

Las transparencias son el material de apoyo del profesor para impartir la clase. No son apuntes de la asignatura. Al alumno le pueden servir como guía para recopilar información (libros, ...) y elaborar sus propios apuntes

Departamento: Ingeniería Eléctrica y Energética
 Área: Máquinas y Motores Térmicos

CARLOS J RENEDO renedoc@unican.es
 Despachos: ETSN 236 / ETSIIT S-3 28
<http://personales.unican.es/renedoc/index.htm>
 Tlfn: ETSN 942 20 13 44 / ETSIIT 942 20 13 82

- Introducción
- Panorama Energético Nacional
- Algunas “Curiosidades”
- Las EERR en la Unión Europea
- Visión de las Energías Renovables
- Búsqueda de Información Científica
- Energías de las Olas, Mareas y Corrientes
- Tecnologías de Aprovechamiento
- Turbinas Hidráulicas
- **Energía Térmica Marina**
- Velas
- Algas Marinas

Parte 1ª

Parte 2ª

Parte 3ª

Parte 4ª

Parte 5ª

Parte 6ª

Parte 7ª

Parte 8ª

Virtual

Virtual

Fundamento Teórico

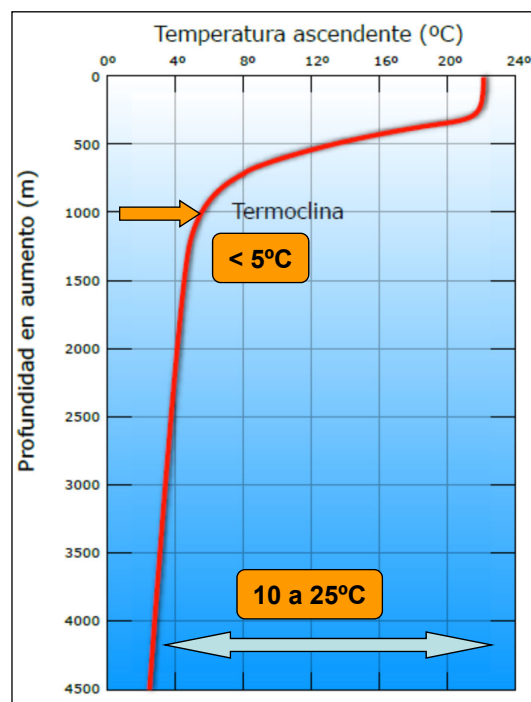
El agua del mar tiene un calor específico más alto que la tierra

- Necesita más calor para calentarse o enfriarse
- Se calienta y se enfría más lentamente

En la tierra la radiación solar se queda casi toda en la superficie

En el agua del mar la radiación solar penetra, alcanzando una profundidad promedio de 100m

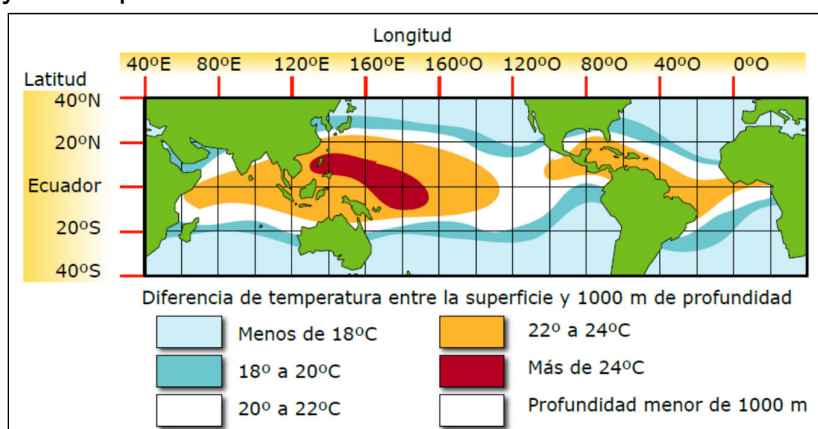
- Al profundizar en el mar la radiación decrece, y la temperatura disminuye, estando el agua térmicamente estratificada



Fundamento Teórico

Al rededor de los trópicos la radiación solar puede calentar el agua superficial hasta 28°C

Para el aprovechamiento de la energía maremotérmica se requiere tener un gradiente térmico mayor de 20°C . esto sólo es posible en las regiones ecuatoriales y subtropicales



Fundamento Teórico

Caribe y América Latina	Diferencia de T ^a (0- 1000 m de profundidad)	Distancia (km)
Bahamas	20-22	15
Barbados	22	1-10
Cuba	22-24	1
Dominica	22	1-10
Dominican Republic	21-24	1
Granada	27	1-10
Haiti	21-24	1
Jamaica	22	1-10
Saint Lucia	22	1-10
Saint Vincent and the Grenadines	22	1-10
Trinidad y Tobago	22-24	10
U.S. Virgin Islands	21-24	1

Fundamento Teórico

Africa	Diferencia de T ^a (0- 1000 m de profundidad)	Distancia (km)
Benin	22-24	25
Gabon	20-22	15
Ghana	22-24	25
Kenya	20-21	25
Mozambique	18-21	25
São Tomé and Príncipe	22	1-10
Somalia	18-20	25
Tanzania	20-22	25

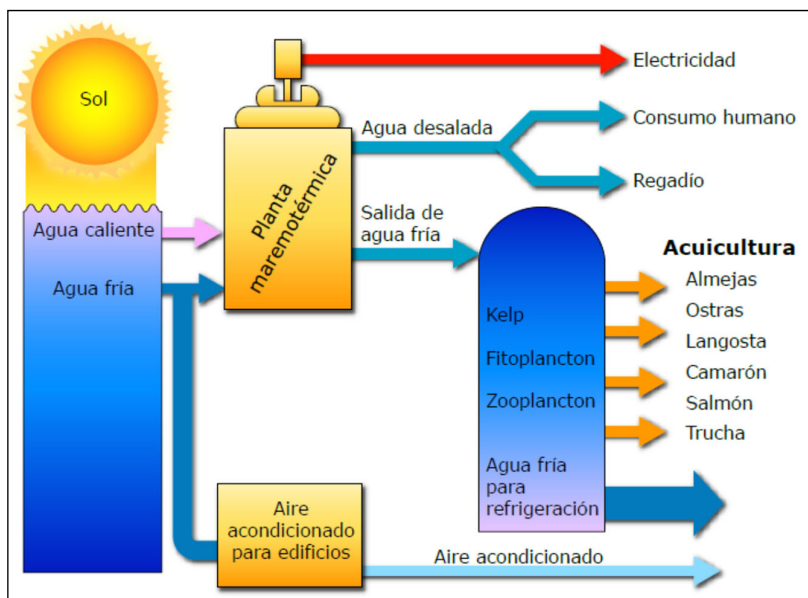
Fundamento Teórico

India y Océano Pacífico	Diferencia de T ^a (0- 1000 m de profundidad)	Distancia (km)
Comoros	20-25	1-10
Cook Islands	21-22	1-10
Fiji	22-23	1-10
Guam	24	1
Kiribati	23-24	1-10
Maldives	22	1-10
Mauritius	20-21	1-10
New Caledonia	20-21	1-10
Pacific Islands Trust Territory	22-24	1
Philippines	22-24	1
Samoa	22-23	1-10
Seychelles	21-22	1
Solomon Islands	23-24	1-10
Vanuatu	22-23	1-10

7

Fundamento Teórico

Usos de la Energía Térmica Marina



8

Fundamento Teórico

Estimación para una planta flotante de 10 MW

Distancia a la costa, km	Costos de capital, €/kW	Costo de la energía €/kWh
10	4.200	0,07
50	5.000	0,08
100	6.000	0,10
200	8.100	0,13
300	10.200	0,17
400	12.300	0,22

9

Historia de los Sistemas Maremotérmicos

El primer documento que hace referencia al uso de la diferencias de temperatura de los océanos para producir electricidad es la obra del escritor francés **Julio Verne** (1828-1905) "**Veinte mil leguas de viaje submarino**", publicada en 1870



Once años más tarde, en 1881, **Jacques Arsene D'Arsonval**, un físico francés, propuso el **aprovechamiento del calor** relativo (24 a 30°C) de la **superficie del agua** de los océanos tropicales **para vaporizar amoníaco** presurizado a través de un intercambiador de calor (es decir, un evaporador) y usar el vapor resultante para **accionar** una **turbina acoplada a un generador**. El agua fría del océano transportada a la superficie desde 800 m a 1.000 m de profundidad, con un rango de 8 a 4°C, condensaría el vapor de amoníaco a través de otro intercambiador de calor

10

Historia de los Sistemas Maremotérmicos

En 1926, **Georges Claude** (1870-1960), **propuso** el uso del **agua del océano como fluido de trabajo**. En el ciclo **el agua** de la superficie es **evaporada súbitamente en una cámara de vacío**. El vapor a baja presión resultante se utiliza para accionar una turbina acoplada a un generador

En **1930** en **Matanzas, Cuba**, se construyó una pequeña **planta** de 22 kW, ubicada **en tierra**. La planta la planta funcionó durante once días, hasta que la conducción de agua fría fue destruida por una tempestad, no logró alcanzar una producción neta de potencia

Posteriormente diseñó una planta flotante de 2,2 MW para producir 2.000 toneladas de hielo para la ciudad de **Río de Janeiro**

En 1933, montó su planta en un barco mercante ("La Tunisie"), fondeado a 100 km. de la costa. Fracasó en sus numerosos intentos de instalar la tubería vertical requerida para transportar el agua de las profundidades

11

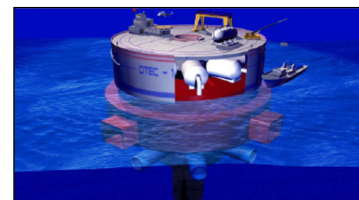
Historia de los Sistemas Maremotérmicos

En **1939** la empresa francesa **Société Energie des ers** propuso la construcción de una central maremotérmica de dos ciclos abiertos (3,5 MW cada uno), en tierra firme de **Abidjan, Costa de Marfil**. Para aprovechar un gradiente térmico de 20°C, se proyectó una tubería de agua fría de 4 km de longitud. No resulto rentable y el proyecto fue abandonado en 1958



A finales de los **años sesenta** se presentaron, por parte de empresas y universidades americanas, proyectos de centrales de ciclo cerrado, flotantes y de gran potencia. Sin embargo, los proyectos se abandonaron

- La empresa **Lockheed**, proyectó la instalación de una central de 160 MW
- La empresa **T.R.W.** una central de 100 MW



Historia de los Sistemas Maremotérmicos

En **1979** se montó en una **barcaza** una pequeña planta de ciclo abierto denominada **Mini-OTEC**, en la costa occidental de **Hawai**, que produjo 50 kW de potencia bruta, con una producción neta de 18 kW



Posteriormente, en **1982**, unas **plantas instaladas en tierra firme** por un consorcio de compañías **japonesas**, con una potencia bruta de 100 kW, funcionó en la isla de **Nauru**



Operaron unos pocos meses. Sin embargo, eran demasiado pequeñas para extrapolar los resultados a sistemas comerciales de mayor tamaño

