017)

INTRODUCCIÓN



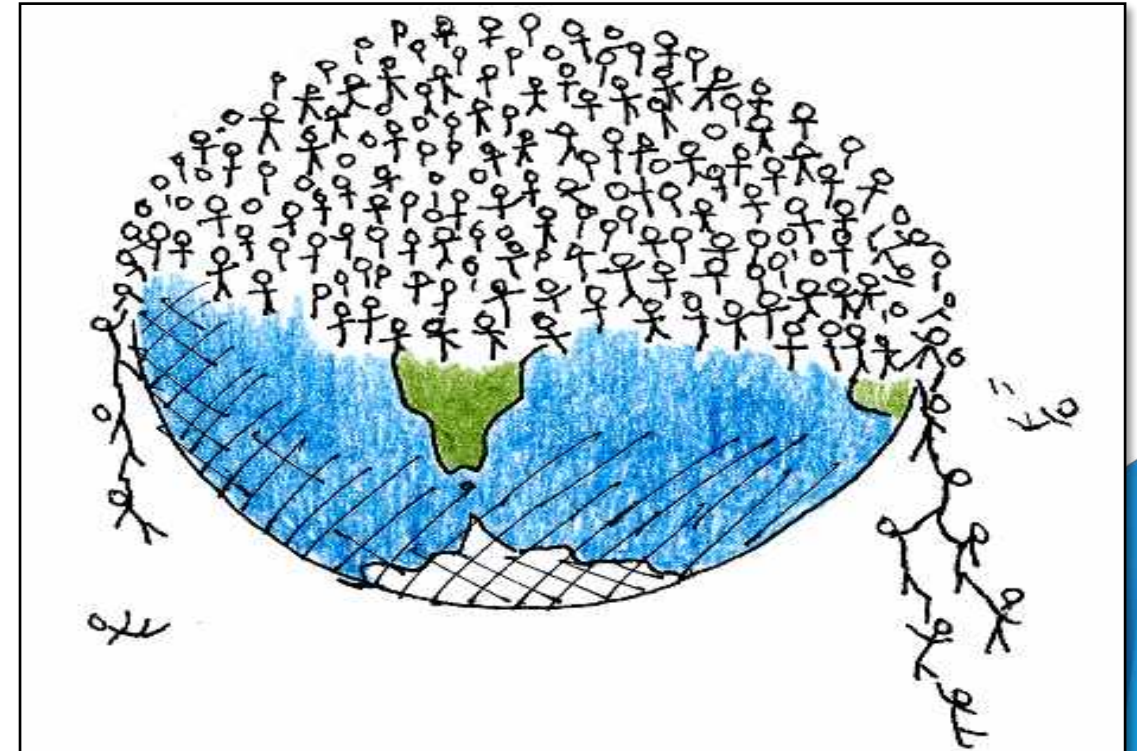
Uso del agua en Chile (Cáceres, 2016)



El cambio climático (Cienciados, 2017)



Urbanización (Rosales, 2017)



Cambios demográficos (DieToonDie, 2017)



El agua en el mundo (Aqua-etiam, 2017)



97,5%



2,5%



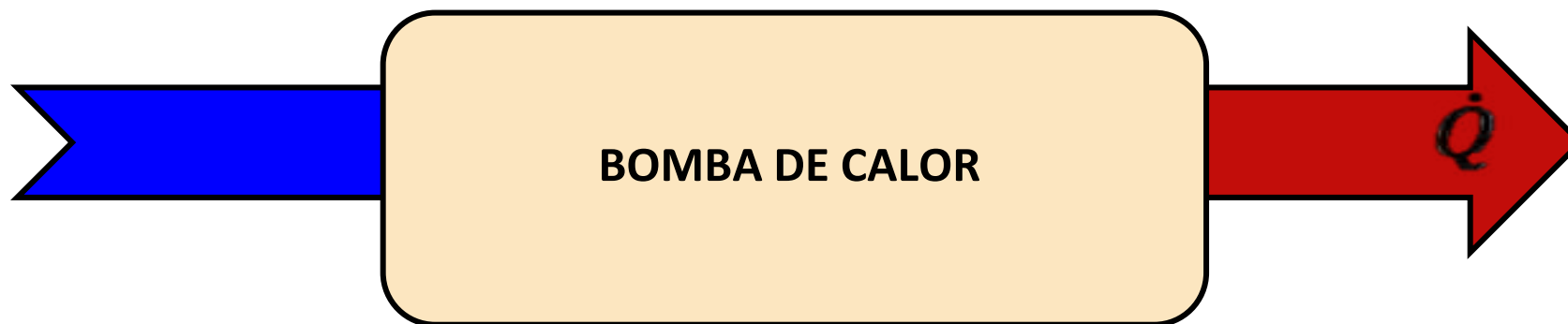
0,007%

Distribución de agua en el planeta (Jumapam, 2017)



El ciclo del agua (Significados, 2017)

Foco frío



Foco caliente





*¿Es aplicable la tecnología que
aporta una **bomba de calor** a los
procesos de **desalinización** del
agua?*

