



CEMIE-Océano
Centro Mexicano de Innovación
en Energía – Océano

Energía por Gradiente Térmico

G-LE2

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES DEL
PROTOTIPO OTEC-CC-MX-1kWe**

Centro Mexicano en Innovación de Energías del Océano

Acrónimo:	CEMIE-Océano		
Número de etapa:	6	Fecha de entrega	15/01/2020
Nombre de la línea:	Energía por Gradiente Térmico		
Responsable de la línea:	Dr. Miguel Ángel Alatorre Mendieta		
Nombre de la acción:	Desarrollo de prototipos y microplantas para la obtención y almacenamiento de energía a partir de gradientes de temperatura específicamente diseñados para optimizar los procesos a partir de las características de los recursos nacionales		
Responsable de la acción:	Dra. Estela Cerezo Acevedo		
Título del entregable:	Características técnicas de los componentes del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe		
Autores: (Indicar entre paréntesis su adscripción)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dra. Estela Cerezo Acevedo (UNICARIBE) 2. Daniel Alejandro Amaro Rosas (UNICARIBE) 3. Enrique Alberto Avilés Encalada (UNICARIBE) 4. Luis Melesio García Juárez (UNICARIBE) 5. IME. Jarmen Said Virgen Suarez (UNICARIBE) 6. Dr. Víctor Manuel Romero Medina (UNICARIBE) 7. Ing. Jessica Guadalupe Tobal Cupul (UNICARIBE) 		
Estatus: (Final, Avance, Borrador, Aprobado)	Avance		
Página de internet del proyecto:	www.cemieoceanomx.com		
Inicio del proyecto:	17 de enero 2017		
Notas			



CONTENIDO

CONTENIDO	III
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	V
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES DEL PROTOTIPO	1
2.1. SISTEMA DE CALENTAMIENTO	1
2.2. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.	5
2.3. SISTEMA OTEC	7
3. AVANCE EN LA MANUFACTURA DE LA TURBINA	15
3.1. TURBINA CURTIS	15
3.2. TURBOCOMPRESOR	16
4. REFERENCIAS	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Calentador eléctrico del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	2
Figura 2-2 Bomba EVANS del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	4
Figura 2-3 Tanque de almacenamiento de agua fría del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	5
Figura 2-4 Mini chiller del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	6
Figura 2-5 Bomba Siemens del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	7
Figura 2-6 Evaporador utilizado en el prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	8
Figura 2-7 Condensador del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	10
Figura 2-8 Diagrama 3D de la turbina del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	11
Figura 2-9 Impresión 3D de la turbina del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	12
Figura 2-10 Bomba del fluido de trabajo del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	13
Figura 2-11 Tanque de condensado del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	14
Figura 3-1 Componentes de la turbina diseñada para el prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	16
Figura 3-2 Funcionamiento de un turbocompresor en un vehículo y principales partes que lo componen.	17
Figura 3-3 Gráfico de comparación turbocompresores velocidad angular – diámetro	23
Figura 3-4. Vista frontal del turbocompresor K16.	23
Figura 3-5 Relación velocidad angular-potencia del turbocompresor K16.	24



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla2-1 Especificaciones técnicas del tanque de almacenamiento de agua caliente de OTEC-CC-MX-1kWe	2
Tabla 2-2 Especificaciones técnicas del calentador eléctrico del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	3
Tabla 2-3 Especificaciones técnicas de la bomba GRUNDFOS del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	3
Tabla 2-4 Especificaciones técnicas de la bomba EVANS del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	4
Tabla 2-5 Especificaciones técnicas del tanque de almacenamiento de agua fría del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	5
Tabla 2-6 Especificaciones técnicas del mini chiller del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	6
Tabla 2-7 Especificaciones técnicas de la bomba SIEMENS del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	7
Tabla 2-8 Especificaciones técnicas del evaporador del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	9
Tabla 2-9 Especificaciones técnicas del condensador del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	11
Tabla 2-10 Especificaciones técnicas de la turbina del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	12
Tabla 2-11 Especificaciones técnicas de la bomba del fluido de trabajo del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	13
Tabla 2-12 Especificaciones técnicas del tanque de condensado del prototipo OTEC-CC-MX-1kWe	14
Tabla 3-1 Condiciones del fluido de trabajo a la entrada de la turbina.	18
Tabla 3-2 Comparación de diámetros de turbocompresores de 1250 W de potencia	22

1. INTRODUCCIÓN

La Universidad del Caribe participa en el Centro Mexicano de Innovación en Energía del Océano (CEMIE-O) desde 2017 en el desarrollo de un prototipo de planta de conversión de energía térmica del océano (OTEC, por sus siglas en inglés) de ciclo cerrado de 1 kWe (OTEC-CC-MX-1kWe) en la línea de investigación *“Desarrollo de prototipo y microplantas para la obtención y almacenamiento de energía a partir de gradientes de temperatura específicamente diseñados para optimizar los procesos a partir de las características de los recursos nacionales”* (G-LE2). En el presente informe se presentan las características técnicas de los componentes del prototipo y los avances en la manufactura de la turbina.

En el primer apartado se hace una descripción de las características técnicas de las condiciones de manufactura y operación de cada componente del sistema OTEC y de los dos sistemas auxiliares (el sistema de enfriamiento y el sistema de calentamiento). Así mismo, se presentan los avances en la manufactura de la turbina y el acoplamiento de la turbina de un turbocompresor como alternativa. Esto debido a que la manufactura de la turbina se ha tardado más de lo esperado, dado que fue diseñada para las condiciones específicas de funcionamiento del prototipo y ésta no se puede encontrar a nivel comercial además de ser de menor tamaño en comparación con las turbinas convencionales.

2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES DEL PROTOTIPO

El sistema OTEC utiliza para su funcionamiento el ciclo termodinámico Rankine para generar electricidad. Las plantas OTEC de ciclo cerrado están compuestas por cuatro equipos principales: 1) condensador, 2) evaporador, 3) bomba y 4) turbina. Adicionalmente, el prototipo OTEC-CC-MX-1kWe utiliza dos sistemas auxiliares (sistemas de calentamiento y enfriamiento) que fueron diseñados e implementados para simular las condiciones de temperatura del Mar Caribe mexicano en la superficie y a 700 m de profundidad respectivamente.

A continuación, se presentan fotografías y las características técnicas y de operación principales de cada uno de ellos.

2.1.SISTEMA DE CALENTAMIENTO

Es uno de los sistemas auxiliares del prototipo, cuyo objetivo principal es simular las condiciones de temperatura superficial del Mar Caribe mexicano, las cuales, según el análisis de Bárcenas (2014), es de 27°C promedio anual. Este sistema fue diseñado e implementado durante la 4a Etapa del este proyecto y se compone por: un calentador eléctrico, un tanque de almacenamiento, una bomba presurizadora y una bomba centrífuga.