13

Historia de los Sistemas Maremotérmicos

El siguiente paso, fue en el año **1993** con la instalación en **Hawaii** de una pequeña planta experimental en tierra

La instalación fue diseñada trabajar con un gradiente térmico de 20°C (6 a 26°C), y tenía un turbo grupo generador de 210 kW



La planta experimental operó con éxito durante seis años. La proporción más alta de producción lograda fue de 255 kW (brutos) con una potencia neta correspondiente de 103 kW

14

Historia de los Sistemas Maremotérmicos

En **1999** se iniciaron los estudios, por parte de la Universidad de Saga (**Japón**) y NIOT (**India**), para la instalación de una planta maremotérmica experimental de 1 MW de potencia bruta en la India

La planta fue instalada en el año 2000 **en un barco**, de nombre Sagar Shakthi, fondeado a 35 km de Tiruchendur, en el sureste de la India

La planta fue diseñada para operar con un gradiente térmico de 22°C, extrayendo agua fría (7°C) desde 1.000 m. de profundidad mediante una tubería de 0,88 m de diámetro

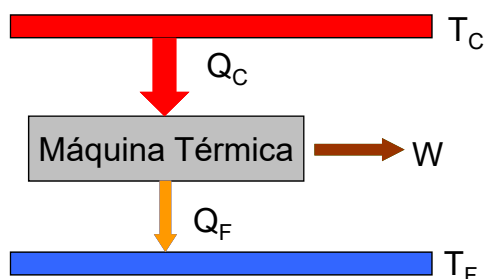
La planta ha estado operativa hasta el 2002



Sistema C.E.T.O. (Ocean Thermal Energy Conversion)

Conversión de la Energía Térmica del Océano

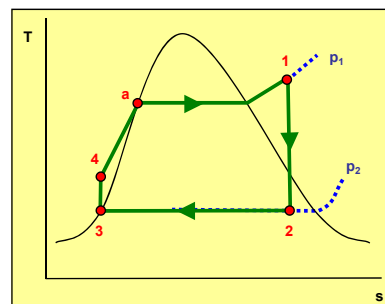
Este sistema se basa en una máquina térmica diseñada para funcionar con diferencias de temperatura entre el foco caliente y el frío de alrededor de 20°C



Sistema C.E.T.O. (Ocean Thermal Energy Conversion)

Emplea un ciclo de potencia de vapor, tipo Rankine

Como las temperaturas en el evaporador y el condensador son bajas, se debe escoger un fluido de trabajo cuya presión de vapor sea bastante grande a esas temperaturas (5 y 25°C)



- El propano (C₃H₈) tiene unas presiones de vapor de alrededor de 5,5 y 9,5 atm
- El amoniaco (NH₃) tiene unas presiones de vapor de 5,2 atm y 10,3 atm

$$\eta_C = 1 - \frac{T_{FF}}{T_{FC}} = 1 - \frac{273 + 5}{273 + 30} = 8,2\%$$

El rendimiento termodinámico es muy bajo

- Requiere gran cantidad de agua (tamaño)
- Debe consumir poca energía auxiliar

Al no utilizar combustible, el rendimiento energético es grande

17

Sistema C.E.T.O. (Ocean Thermal Energy Conversion)

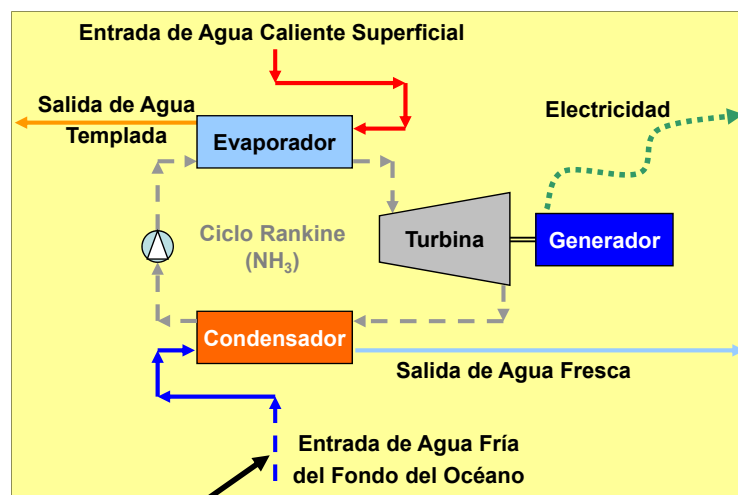
Sistema Cerrado

El agua de la superficie se succiona hacia un intercambiador en donde se evapora el fluido de trabajo

El vapor pasa por una turbina (acciona un generador eléctrico) y penetra en el condensador según un Ciclo Rankine

El agua fría se bombea de las profundidades mediante una tubería telescópica, se emplea para enfriar el fluido de trabajo en el condensador

El condensado se bombea hasta el evaporador para reiniciar el ciclo



Tubería aislada para que no se caliente el agua del fondo al ascender

18

Sistema C.E.T.O. (Ocean Thermal Energy Conversion)

Fluidos Secundarios

	Tc (°C)	Pc (MPa)	Ps a 300K (MPa)	Ps a 400K (MPa)	Masa Molecular
Agua	374	22,09	0,0035	0,2456	18
Amoniaco	133	11,63	1,061	10,3	17
Propano	97	4,24	0,9935	-	44

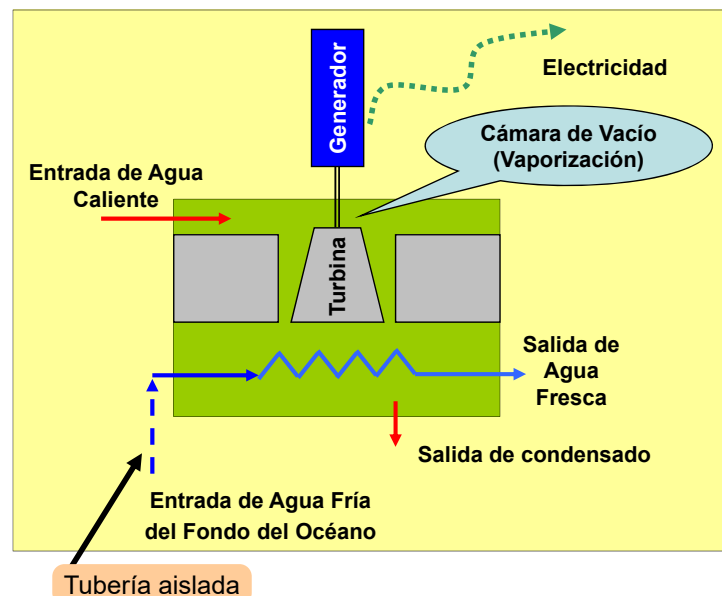
19

Sistema C.E.T.O. (Ocean Thermal Energy Conversion)

Sistema Abierto (Flash)

El fluido termodinámico es el propio agua que se puede vaporizar en una cámara de vacío; el agua caliente de la superficie entra por la parte superior, a través de unos orificios, y se convierte en un vapor húmedo a baja presión

El vapor húmedo forma una corriente central, mientras que una película de agua desciende lamiendo las paredes; este vapor se separa del líquido en la sección inferior, de forma que a la turbina se lleve únicamente vapor saturado seco

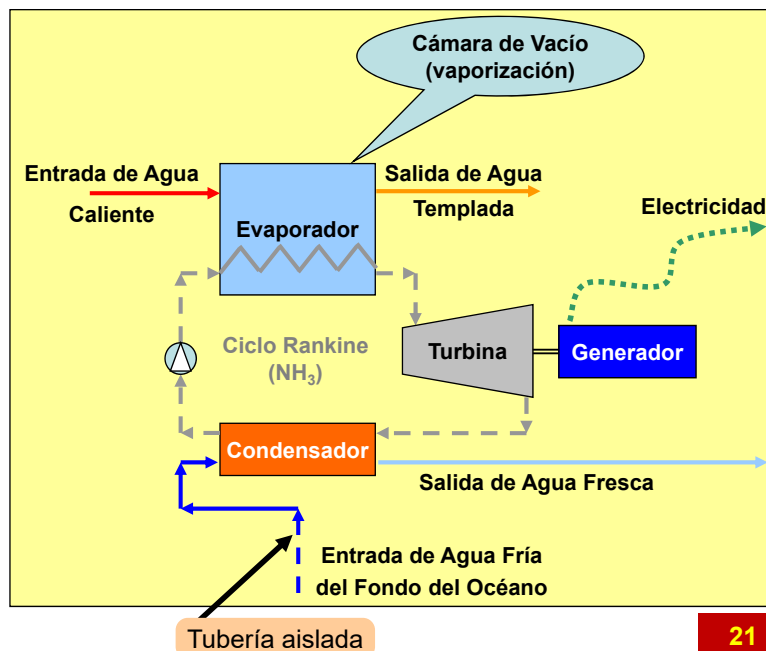


20

Sistema C.E.T.O. (Ocean Thermal Energy Conversion)