El agua



Agua
de mar

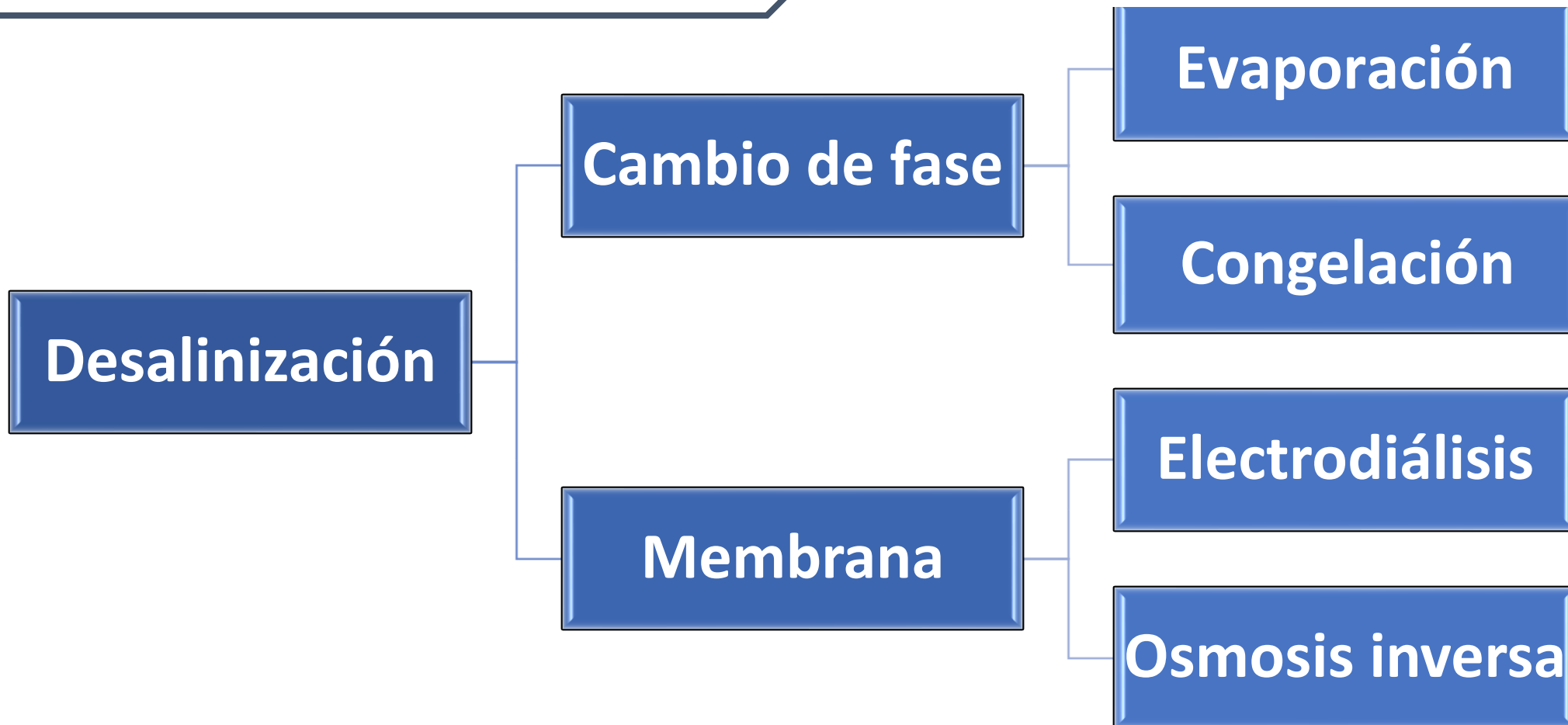


Agua
dulce

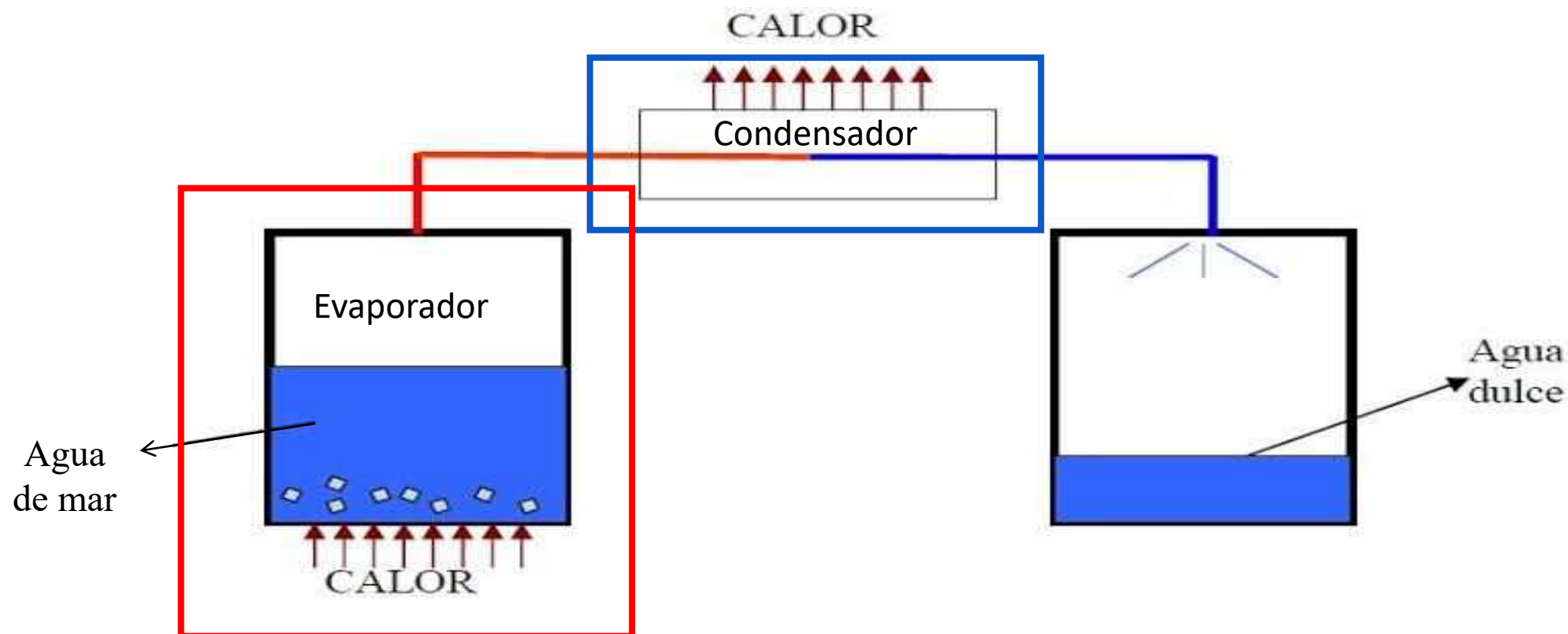


Agua
potable

Sistemas actuales de desalinización



Sistemas actuales de desalinización



Evaporador (La desalinización, 2017)

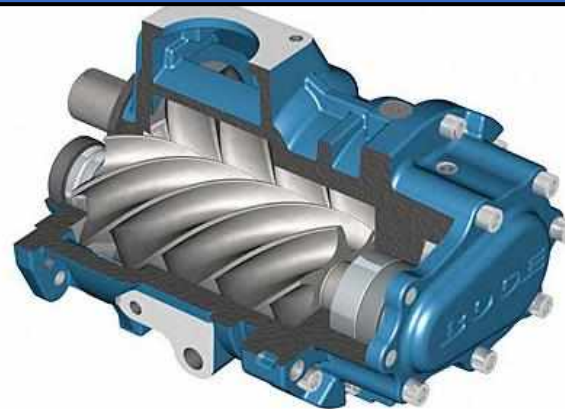
Bomba de calor

Componentes



(Universal Hydraulik, 2017)

Condensador y evaporador



(Boge, 2017)

Compresor



(Quimobásicos, 2017)