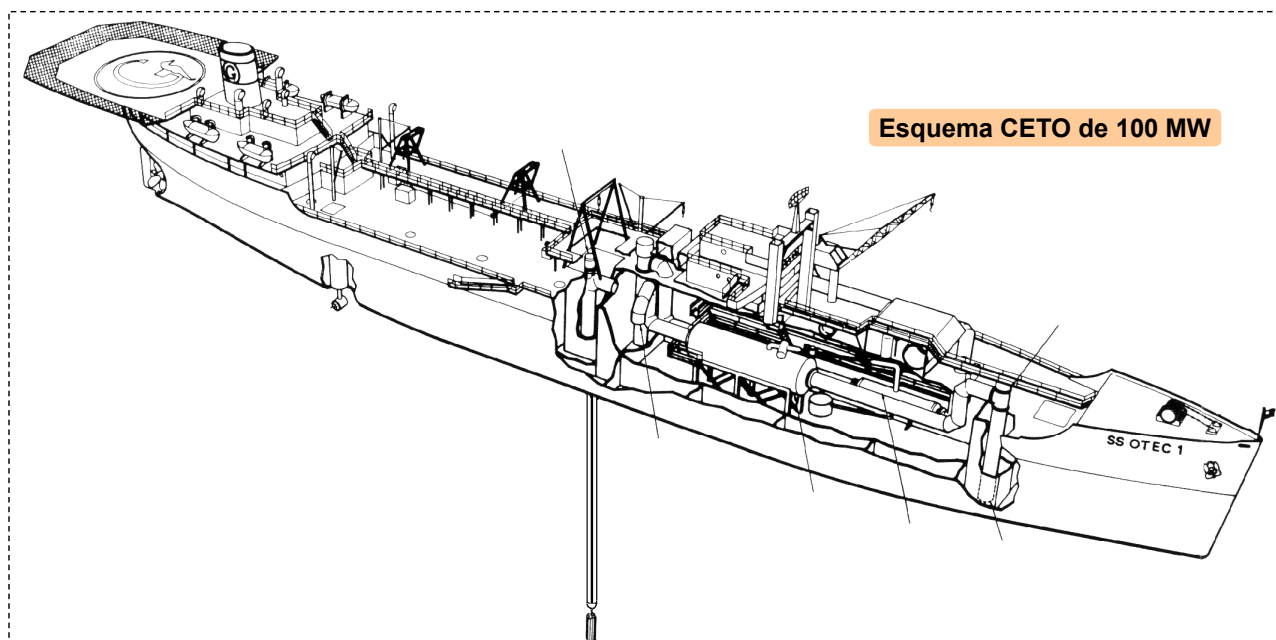
Sistema Híbrido

Mezcla de los dos anteriores sistemas



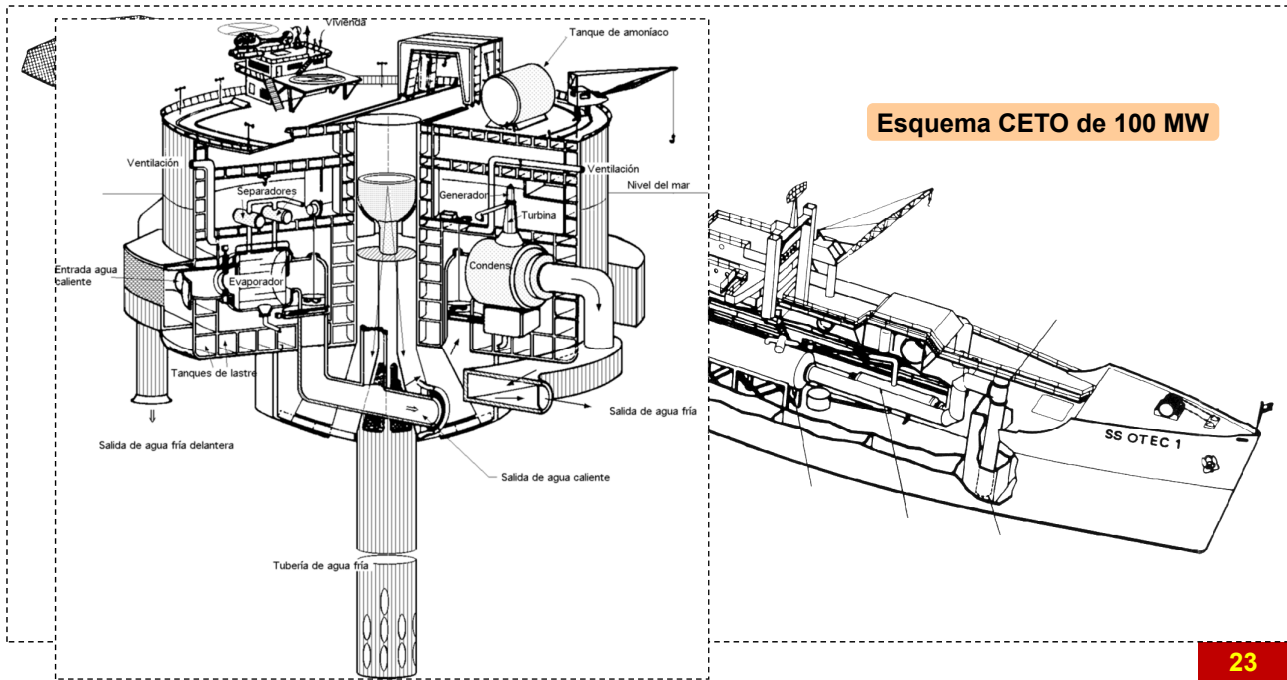
21

Sistema C.E.T.O. (Ocean Thermal Energy Conversion)



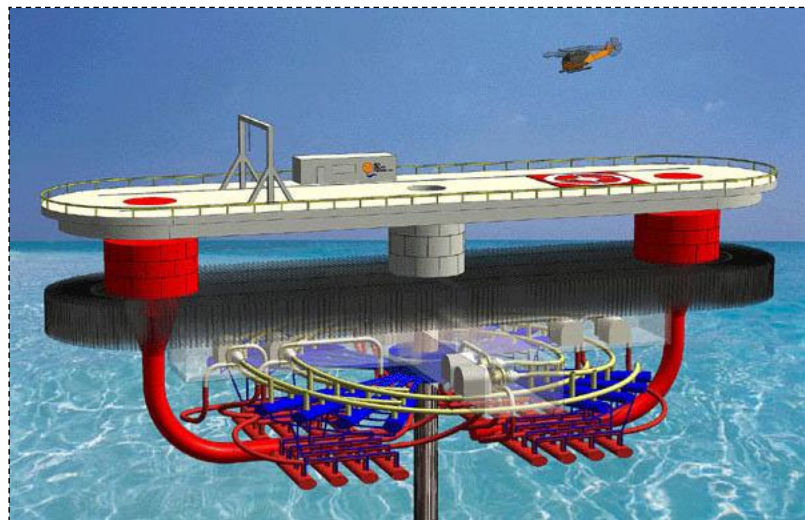
22

Sistema C.E.T.O. (Ocean Thermal Energy Conversion)



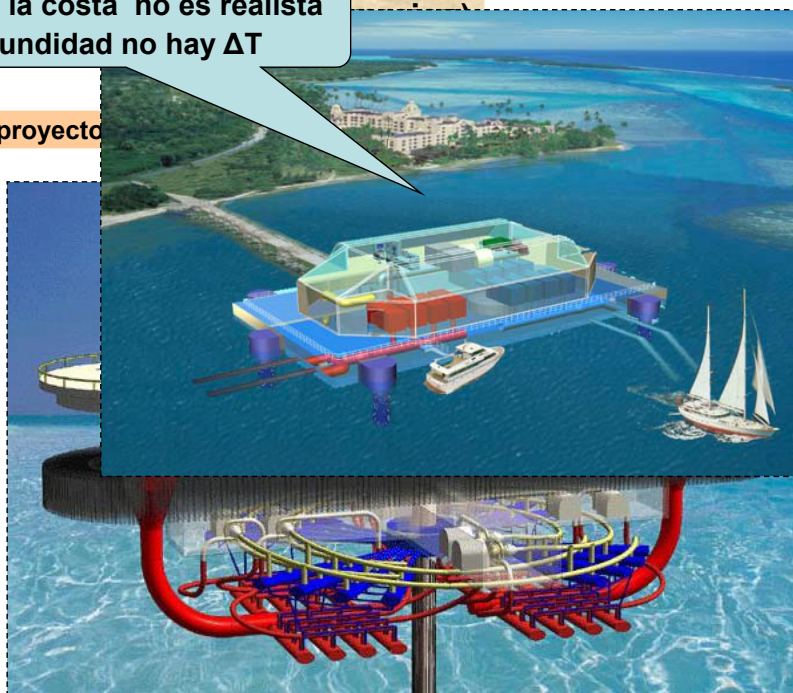
Sistema C.E.T.O. (Ocean Thermal Energy Conversion)

Esquemas y diseños de proyectos

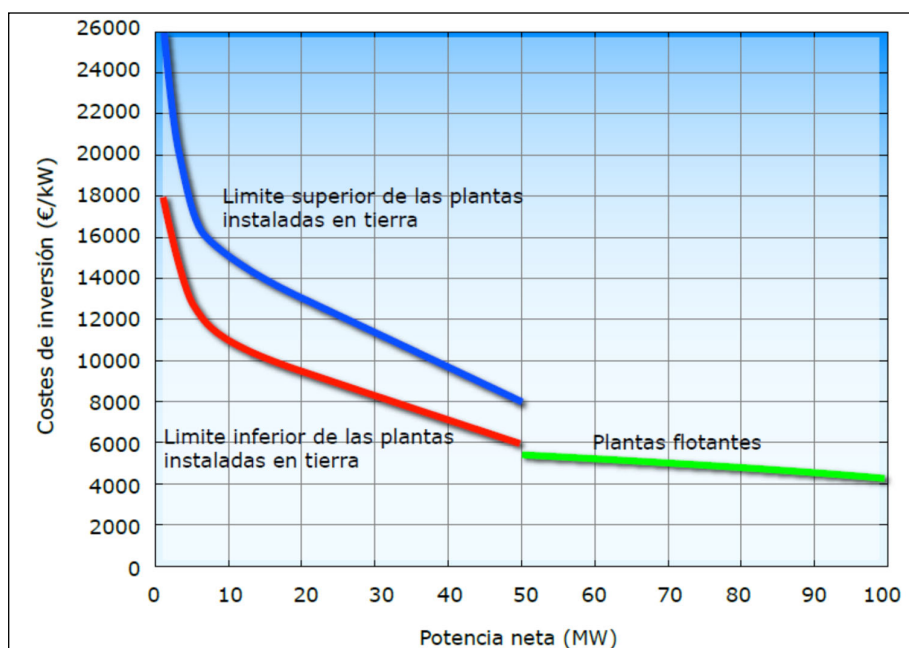


Sistema C.E.T.O. Ubicarlo en la costa no es realista sin profundidad no hay ΔT

Esquemas y diseños de proyecto

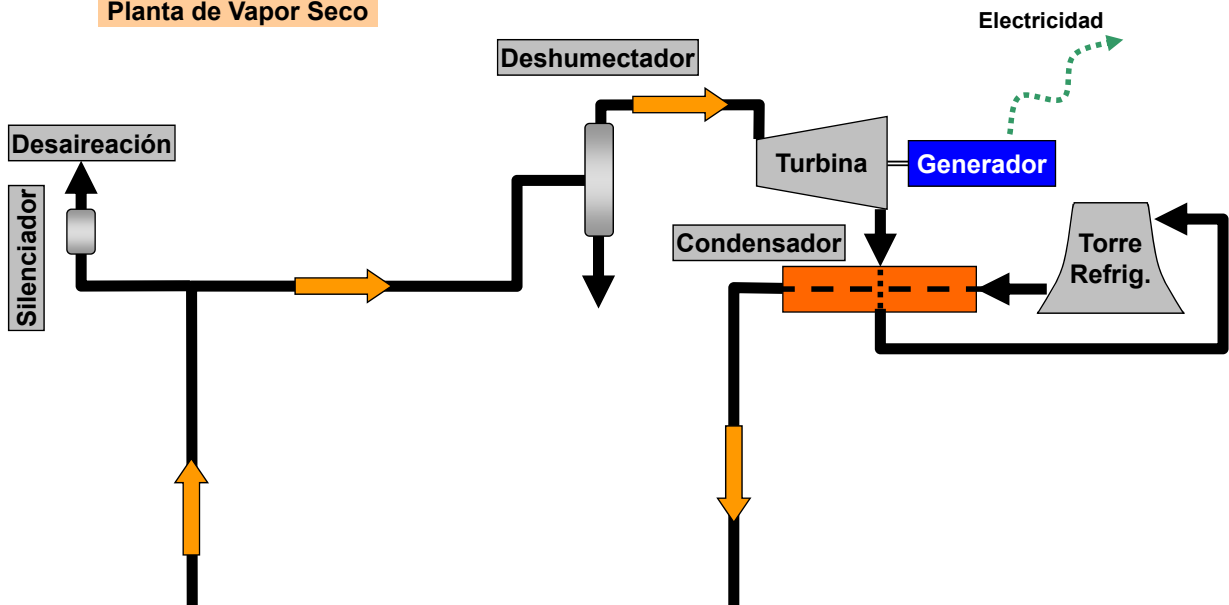


Sistema C.E.T.O. (Ocean Thermal Energy Conversion)