Dispositivo de expansión

Bomba de calor

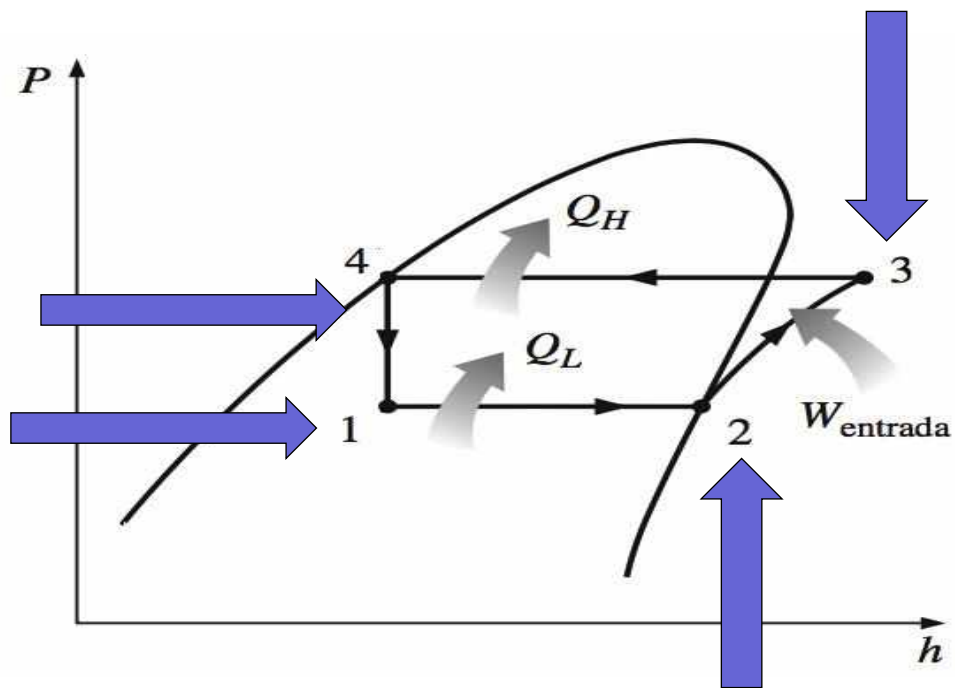
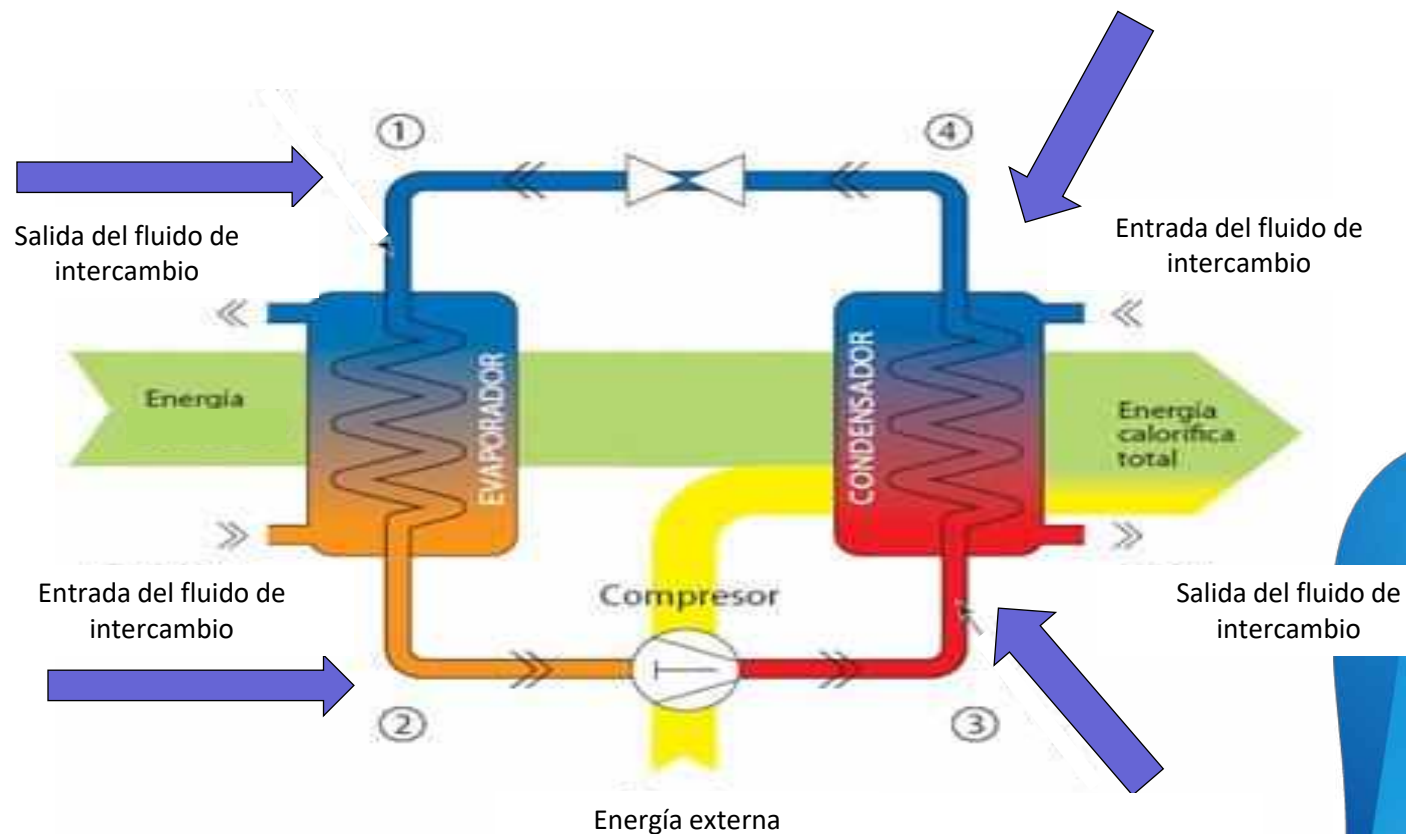
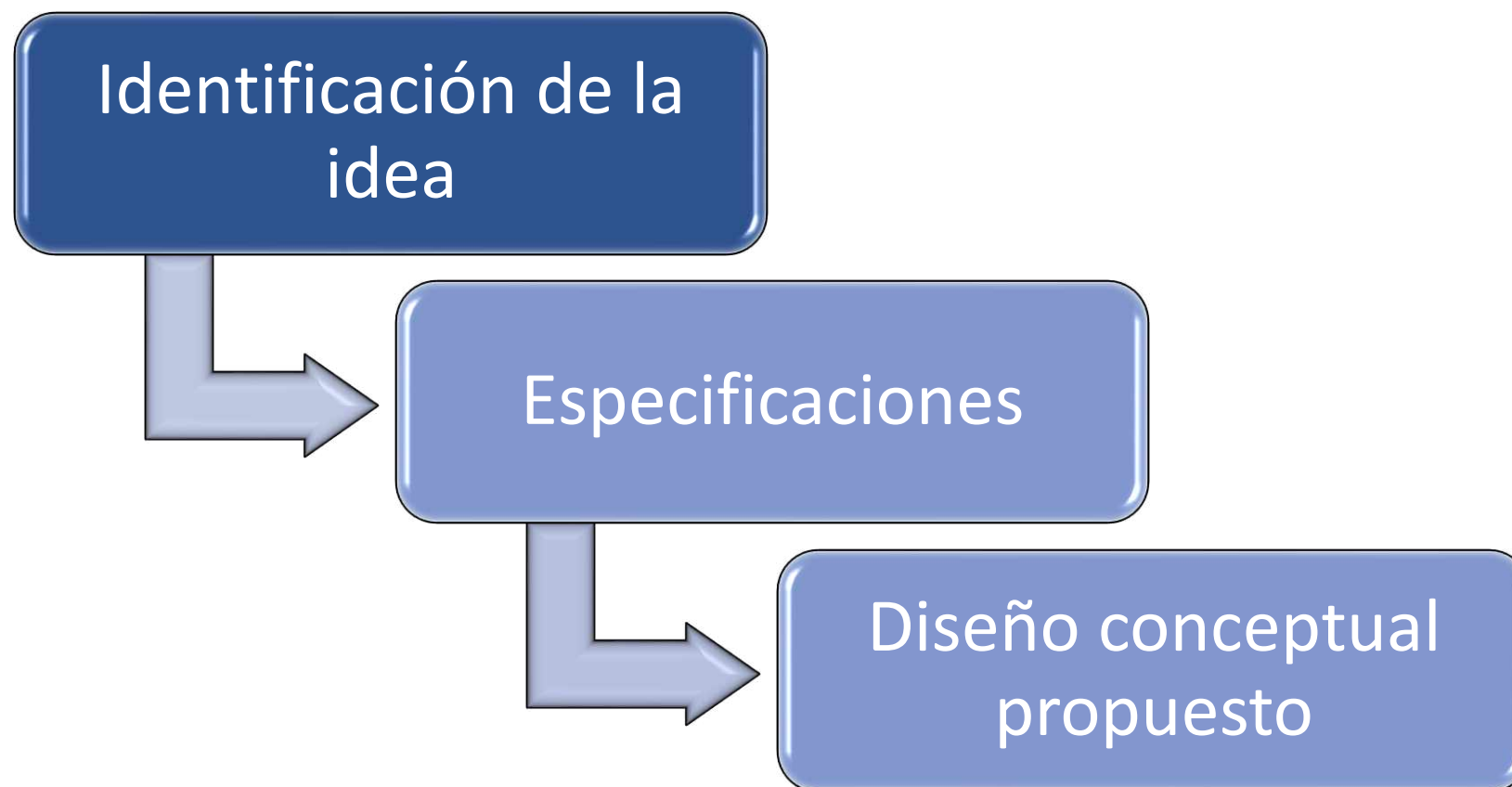


Diagrama presión entalpía (P-h) (Cengel, 2011)

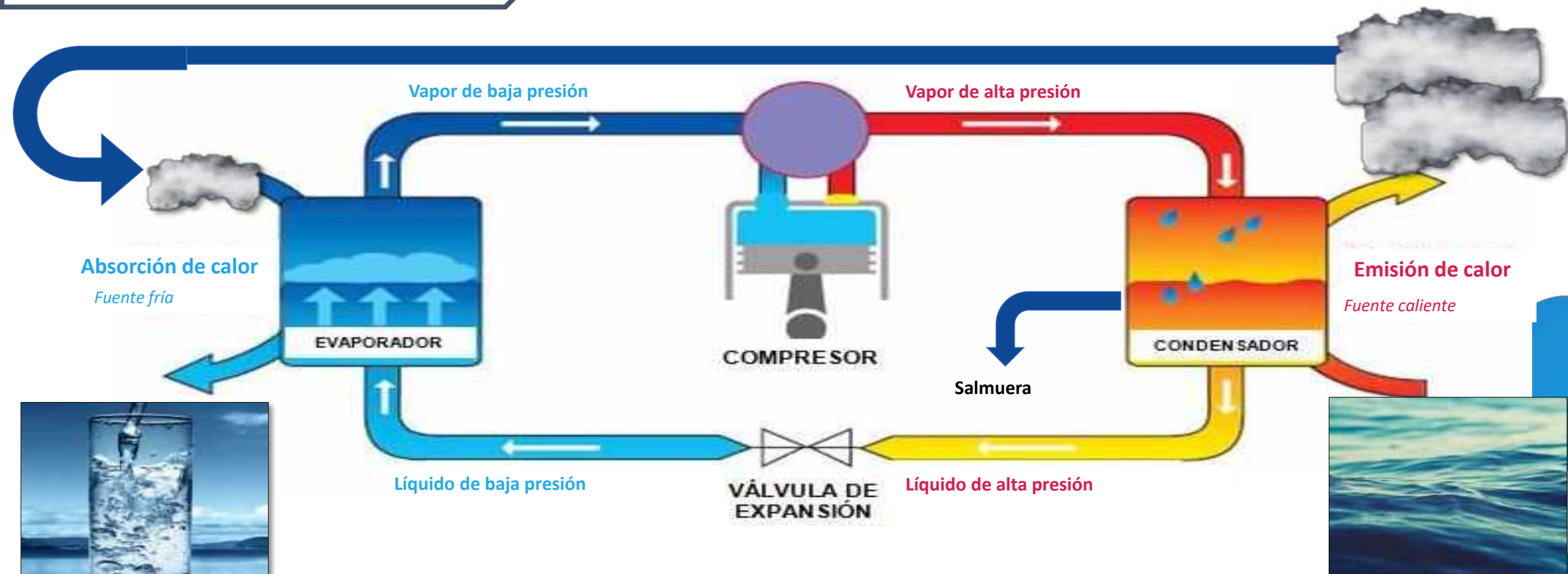


Bomba de calor (Calor y frío, 2015).