Fuentes Termales a alta T^a

Planta de Vapor Seco

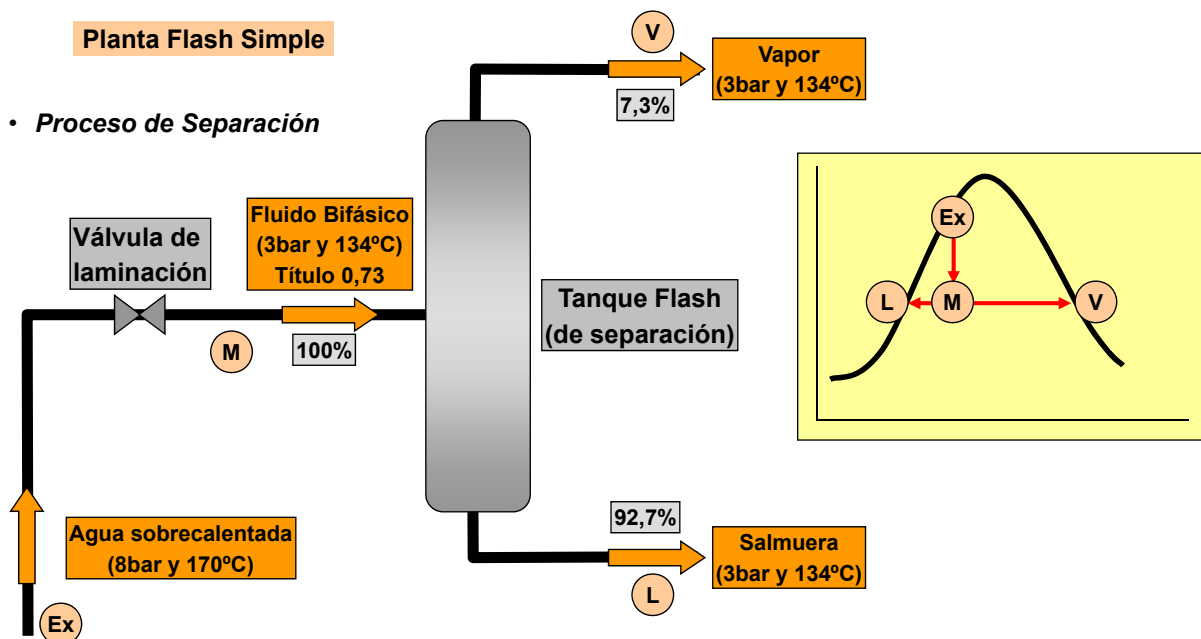


27

Fuentes termales a alta T^a

Planta Flash Simple

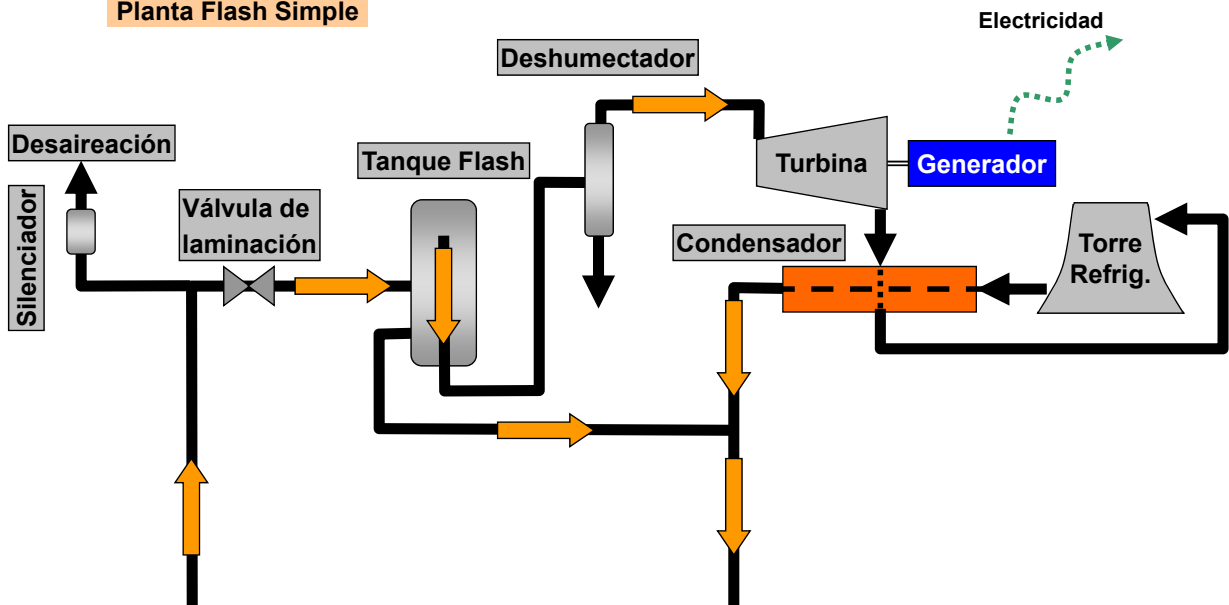
• Proceso de Separación



28

Fuentes termales a alta T^a

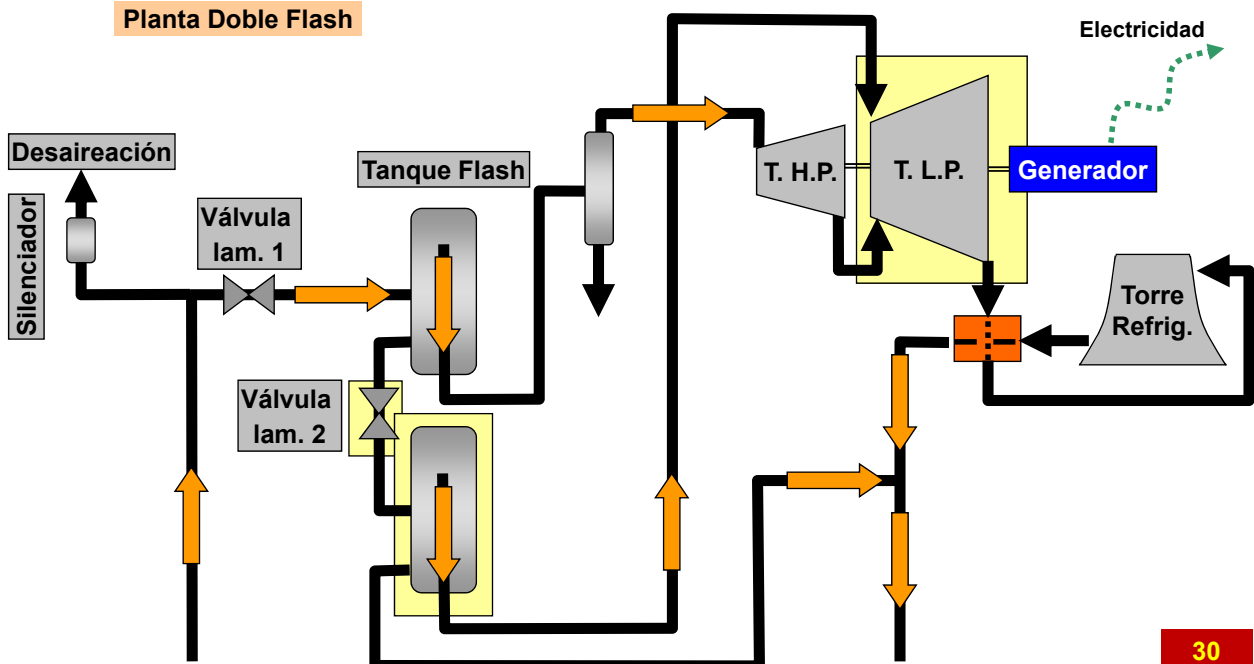
Planta Flash Simple



29

Fuentes termales a alta T^a

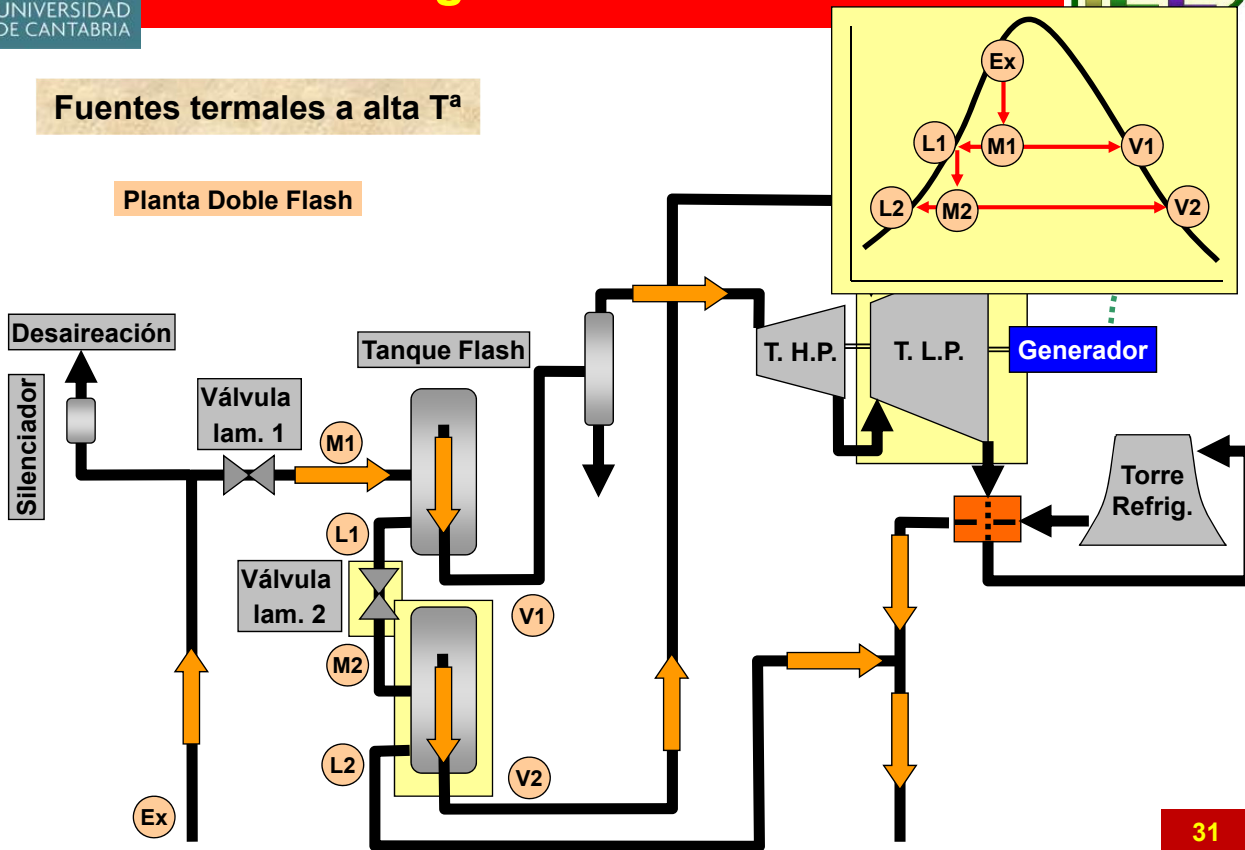
Planta Doble Flash



30

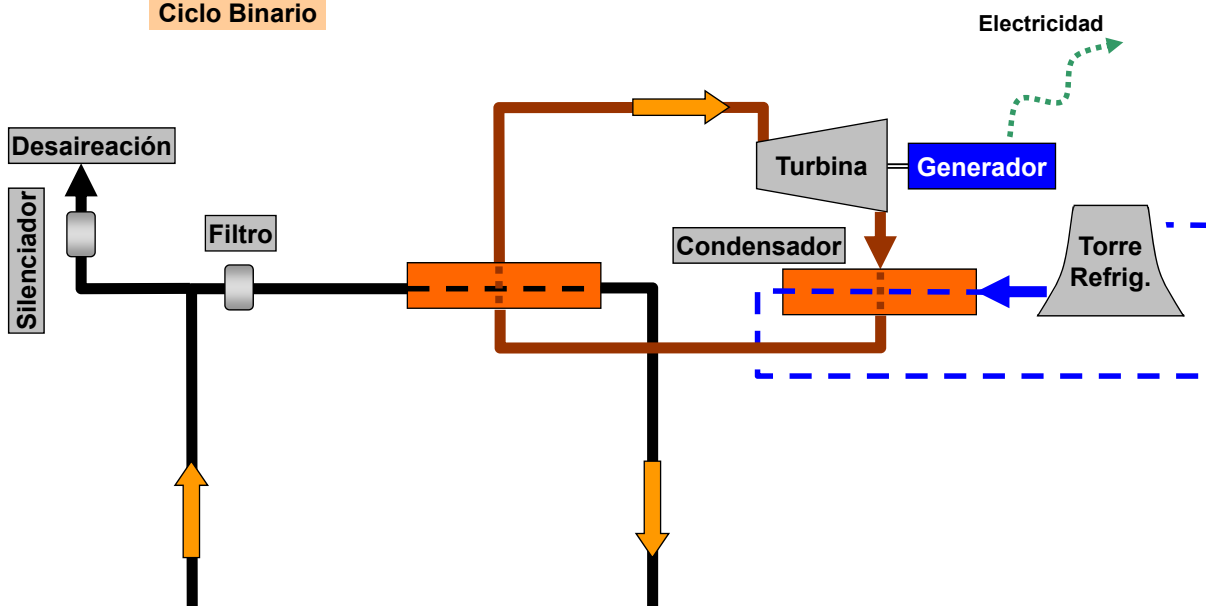
Fuentes termales a alta T^a

Planta Doble Flash