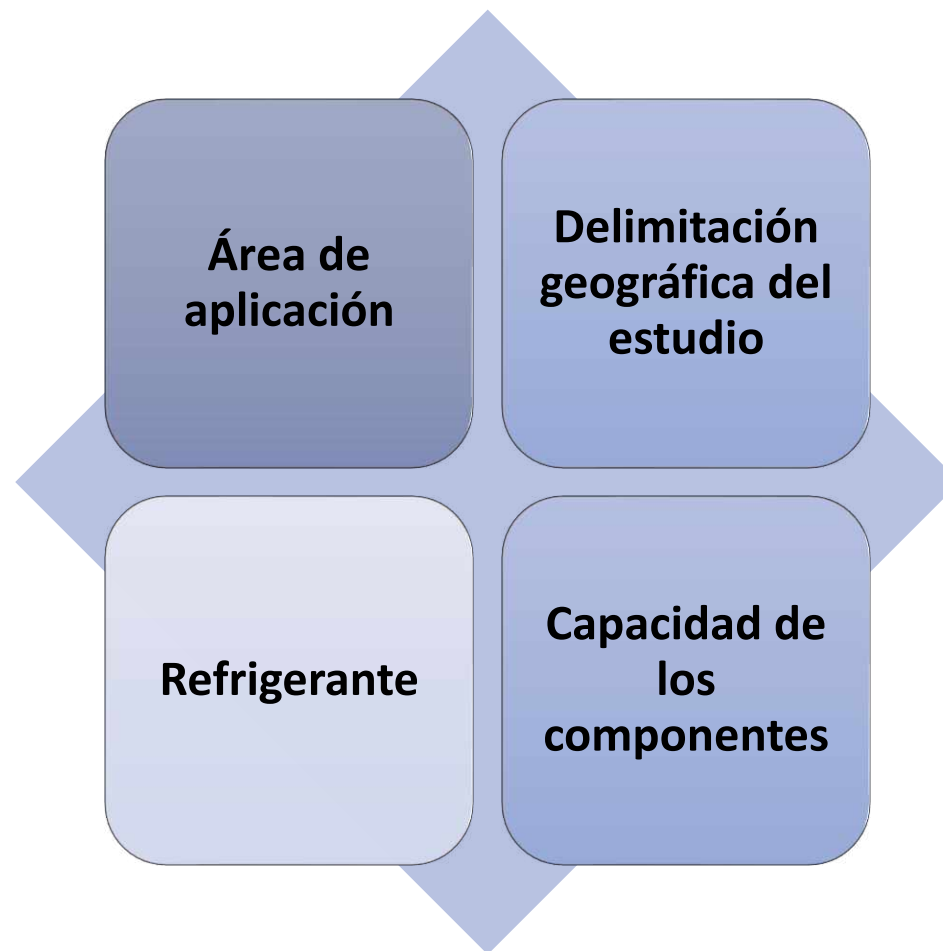
Diseño conceptual



Identificación de la idea



Especificaciones



Área de aplicación



**Armada
de Chile**



**Zonas
aisladas**



**Infantería
de
Marina**



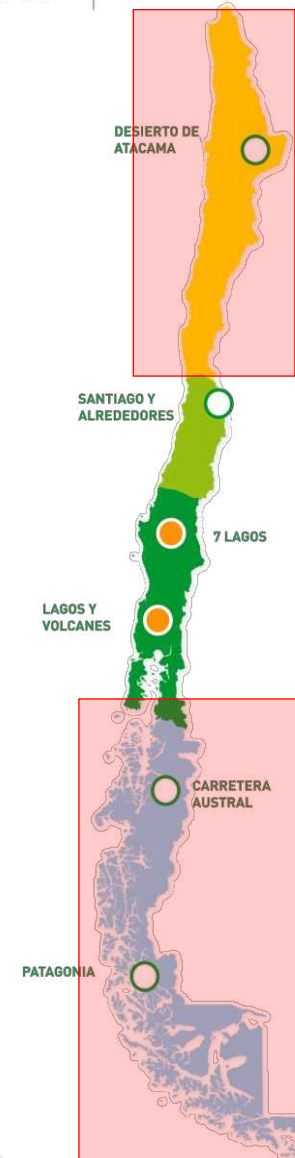
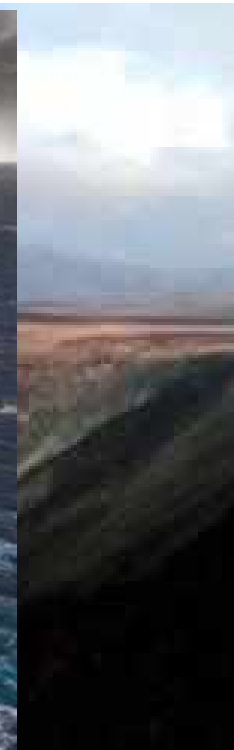
**Unidades
a flote**

Área de aplicación



Desierto de Atacama (Chileglobal, 2015)

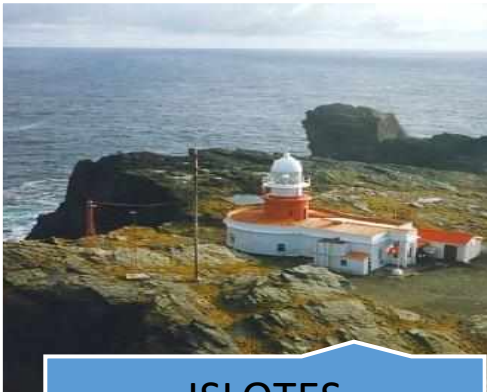
Faro Evangelistas (Galleguillos, 2016)



Área de aplicación



Faros habitados con problemas de obtención de agua



**ISLOTES
EVANGELISTAS**

(Cristóbal Chávez, 2016)



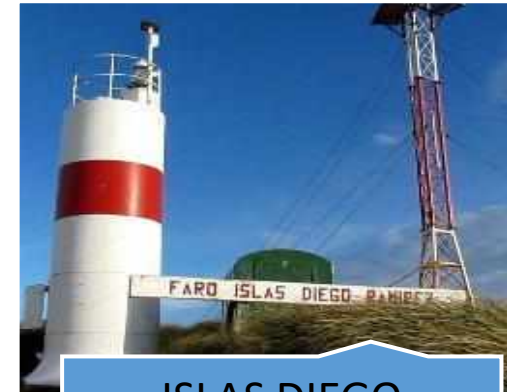
ISLOTE FAIRWAY

(La Prensa Austral, 2017)



BAHÍA FÉLIX

(Soto Fotos, 2017)



**ISLAS DIEGO
RAMÍREZ**

(Piero Mancini, 2012)

Área de aplicación



Compañía de Fusileros de Infantería de Marina

Magnitud	Cantidad de Personal	Caudal [L/día]	Caudal [L/h]	Caudal con Rancho Caliente [L/día]	Caudal con Rancho Caliente [L/h]
Compañía de Fusileros IM	132	396	16,5	3.036	126,5
Combatiente Individual	1	3	0,125	23	0,96

Área de aplicación



Unidad a Flote



Posee planta de osmosis inversa que generan un máximo de 25 [m³] al día.



Dotación de 160 personas.



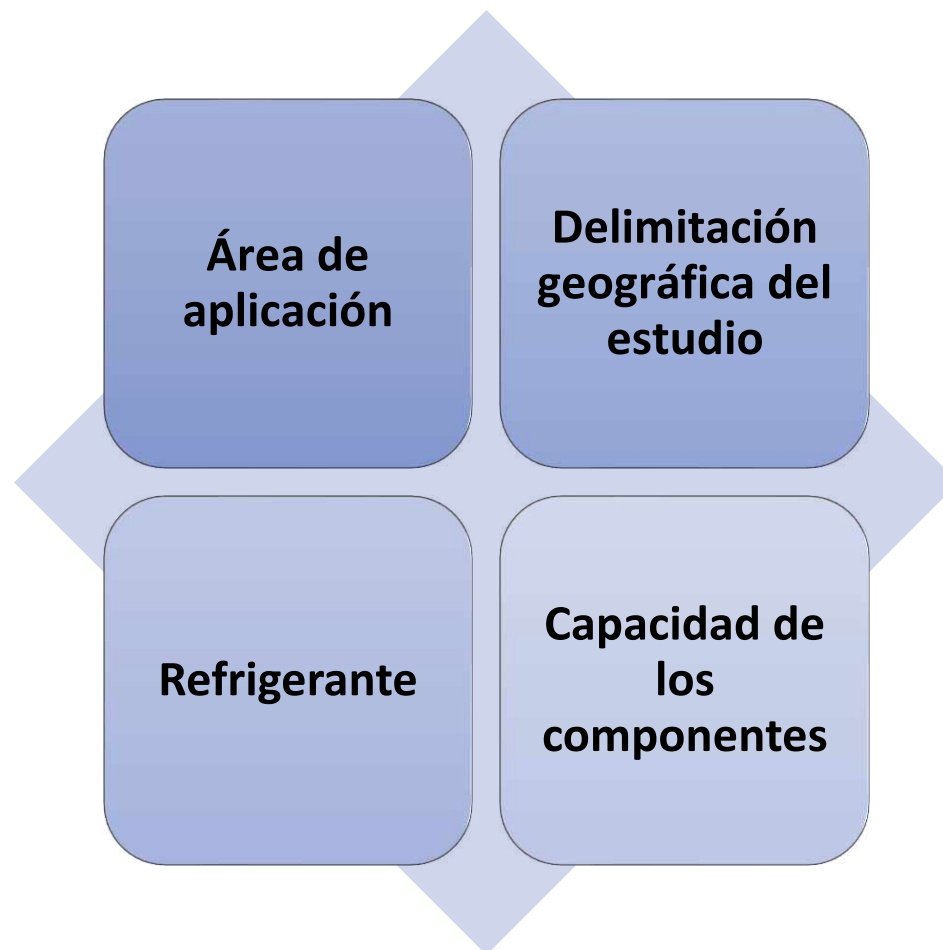
El caudal estimado de agua que se necesita para operar de forma normal es de 15 [m³] al día.

Área de aplicación

- Caudales de agua desalinizada para generar con el diseño propuesto

		CANTIDAD DE PERSONAS	CAUDAL [L/día]	CAUDAL [L/h]
Caudal 1	Faro habitado	5	1.000	42
Caudal 2	Compañía IM	132	3.036	127
Caudal 3	Buque	160	15.000	625

Especificaciones



Delimitación geográfica del estudio

Parámetros:

- Temperatura
- Salinidad
- Densidad
- Calor específico

ZONA NORTE

- Iquique



ZONA CENTRO

- Valparaíso/Talcahuano



ZONA SUR

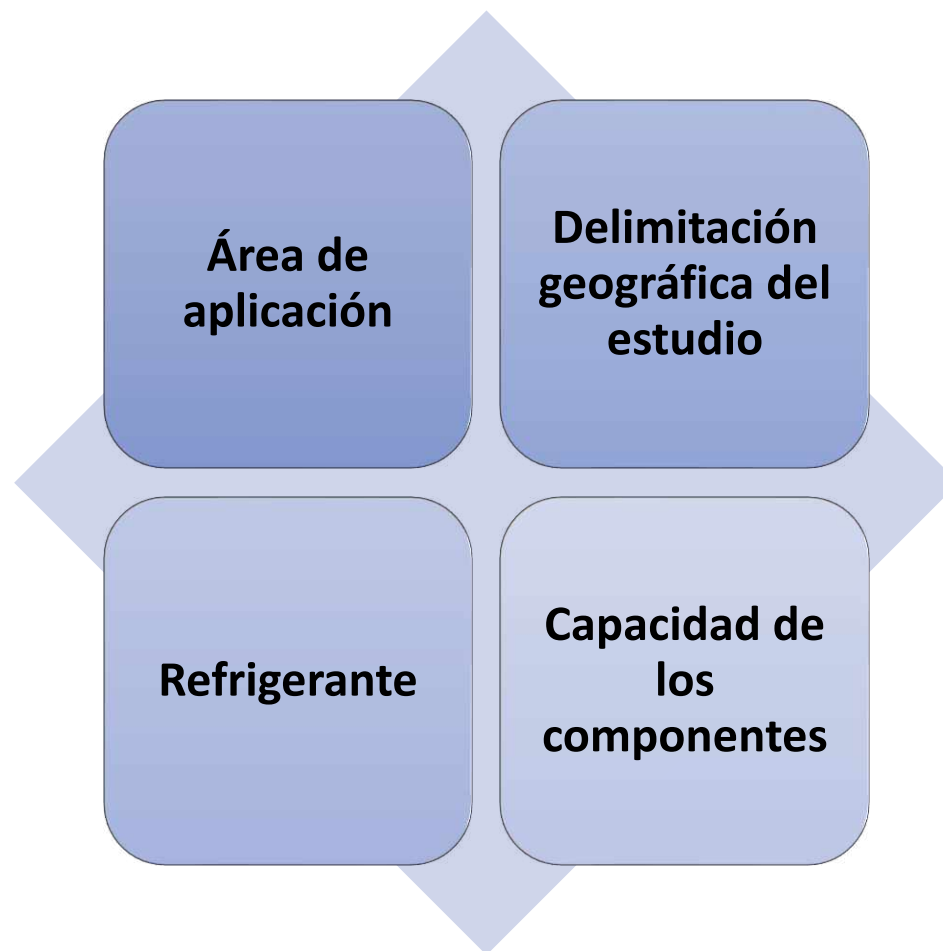
- Punta Arenas



Delimitación geográfica del estudio

ZONA	PUERTOS	TEMPERATURA [°C]	SALINIDAD [PSU]	DENSIDAD [kg/m ³]	CALOR ESPECÍFICO [kJ/(°C*kg)]
Norte	Iquique	15,23	34,86	1025,09	3,89
Centro	Valparaíso/Talcahuano	13,74	33,97	1025,53	3,89
Sur	Punta Arenas	8,58	32,95	1025,53	3,90