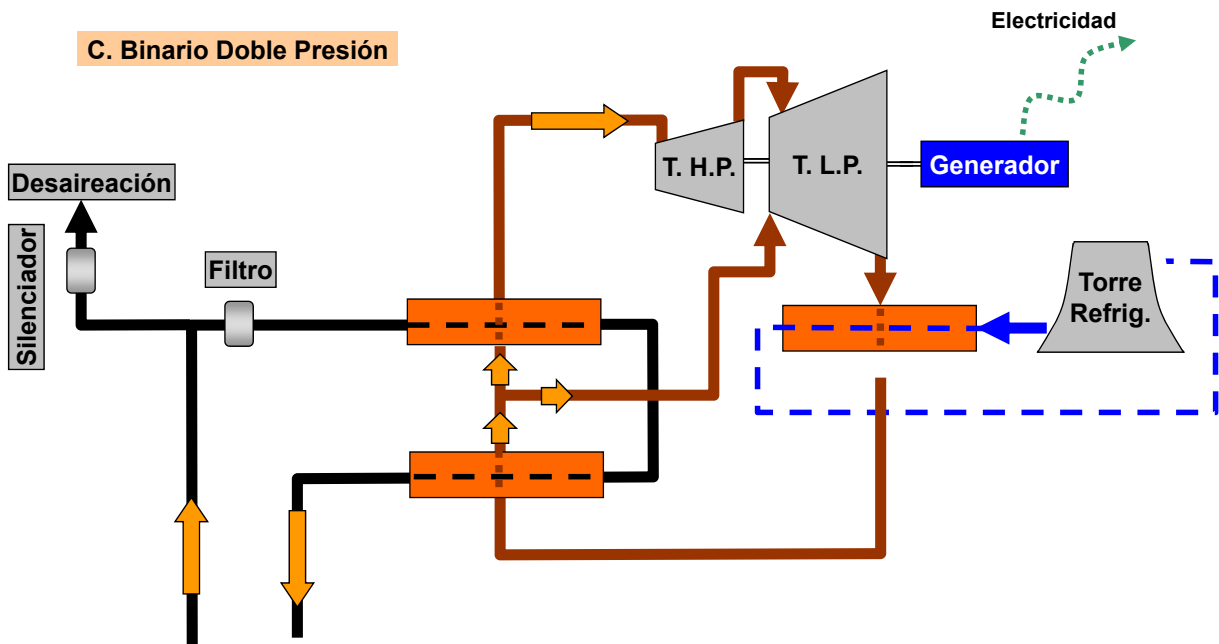
Fuentes termales a alta T^a

Ciclo Binario



Fuentes termales a alta T^a

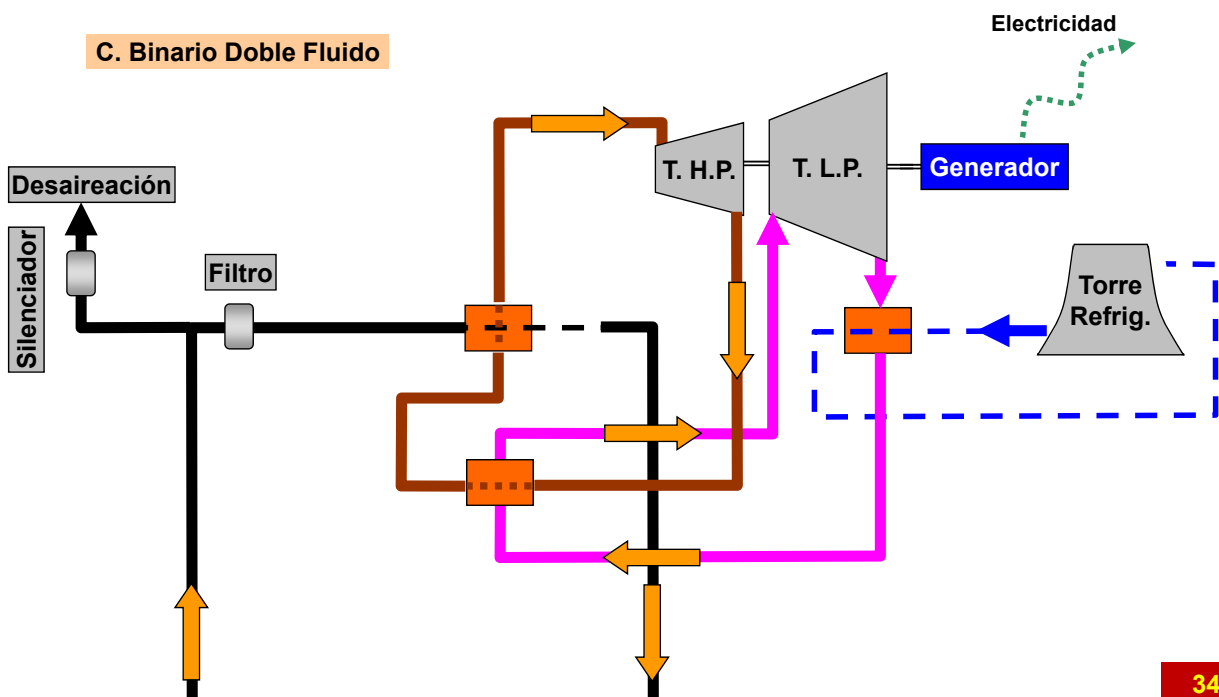
C. Binario Doble Presión



33

Fuentes termales a alta T^a

C. Binario Doble Fluído

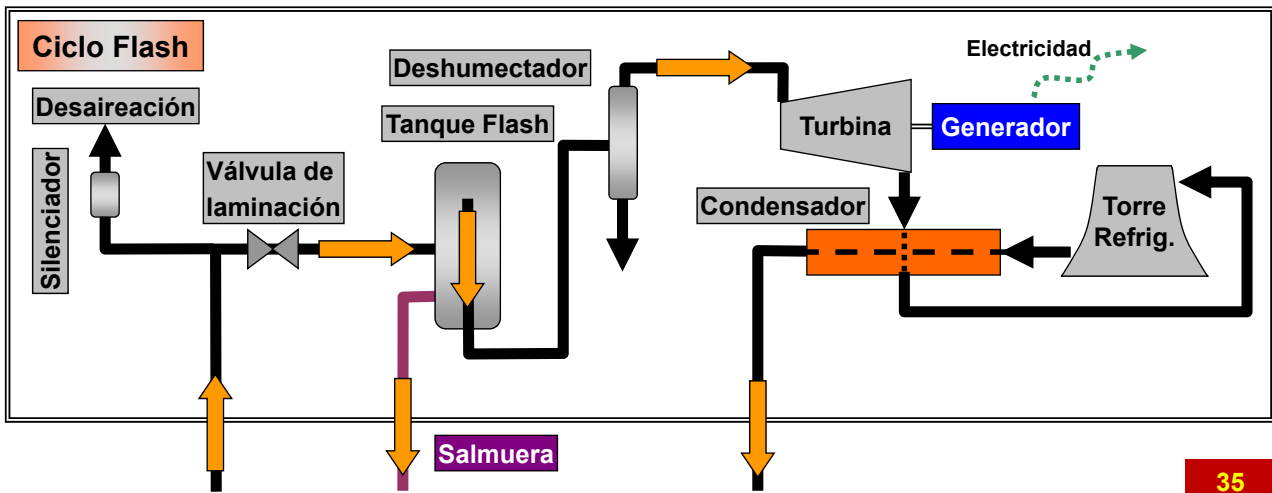


34

Fuentes termales a alta T^a

Ciclo Híbrido

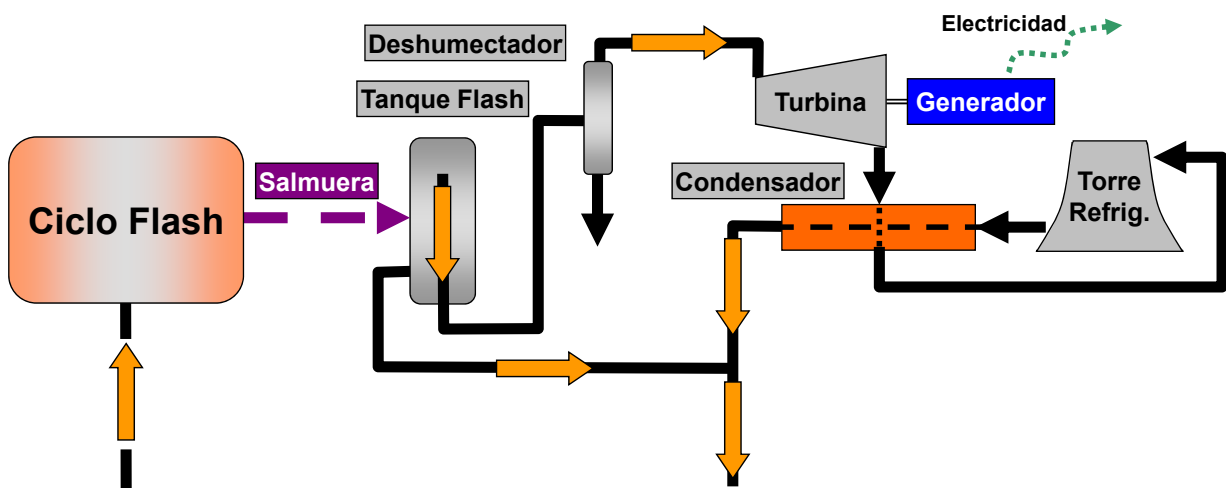
Aprovechamiento de la salmuera resultante de un ciclo Flash para reevaporar y producir electricidad en cascada



35

Fuentes termales a alta T^a

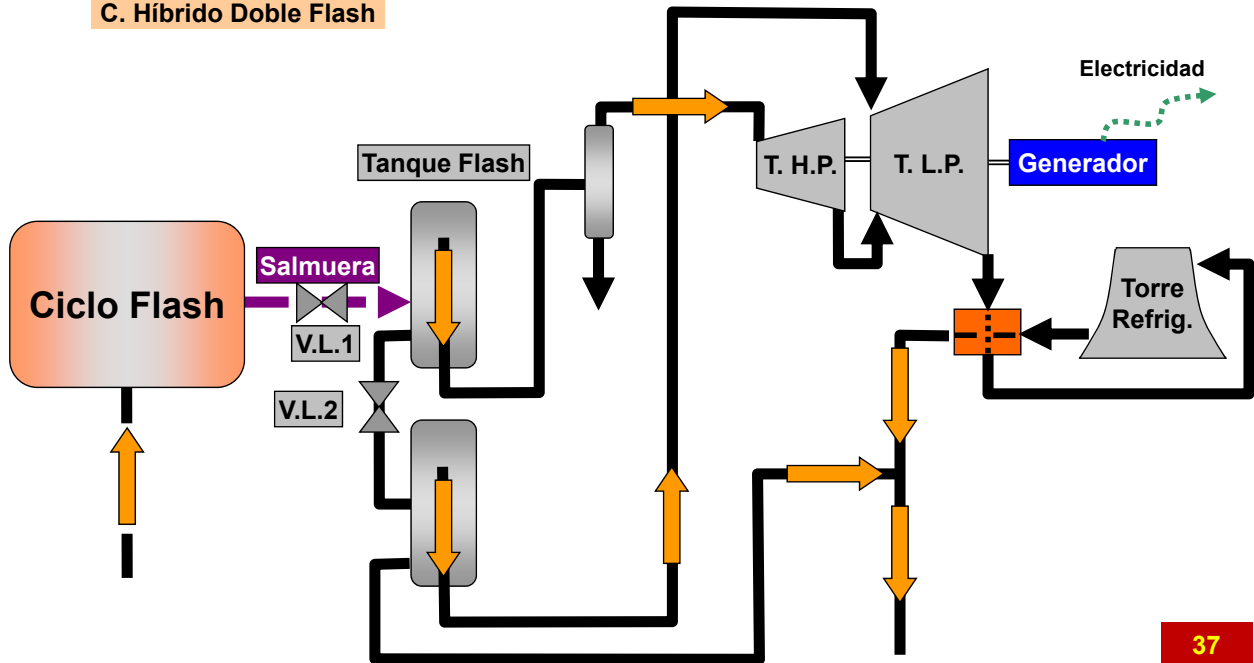
Ciclo Híbrido



36

Fuentes termales a alta T^a

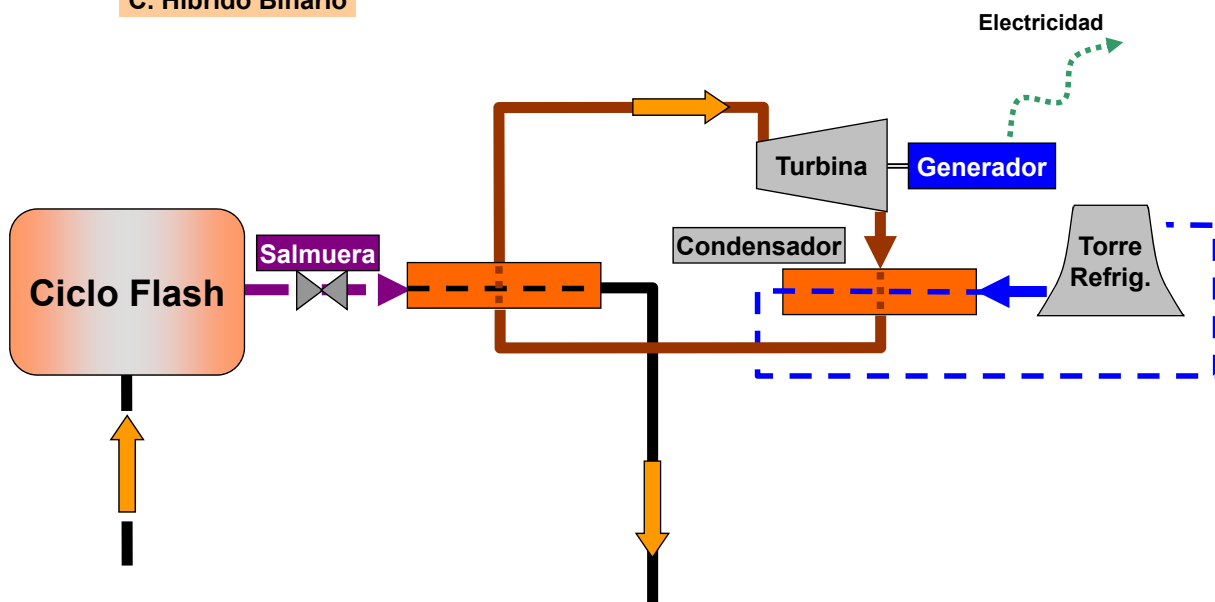
C. Híbrido Doble Flash



37

Fuentes termales a alta T^a

C. Híbrido Binario

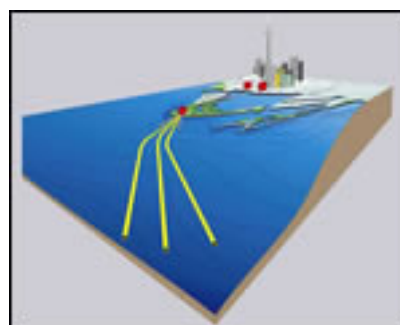
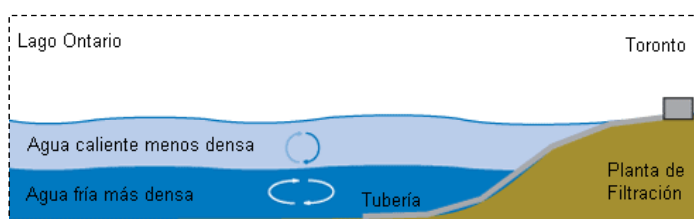


38

Uso de la Refrigeración Marina

Se puede aprovechar el agua del fondo del océano (mar, lago, ...) para suministrar agua refrigerada a una red de District Cooling

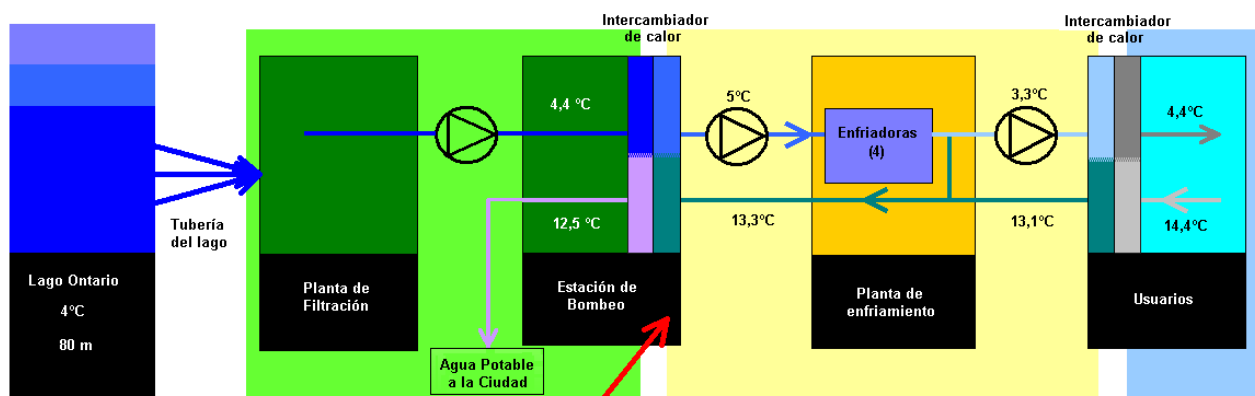
- Distribuir directamente el agua del fondo del mar
- Refrigerar el condensador de una enfriadora (opera con alto COP)



39

Uso de la Refrigeración Marina

Deep Lake Water Cooling



La energía se transfiere a través de dos intercambiadores en serie con una enfriadora intermedia

Fuentes del Conocimiento

Scopus - Basic Search - Windows Internet Explorer

Search for: **OTEC** in Article Title

Limit to: Date Range (inclusive) Published All years to Present Document Type Article or Review

Subject Areas:

- Life Sciences (> 4,300 titles)
- Health Sciences (> 6,800 titles)
- Physical Sciences (> 7,200 titles)
- Social Sciences & Humanities (> 5,300 titles)

What's new in Scopus:

- Latest features
- SJR & SNIP metrics

About Scopus:

- What is Scopus?
- Content coverage
- What do users think?
- Scopus tutorials

Resource Library:

- Brochures
- User guides
- Fact sheets

41

Fuentes del Co

Scopus - Results: TITLE(otec) AND DOCTYPE(ar OR re) AND SUBJAREA(mult OR ceng OR chem OR comp OR engi OR envi OR mate OR math OR phys) - Windows Internet Explorer

Scopus: 100 More... Web Patents

Your query: TITLE(otec) AND DOCTYPE(ar OR re) AND SUBJAREA(mult OR ceng OR chem OR comp OR engi OR envi OR mate OR math OR phys)