Especificaciones



Refrigerante



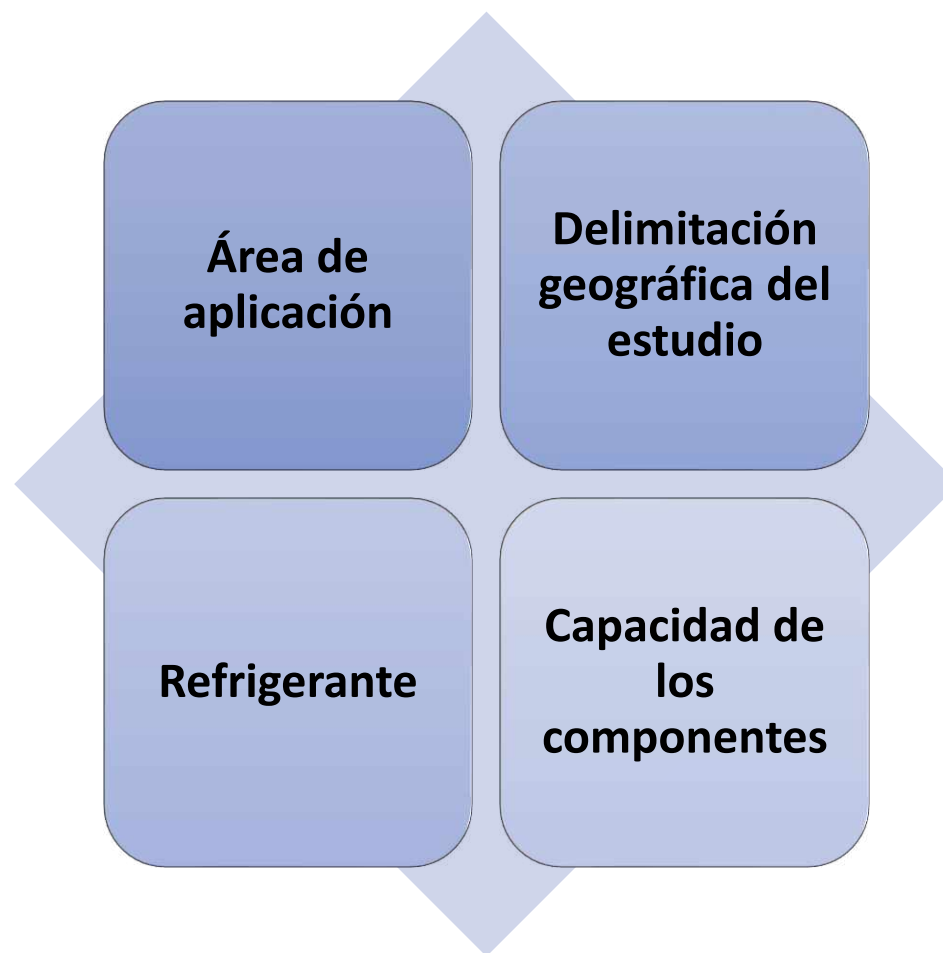
Clasificación A1

- Se utiliza a medias y a altas temperaturas

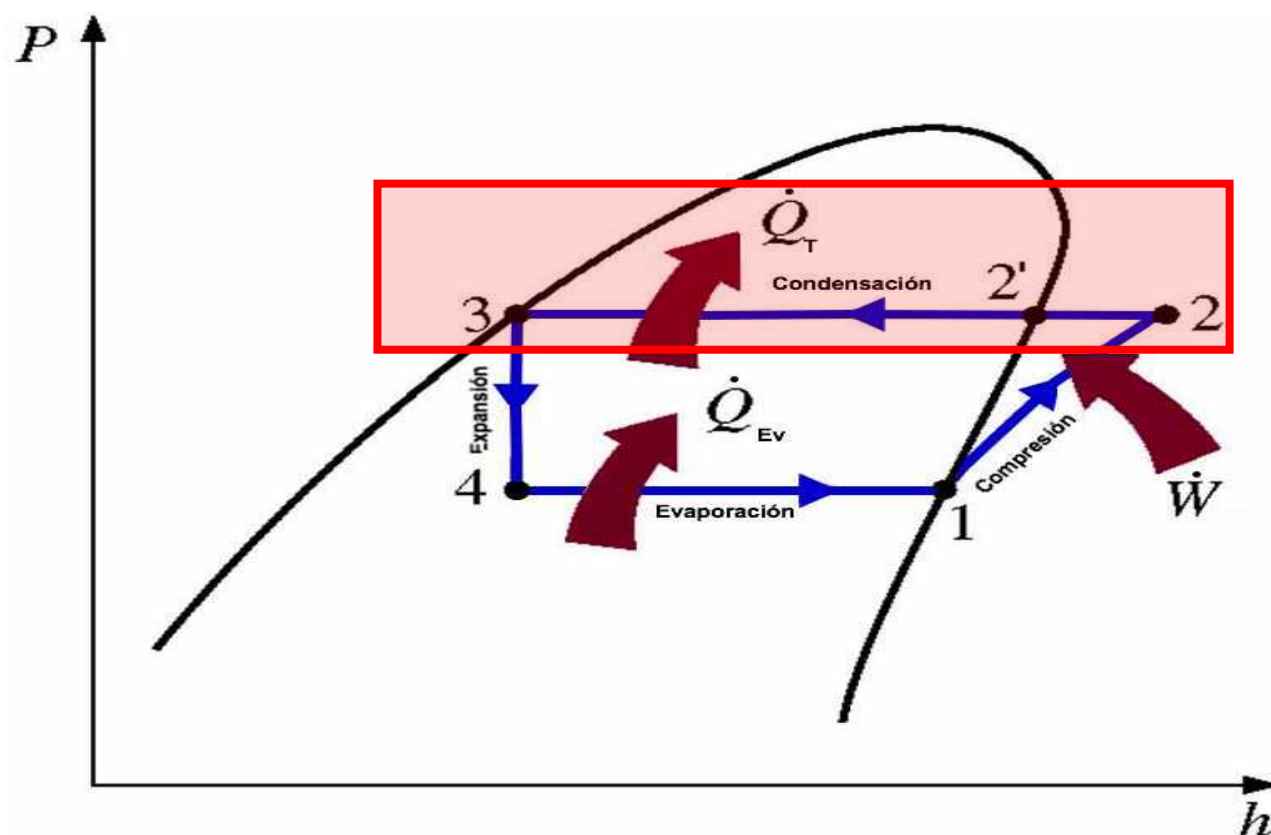
Se utiliza en bombas de calor

(Johnsen's, 2017)