Source Title	Author Name	Year	Affiliation	Subject Area
<input type="checkbox"/> Denzhi Gijutsu Sogo Kenkyusho Iho Bulletin of the Electrochemical Laboratory (13)	<input type="checkbox"/> Uehara, H. (14)	<input type="checkbox"/> 2009 (2)	<input type="checkbox"/> Saga University (11)	<input type="checkbox"/> Engineering (71)
<input type="checkbox"/> Energy (10)	<input type="checkbox"/> Ikegami, Y. (10)	<input type="checkbox"/> 2008 (5)	<input type="checkbox"/> US Naval Academy (5)	<input type="checkbox"/> Energy (36)
<input type="checkbox"/> Ocean Engineering (10)	<input type="checkbox"/> Takazawa, H. (9)	<input type="checkbox"/> 2007 (1)	<input type="checkbox"/> Pacific International Center for High Technology Research (3)	<input type="checkbox"/> Physics and Astronomy (21)
<input type="checkbox"/> Nippon Kikai Gakkai Ronbunshu B Hen Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineers Part B (7)	<input type="checkbox"/> Nakaoka, T. (7)	<input type="checkbox"/> 2006 (1)	<input type="checkbox"/> University of Hawaii at Manoa (3)	<input type="checkbox"/> Environmental Science (13)
<input type="checkbox"/> Energy Conversion and Management (5)	<input type="checkbox"/> Kajikawa, T. (6)	<input type="checkbox"/> 2005 (1)	<input type="checkbox"/> Carnegie Mellon University (3)	<input type="checkbox"/> Chemical Engineering (10)

Results: 100 show all abstracts

Search within results: [] All [] Page Go to page: 1 of 5

Document (sort by relevance) Author(s) Date Source Title Cited By

1. Using the condenser effluent from a nuclear power plant Kim, N.J., Ng, K.C., Chun, 2009 International 0

42

Fuentes del Conocimiento

The screenshot shows a web browser window displaying the NREL website. The page title is "NREL: Ocean Thermal Energy Conversion - What is Ocean Thermal Energy Conversion?". The main heading is "Ocean Thermal Energy Conversion". The content includes a sidebar with navigation links like "Achievements", "Needed Research", "Design and Location", "Benefits", "Markets", "Applications", and "Resources". The main text explains that oceans cover 70% of Earth's surface and absorb solar radiation, which can be converted into electricity. It also mentions that OTEC systems use the ocean's natural thermal gradient to generate power.

Fuentes del Conocimiento

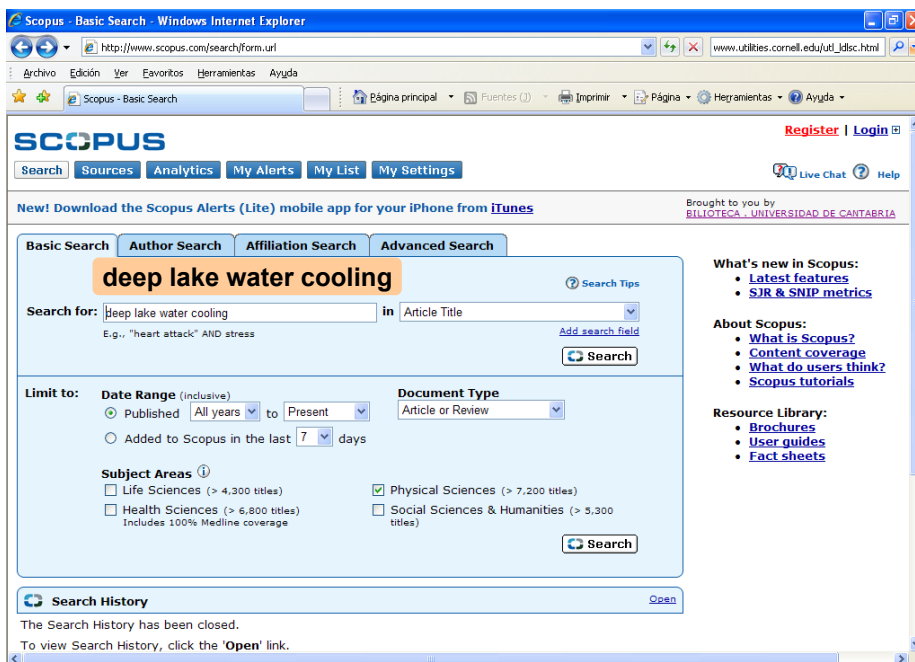
The screenshot shows a web browser window displaying the Lockheed Martin website. The page title is "Ocean Thermal Energy Conversion | Lockheed Martin". The main heading is "Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC)". The content includes a sidebar with navigation links like "Capabilities", "Global", "Products", "About Us", "Careers", "Investor Relations", "News", and "Suppliers". The main text explains that Lockheed Martin is progressing with OTEC technology, which leverages the ocean's natural thermal gradient to generate power. It also mentions that OTEC power can be used to produce energy carriers like hydrogen and ammonia.

Fuentes del Conocimiento



45

Fuentes del Conocimiento



46

Fuentes del Conocimiento

Scopus - Results: TITLE(deep lake water cooling) AND DOCTYPE(ar OR re) AND SUBJAREA(MULT OR CEN - Windows Internet Explorer)

http://www.scopus.com/results/results.url?sort=pf-f&src=s&st.1=deep+lake+water+cooling&sid=3npGPP+42q5SLfPLsQGG

Scopus - Basic Search

heart OR ener OR engi OR ervi OR mate OR math OR phys

Refine Results

Source Title	Author Name	Year	Affiliation	Subject Area
<input type="checkbox"/> Journal of Great Lakes Research (1)	<input type="checkbox"/> Boyce, F.M. (1)	<input type="checkbox"/> 2003 (1)	<input type="checkbox"/> Swiss Fed. Inst. Environ. Sci. T. (1)	<input type="checkbox"/> Agricultural and Biological Sciences (2)
<input type="checkbox"/> Limnology and Oceanography (1)	<input type="checkbox"/> Brennwald, M. (1)	<input type="checkbox"/> 1993 (1)	<input type="checkbox"/> Wasserforschungs Institut Eib-Bereichs (1)	<input type="checkbox"/> Earth and Planetary Sciences (1)
	<input type="checkbox"/> Finger, D. (1)		<input type="checkbox"/> National Water Research Institute (1)	<input type="checkbox"/> Environmental Science (1)
	<input type="checkbox"/> Hamblin, P.F. (1)		<input type="checkbox"/> Universität Konstanz (1)	
	<input type="checkbox"/> Harvey, L.D.D. (1)		<input type="checkbox"/> Eidgenössische Technische Hochschule Zurich (1)	

Display 5

Results: 2 Show all abstracts

Search within results

Document (sort by relevance)

Document	Author(s)	Date	Source Title	Cited By
1. Deep-water renewal in Lake Issyk-Kul driven by differential cooling	Peeters, F., Finger, D., Hofer, M., Brennwald, M., Livingstone, D.M., Kipfer, B.	2003	Limnology and Oceanography 48 (4), pp. 1419-1431	7
2. Response of the thermal structure of Lake Ontario to deep cooling water withdrawals and to global warming	Boyce, F.M., Hamblin, P.F., Harvey, L.D.D., Schertzer, W.M., McCimmon, R.C.	1993	Journal of Great Lakes Research 19 (3), pp. 603-616	9

Display 20 results per page

Search History

The Search History has been closed.

To view Search History, click the 'Open' link.

47

Fuentes del Conocimiento

Scopus - Basic Search - Windows Internet Explorer

http://www.scopus.com/search/form.url

Scopus - Basic Search

Search Sources Analytics My Alerts My List My Settings

Register | Login

Live Chat Help

New! Download the Scopus Alerts (Lite) mobile app for your iPhone from iTunes

Brought to you by BIBLIOTECA - UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Basic Search Author Search Affiliation Search Advanced Search

deep water cooling

Search for: deep water cooling in Article Title

Limit to:

Date Range (inclusive): Published All years to Present Added to Scopus in the last 7 days

Document Type: Article or Review

Subject Areas:

- Life Sciences (> 4,300 titles)
- Health Sciences (> 6,800 titles) Includes 100% Medline coverage
- Physical Sciences (> 7,200 titles)
- Social Sciences & Humanities (> 5,300 titles)

What's new in Scopus:

- Latest features
- SJR & SNIP metrics

About Scopus:

- What is Scopus?
- Content coverage
- What do users think?
- Scopus tutorials

Resource Library:

- Brochures
- User guides
- Fact sheets

Search History

The Search History has been closed.

To view Search History, click the 'Open' link.

48

Fuentes del Conocimiento

Scopus - Results: TITLE(deep water cooling) AND DOCTYPE(ar OR re) AND SUBJAREA(MULT OR CENG OR ...)

Search within results: [] All [] Page

Document (sort by relevance)	Author(s)	Date	Source Title	Cited By
1. The use of deep water cooling systems: Two Canadian examples	Newman, L., Herbert, Y.	2009	Renewable Energy 34 (3), pp. 727-730	1
2. Use of turbines for simultaneous pressure regulation and recovery in secondary cooling water systems in deep mines	Van Antwerpen, H.J., Greyvenstein, G.P.	2005	Energy Conversion and Management 46 (4), pp. 563-575	1
3. Deep-water renewal in Lake Issyk-Kul driven by differential cooling	Peeters, F., Finger, D., Hofer, M., Brennwald, M., Livingstone, D.M., Kipfer, R.	2003	Limnology and Oceanography 48 (4), pp. 1419-1431	7
4. Variability of water vapor, infrared radiative cooling, and atmospheric instability for deep convection in the equatorial western pacific	Zhang, C., Chou, M.-D.	1999	Journal of the Atmospheric Sciences 56 (5), pp. 711-723	14
5. Cooling and freshening of intermediate and deep water in the Western North Atlantic in the early 1990-th	Lappo, S.S., Tereshchenkov, V.P., Sokov, A.V., Dobrolubova, S.A.	1996	Doklady Akademii Nauk 347 (4), pp. 548-551	2
6. Response of the thermal structure of Lake Ontario to deep cooling water withdrawals and to global warming	Boyce, F.M., Hamblin, P.E., Harvey, L.D.D., Schertzer, W.M., McCrimmon, R.C.	1993	Journal of Great Lakes Research 19 (3), pp. 603-616	9

Fuentes del Conocimiento

Renewable Energy 34 (2009) 727–730

Contents lists available at ScienceDirect

Renewable Energy

journal homepage: www.elsevier.com/locate/renene

The use of deep water cooling systems: Two Canadian examples

Lenore Newman^{a,*}, Yuill Herbert^b

^aSchool of Environment and Sustainability, Royal Roads University, Victoria, Canada
^bSustainability Solutions Group, 11 Alex Cox Road, Tatamagouche NS B0K1V0, Canada