Especificaciones



Capacidad de los componentes



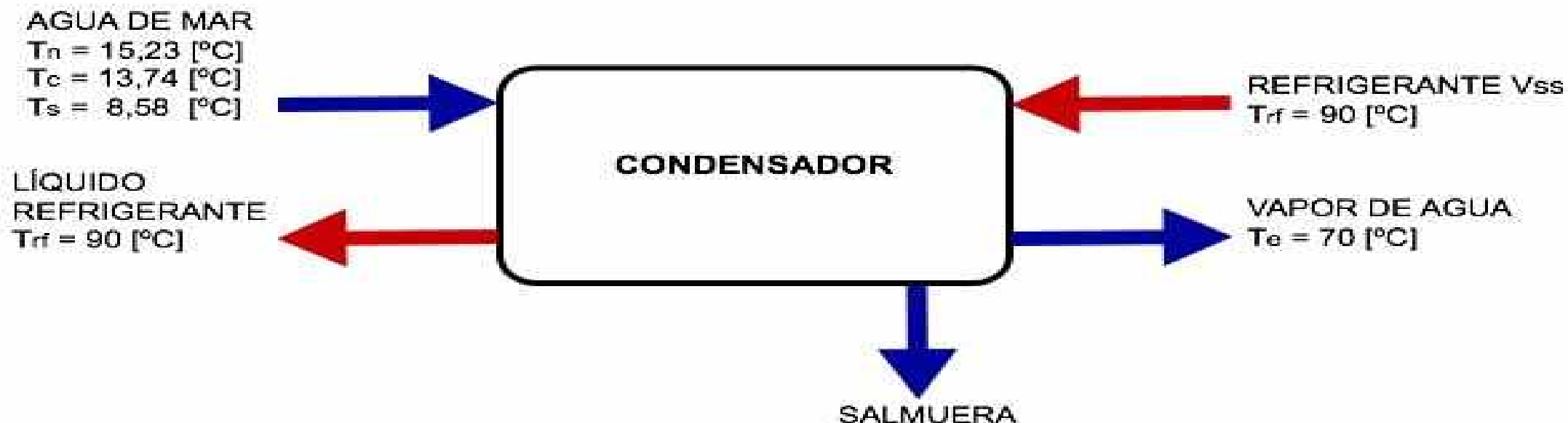
CONDENSADOR

$$\dot{Q}_T = \dot{Q}_S + \dot{Q}_L$$

$$\dot{Q}_S = \dot{m} * c * (T_f - T_i)$$

$$\dot{Q}_L = \dot{m} * h_{fg}$$

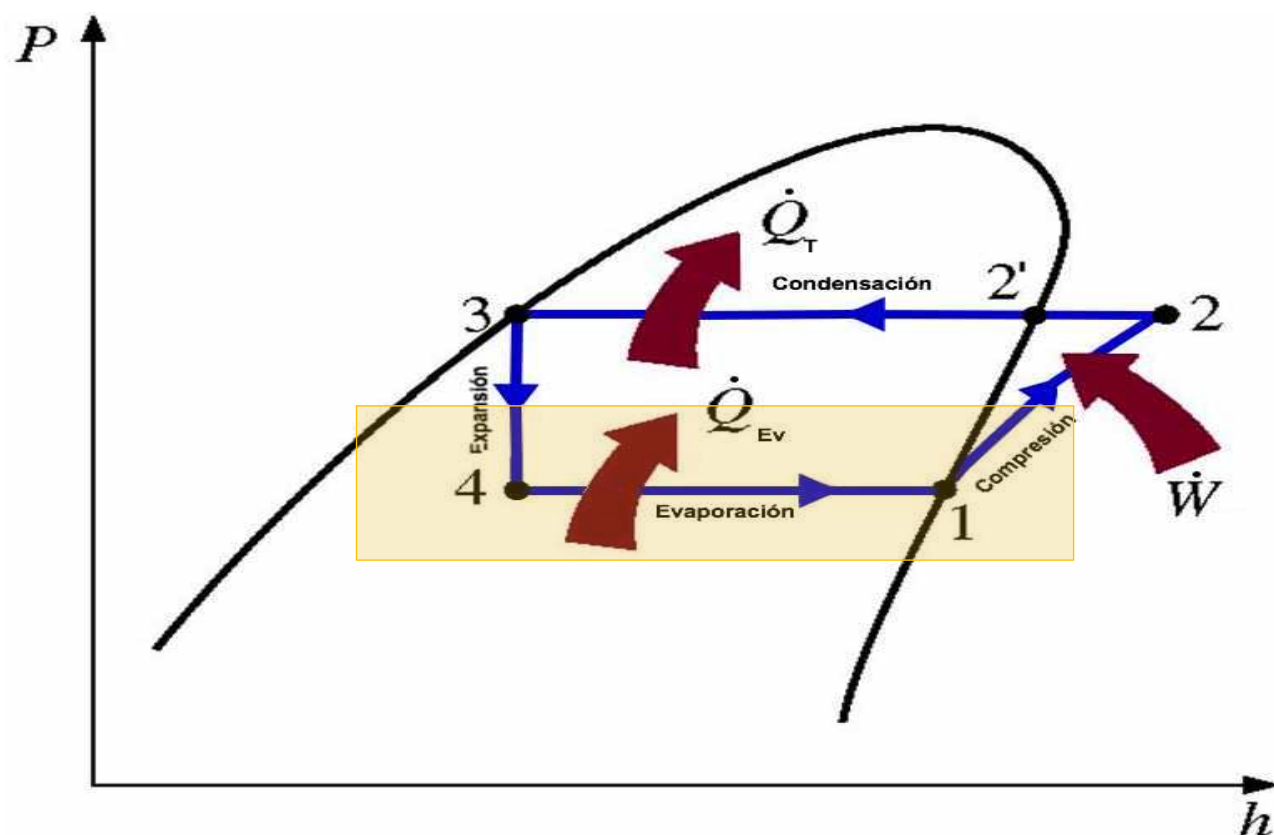
Capacidad de los componentes



Capacidad de los componentes

CASOS	ZONA GEOGRÁFICA	Q_s [KW]	Q_L [KW]	Q_T [KW]
Faro habitado	Norte	2,64	28,88	31,52
	Centro	2,71	28,87	31,58
	Sur	2,96	28,84	31,80
Compañía IM	Norte	7,98	87,34	95,31
	Centro	8,19	87,30	95,48
	Sur	8,95	87,21	96,16
Buque	Norte	39,25	429,81	469,07
	Centro	40,30	429,61	469,91
	Sur	44,06	429,16	473,23

Capacidad de los componentes



EVAPORADOR

$$\dot{Q}_{Ev} = \dot{m}_{RF} * (h_1 - h_4)$$

$$\dot{m}_{RF} * h_{2'-3} = \dot{Q}_T$$

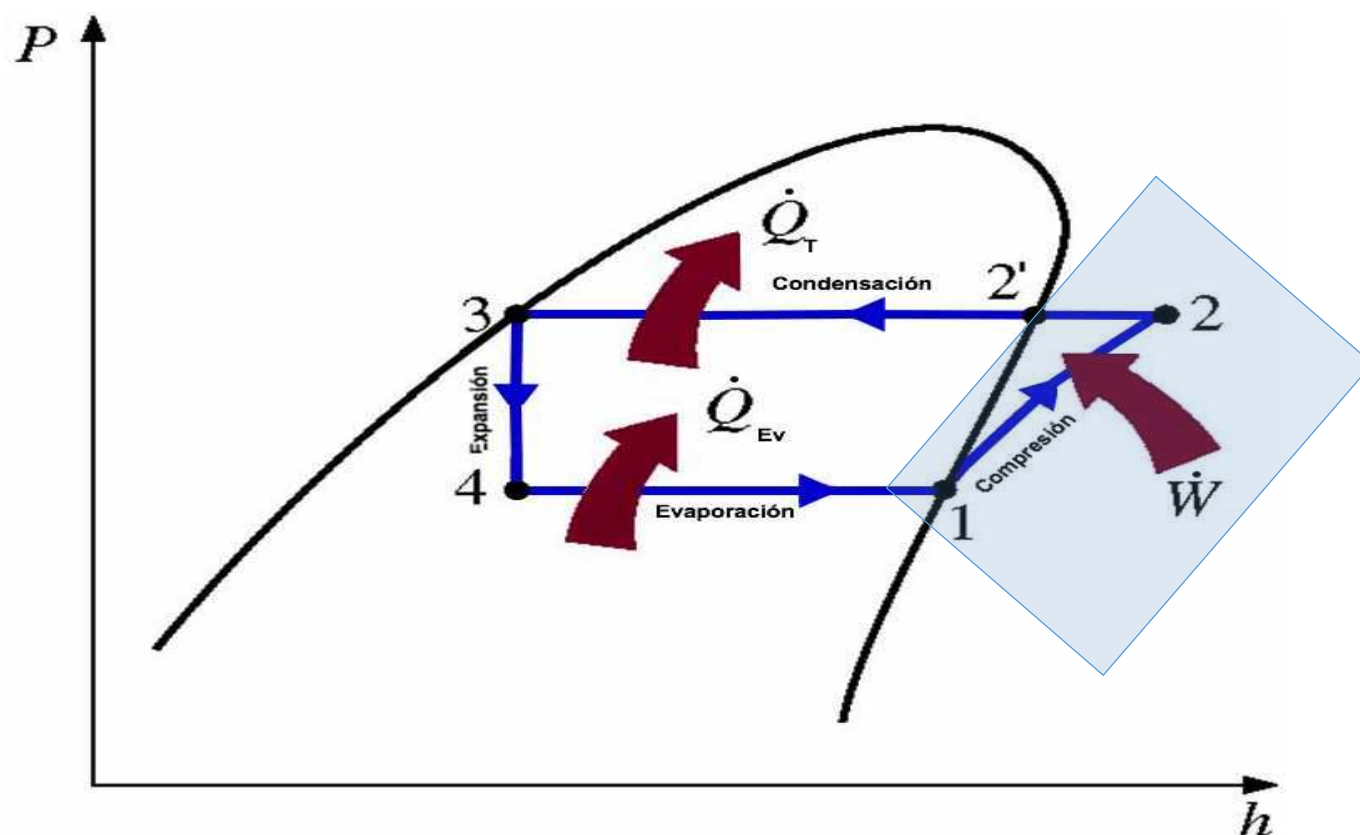
Capacidad de los componentes



Capacidad de los componentes

CASOS	ZONA GEOGRÁFICA	Q_{EV} [KW]
Faro habitado	Norte	23,50
	Centro	23,54
	Sur	23,71
Compañía IM	Norte	71,07
	Centro	71,19
	Sur	71,70
Buque	Norte	349,73
	Centro	350,36
	Sur	352,84

Capacidad de los componentes



COMPRESOR

$$\dot{Q}_T = \dot{Q}_{Ev} + \dot{W}$$

$$COP = \frac{Q_T}{W}$$

Capacidad de los componentes

CASOS	ZONA	CAUDAL q_f [L/h]	Q_T [KW]	Q_{EV} [KW]	W[KW]
Faro habitado	NORTE	42	31,52	23,50	8,02
	CENTRO		31,58	23,54	8,03
	SUR		31,80	23,71	8,09
Compañía IM	NORTE	127	95,31	71,07	24,25
	CENTRO		95,48	71,19	24,29
	SUR		96,16	71,70	24,46
Buque	NORTE	625	469,07	349,73	119,33
	CENTRO		469,91	350,36	119,54
	SUR		473,23	352,84	120,39

Capacidad estandarizada de los componentes

CASOS	CAUDAL q_f [L/h]	Q_T [KW]	Q_{EV} [KW]	W[KW]	COP
Faro habitado	42	32	24	10	3,93
Compañía IM	127	97	72	25	
Buque	625	475	353	120	