ARTICLE INFO

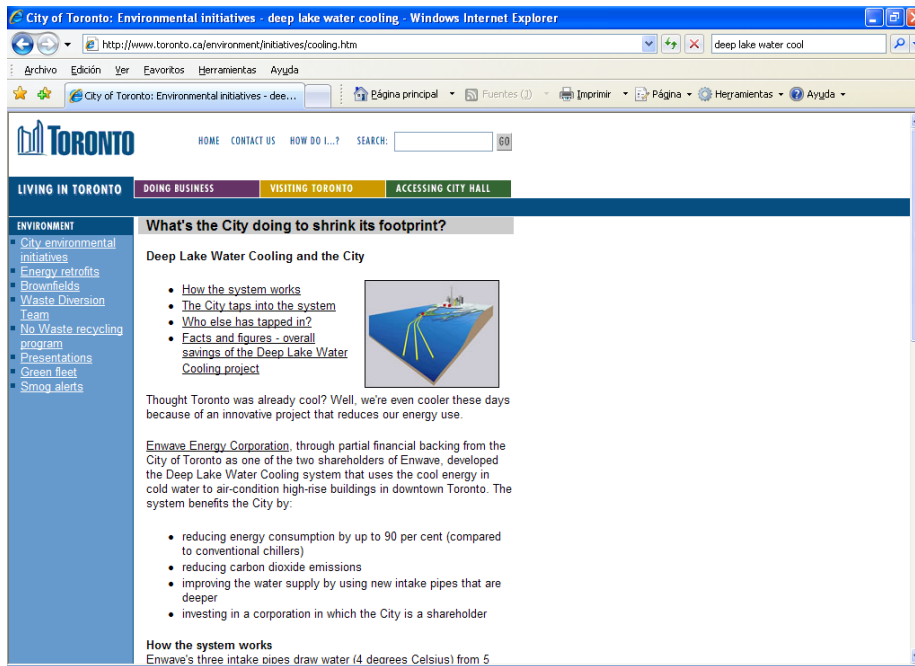
Article history:
 Received 23 April 2007
 Accepted 25 April 2008
 Available online 7 July 2008

Keywords:
 Deep water cooling
 Demand displacement
 Niche accumulation
 Sustainable development

ABSTRACT

Deep water cooling involves using naturally cold water as a heat sink in a heat exchange system, eliminating the need for conventional air conditioning. The cold water is drawn from near the bottom or below the thermocline of a nearby water body. In this study Canadian deep water cooling systems in Halifax, Nova Scotia and Toronto, Ontario were documented. The expected economic and environmental benefits were realized, but barriers to large-scale adoption of the technology were apparent. This technology requires that a client with a large cooling need is near a deep, cold body of water, and payback times vary depending on the site. The public-private partnership approach proved to be beneficial in these two examples, and the Toronto approach in which many buildings are serviced at once by combining municipal pumping capacity can deliver cost savings on a shorter time span. Deep water cooling represents a successful example of a niche accumulation process and an example of electricity demand displacement. Many other locations in which heavy air conditioning users are located next to deep, cold water bodies could use this technology; several such sites exist in Canadian urban areas.

Fuentes del Conocimiento



City of Toronto: Environmental initiatives - deep lake water cooling - Windows Internet Explorer

http://www.toronto.ca/environment/initiatives/cooling.htm

City of Toronto: Environmental initiatives - dee...

HOME CONTACT US HOW DO I...? SEARCH: [] GO

LIVING IN TORONTO DOING BUSINESS VISITING TORONTO ACCESSING CITY HALL

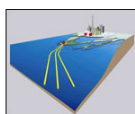
ENVIRONMENT

- City environmental initiatives
- Energy retrofits
- Brownfields
- Waste Diversion Team
- No Waste recycling program
- Presentations
- Green fleet
- Smog alerts

What's the City doing to shrink its footprint?

Deep Lake Water Cooling and the City

- How the system works
- The City taps into the system
- Who else has tapped in?
- Facts and figures - overall savings of the Deep Lake Water Cooling project



Thought Toronto was already cool? Well, we're even cooler these days because of an innovative project that reduces our energy use.

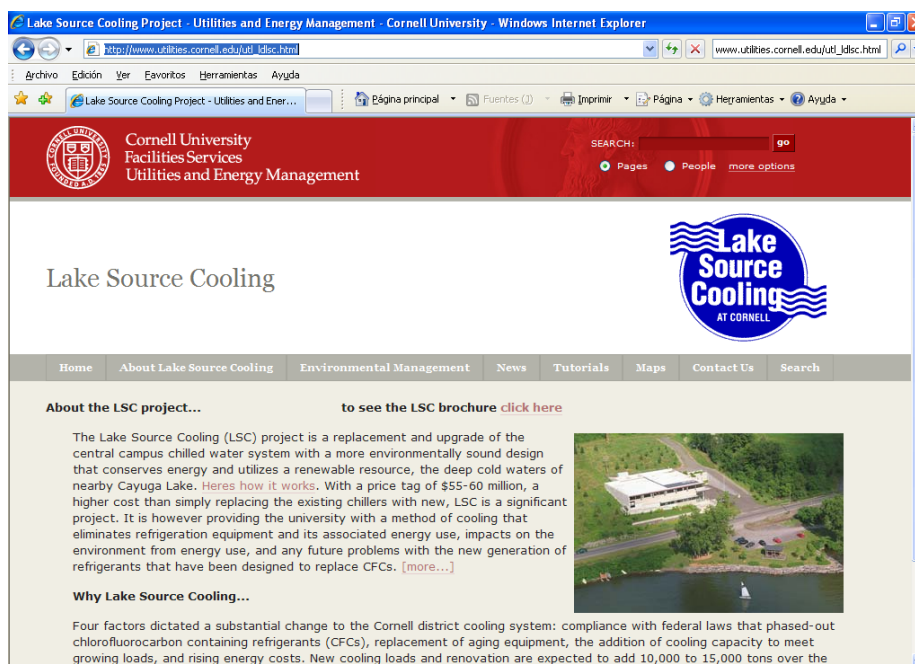
Enwave Energy Corporation, through partial financial backing from the City of Toronto as one of the two shareholders of Enwave, developed the Deep Lake Water Cooling system that uses the cool energy in cold water to air-condition high-rise buildings in downtown Toronto. The system benefits the City by:

- reducing energy consumption by up to 90 per cent (compared to conventional chillers)
- reducing carbon dioxide emissions
- improving the water supply by using new intake pipes that are deeper
- investing in a corporation in which the City is a shareholder

How the system works
Enwave's three intake pipes draw water (4 degrees Celsius) from 5

51

Fuentes del Conocimiento



Lake Source Cooling Project - Utilities and Energy Management - Cornell University - Windows Internet Explorer

http://www.utilities.cornell.edu/utl_lidsc.html

www.utilities.cornell.edu/utl_lidsc.html

SEARCH: [] go

Pages People more options


Cornell University
Facilities Services
Utilities and Energy Management

Lake Source Cooling

Home About Lake Source Cooling Environmental Management News Tutorials Maps Contact Us Search

About the LSC project... [to see the LSC brochure click here](#)

The Lake Source Cooling (LSC) project is a replacement and upgrade of the central campus chilled water system with a more environmentally sound design that conserves energy and utilizes a renewable resource, the deep cold waters of nearby Cayuga Lake. [Here's how it works.](#) With a price tag of \$55-60 million, a higher cost than simply replacing the existing chillers with new, LSC is a significant project. It is however providing the university with a method of cooling that eliminates refrigeration equipment and its associated energy use, impacts on the environment from energy use, and any future problems with the new generation of refrigerants that have been designed to replace CFCs. [\[more...\]](#)

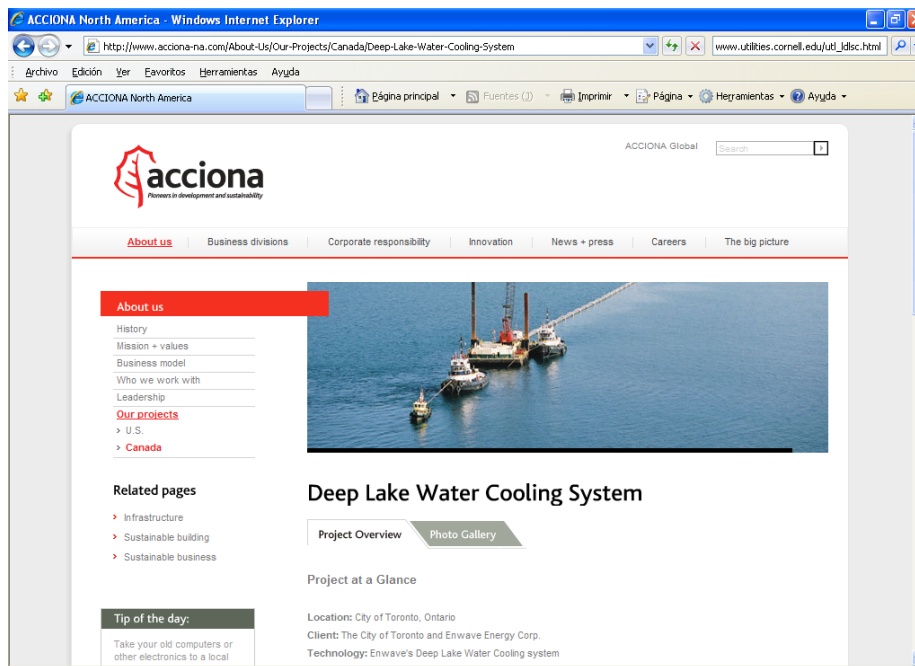


Why Lake Source Cooling...

Four factors dictated a substantial change to the Cornell district cooling system: compliance with federal laws that phased-out chlorofluorocarbon containing refrigerants (CFCs), replacement of aging equipment, the addition of cooling capacity to meet growing loads, and rising energy costs. New cooling loads and renovation are expected to add 10,000 to 15,000 tons over the

52

Fuentes del Conocimiento

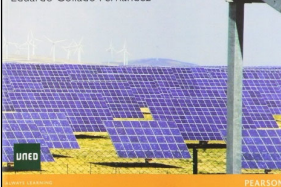


53

Centrales de energías renovables

Generación eléctrica con energías renovables

1ª edición
José Antonio Carta González
Roque Calero Pérez
Antonio Colmenar Santos
Manuel-Alonso Castro Gil
Eduardo Collado Fernández

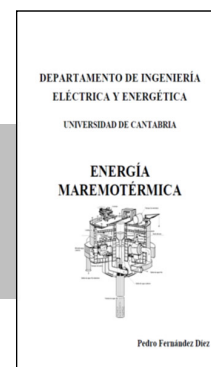
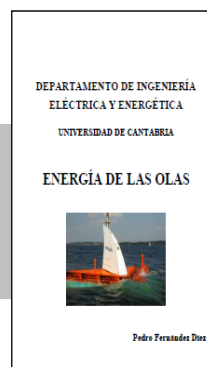
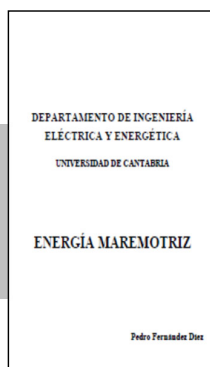


CENTRALES DE ENERGIA RENOVABLE

J. A. Carta, R. Calero, A. Colmenar, M.A. Castro, E. Callado
Ed: Pearson

<http://es.pfernandezdiez.es/index.php?pageID=15>

**ENERGÍA MAREMOTRIZ
ENERGÍA DE LA OLAS
ENERGÍA MAREMOTERMICA**
Pedro Fernández Díez
Universidad de Cantabria



54