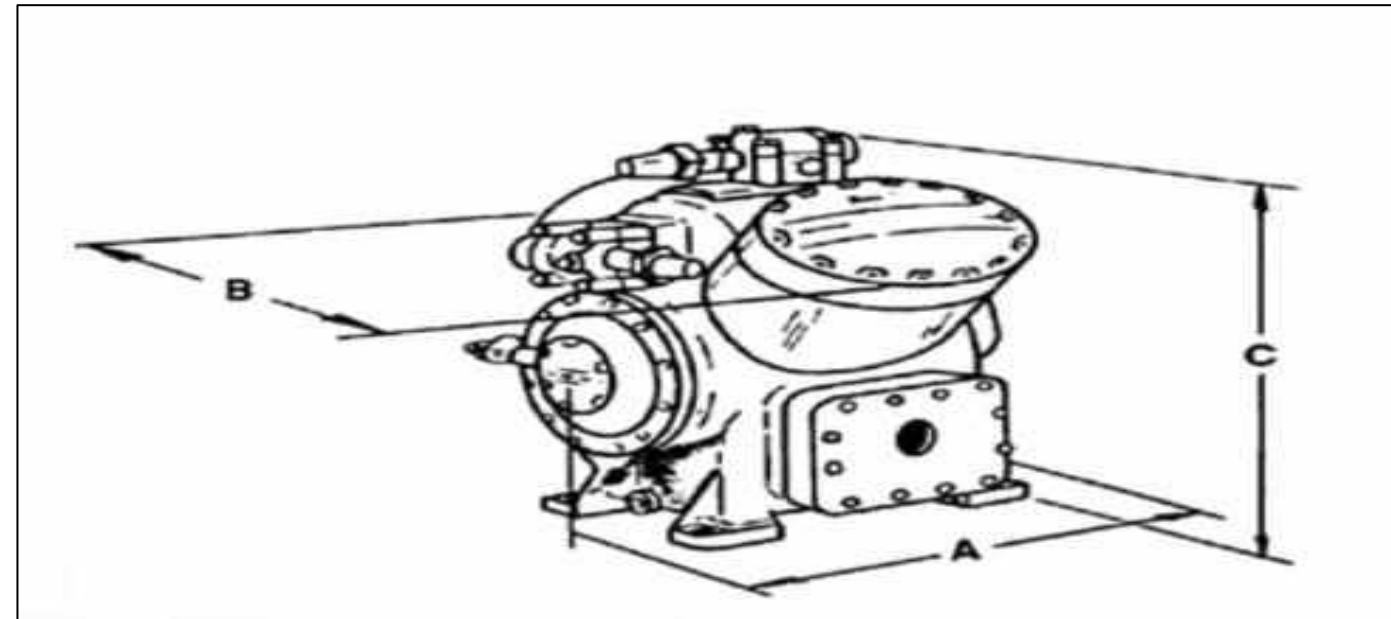
Compresor

Compresor alternativo abierto Carlyle-Carrier modelos 5F & 5H

CASOS	W [KW] Requerida	CAUDAL q_f [L/h]	W [KW]	COMPRESOR	DIMENSIONES [cm]	PESO [Kg]
Faro habitado	10	42	11	Modelo 5F40	A= 54,61 B= 48,26 C= 51,12	161
Compañía IM	25	127	29	Modelo 5H46	A= 77,47 B= 62,23 C= 73,66	277

Compresor

Compresor alternativo abierto Carlyle-Carrier modelos 5F & 5H



(United Technologies Corporation (UTC), 2017).

Compresor

Compresor de tornillo Carlyle-Carrier



CASO	CAUDAL q_f [L/h]	W [KW]	COMPRESOR	PESO [Kg]
Buque	625	136,5	Modelo 06N	380

$$W_{\text{requerida}} = 120 \text{ [KW]}$$

Condensador

CASOS	A[m ²]	Q _T [KW]
Faro habitado	1,17	32
Compañía IM	3,53	97
Buque	17,37	475

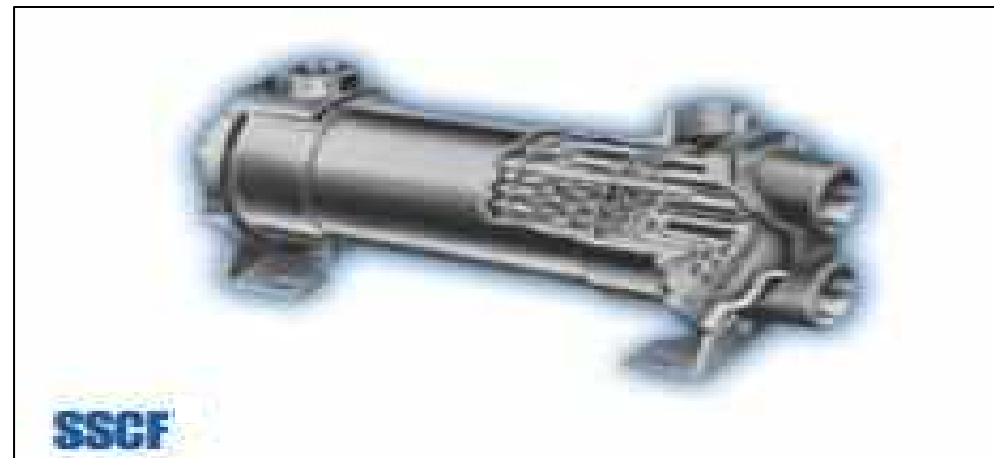
Evaporador

CASOS	A[m ²]	Q _{EV} [KW]
Faro habitado	0,28	24
Compañía IM	0,86	72
Buque	4,21	353

Condensador



Evaporador



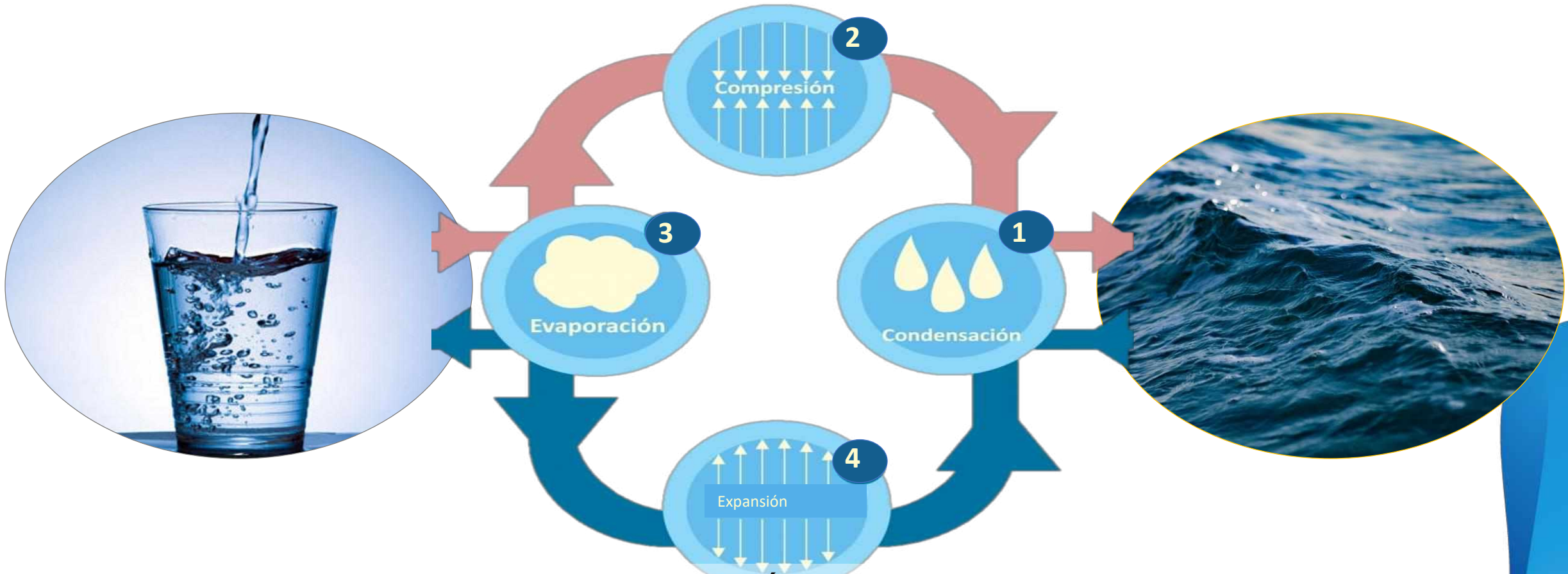
Propuesta de intercambiador de calor para emplearlo como condensador o evaporador (Standard Xchange, 2017).

1. La variación de los parámetros debido a su ubicación geográfica no afecta, de forma significativa, la potencia requerida por la bomba de calor para desalinizar un determinado caudal de agua, por lo que se puede utilizar el mismo diseño conceptual a lo largo de toda la costa del país.
2. No es posible determinar que el diseño conceptual propuesto, constituya un sistema más o menos adecuado que las plantas de osmosis inversa o evaporadores que existen a bordo de las unidades de la Armada de Chile.

3. Teóricamente se puede concluir que, el sistema de desalinización utilizando una bomba de calor es más eficiente que otro sistema de desalinización por evaporación, debido a que su coeficiente de desempeño igual a 3,93 es mayor al de cualquier otro sistema térmico, ya que estos poseen una eficiencia menor a uno.
4. Según los parámetros y requisitos establecidos para el diseño conceptual propuesto, se establece que, es posible utilizar compresores, condensadores y evaporadores comerciales como componentes básicos de la bomba de calor.

6. Finalmente, a través del diseño conceptual establecido, se concluye que la tecnología de la bomba de calor es aplicable a un sistema de desalinización de agua de mar, considerando las condiciones y propiedades que posee el mar en las zonas estudiadas de Chile.

TÉRMINO DE LA PRESENTACIÓN



LESLIE DÍAZ HEYSER
TENIENTE SEGUNDO LT
ARMADA DE CHILE



Colombia
mar 2019