



Centro Tecnológico de Eficiencia  
y Sostenibilidad Energética

**ANEXO I. Pliego de condiciones técnicas que ha de regir en el contrato de “Adquisición de una máquina de intercambio térmico basado en el ciclo ORC para la recuperación energética de los gases de escape de un motor de combustión” a adjudicar por procedimiento abierto simplificado**



FONDO EUROPEO DE  
DESENVOLVEMENTO  
REGIONAL  
"Unha maneira de facer Europa"

UNIÓN EUROPEA



engineering



Subvencionado pola Axencia Galega de Innovación no marco do programa FEDER Galicia 2014-2020  
dentro do Eixo 1 "Potenciar a investigación, o desenvolvemento tecnolóxico e a innovación"

Apoiado pola Consellería de Economía, Emprego e Industria da Xunta de Galicia

Realizado por:

David Meana

Fecha: 23/03/2018

Revisado por:

Patricia Vázquez

Fecha: 23/03/2018

Aprobado por:

Juan Rodríguez

Fecha: 23/03/2018

Código Documento: TSA0116PC001\_v00\_Anexo I



## Índice

<b>1 Objeto y alcance .....</b>	<b>4</b>
<b>2 Justificación de No división en lotes .....</b>	<b>5</b>
<b>3 Emplazamiento .....</b>	<b>5</b>
3.1. Edificio CITE XVI, Campus Universitario de Vigo. ....	5
3.2. Ubicación del laboratorio dentro de CITE XVI. ....	6
<b>4 Suministro del equipo .....</b>	<b>8</b>
4.1. Unidad ORC.....	9
4.2. Sistema de control.....	10
4.3. Sensórica y Adquisición .....	10
4.4. Bastidor móvil.....	10
4.5. Latiguillos para la admisión y retorno de los gases de escape. ....	10
4.6. Manguitos de conexión al sistema de refrigeración de la celda. ....	10
4.7. Sistema de emergencia.....	11
4.8. Recubrimiento y pinturas.....	11
4.9. Otros .....	11
4.10. Aislamiento acústico.....	11

UNIDAD MIXTA DE GAS RENOVABLE	
TSA0116PC002_v00_ Anexo I	23/05/2018



<b>5 Instalación, puesta en marcha y validación.....</b>	<b>11</b>
<b>6 Formación .....</b>	<b>11</b>
<b>7 Otros requisitos .....</b>	<b>12</b>
<b>8 Garantía .....</b>	<b>12</b>
<b>9 Documentación a entregar por los licitadores en la proposición .....</b>	<b>12</b>
<b>10 Requisitos generales.....</b>	<b>12</b>
<b>11 Datos a tener en cuenta.....</b>	<b>13</b>
<b>12 Inspección y vigilancia.....</b>	<b>15</b>

UNIDAD MIXTA DE GAS RENOVABLE	
TSA0116PC002_v00_ Anexo I	23/05/2018



## 1 Objeto y alcance

El presente documento tiene por objeto establecer las **condiciones técnicas mínimas** que debe cumplir el adjudicatario para el **suministro de un sistema ORC (Organic Rankine Cycle)** que aproveche el calor residual de los gases de escape a la salida del catalizador de dos motores de combustión interna tricilíndricos de 55 kW (ciclo diésel y ciclo otto) adaptados para funcionar con gas natural/biometano, que forman parte del banco motor del que se dispone en las instalaciones de EnergyLab, ubicadas en el edificio Citexvi dentro del Campus Universitario de Vigo.

El alcance completo abarca las siguientes tareas:

- El suministro de una **máquina de intercambio térmico basado en el ciclo ORC para la recuperación energética de los gases de escape de un motor de combustión para su instalación en el laboratorio de EnergyLab.**
- **Puesta en marcha** del equipo.
- La **formación** del personal para la operación y el mantenimiento del equipo requerido en el presente documento.
- El suministro de **manuales** y toda la documentación necesaria para la correcta realización de la operación y el mantenimiento durante la vida del equipo (manuales de instalación, manuales de operación y mantenimiento, información/datos de contacto del fabricante, gestión de residuos, garantía, etc.).
- **Servicio de garantía, durante el plazo de dos años.**

Por otro lado, se considerarán incluido dentro del alcance:

- a) El suministro de **todas las prestaciones y de los equipos que, aunque no estén claramente especificados en los Pliegos, sean necesarios para el correcto funcionamiento del equipo suministrado, de acuerdo con este documento, la normativa, reglamentos y códigos aplicables.** Se entiende por necesario todo aquello sin lo cual la instalación no se encuentra en condiciones adecuadas para poder iniciar su eficiente explotación.
- b) El **suministro y control de calidad de todos los materiales, aparatos, herramientas, equipos de montaje, sistemas de transporte y andamiajes requeridos para el suministro del equipo, de forma apropiada y en condiciones de Seguridad del Trabajo.**
- c) Todos los **trabajos auxiliares** necesarios para la correcta ejecución de los trabajos objeto del presente documento.

UNIDAD MIXTA DE GAS RENOVABLE	
TSA0116PC002_v00_ Anexo I	23/05/2018



## 2 Justificación de No división en lotes

De conformidad con el artículo 99.3 de la LCSP, la Entidad Contratante podrá no dividir en lotes el objeto del Contrato cuando existan motivos válidos que deberán justificarse debidamente. En el presente Contrato, no se puede dividir en lotes puesto que el hecho de que, la realización independiente de las diversas prestaciones comprendidas en el objeto del contrato dificulta la correcta ejecución del mismo desde el punto de vista técnico, al implicar la necesidad de coordinar la ejecución de las diferentes prestaciones, cuestión ésta que podría verse imposibilitada por su división en lotes y ejecución por una pluralidad de contratistas diferentes.

## 3 Emplazamiento

### 3.1. Edificio CITEXVI, Campus Universitario de Vigo.

El suministro será realizado en las instalaciones de EnergyLab. Concretamente, en el laboratorio situado dentro del Edificio CITEXVI, cuya dirección es: r/Fonte das Abelleiras, s/n, Campus Universitario de Vigo, 36310 Vigo (Pontevedra, España).



Ilustración 1. Edificio CITEXVI. Fuente: CITEXVI.

A continuación, se muestra un plano de la ubicación del CITEXVI:

UNIDAD MIXTA DE GAS RENOVABLE	
TSA0116PC002_v00_ Anexo I	23/05/2018



Ilustración 2. Plano de ubicación del CITE XVI. Fuente: CITE XVI.

### 3.2. Ubicación del laboratorio dentro de CITE XVI.

El laboratorio donde se debe suministrar el equipamiento se encuentra en la planta -1 del edificio CITE XVI.

A continuación se muestran mediante las siguientes ilustraciones, la ubicación del sistema ORC dentro del laboratorio de gas renovable.

UNIDAD MIXTA DE GAS RENOVABLE	
TSA0116PC002_v00_ Anexo I	23/05/2018



Ilustración 3. Celda banco motor laboratorio gas renovable

El acceso a la sala donde debe instalarse el ORC se realiza a través de puertas de 130 cm de ancho por 220 cm de alto (medidas máximas), por lo que el conjunto no debe exceder esas medidas o debe poder separarse en módulos que no las excedan para luego montarse en el interior

### 3.2.1.1. DIMENSIONES Y PESO DEL ORC

En la siguiente ilustración se muestran las dimensiones del ORC, las cuales no pueden exceder en ningún caso los **1.500x1.500x2.500 mm (ancho x largo x alto)**.

UNIDAD MIXTA DE GAS RENOVABLE	
TSA0116PC002_v00_ Anexo I	23/05/2018

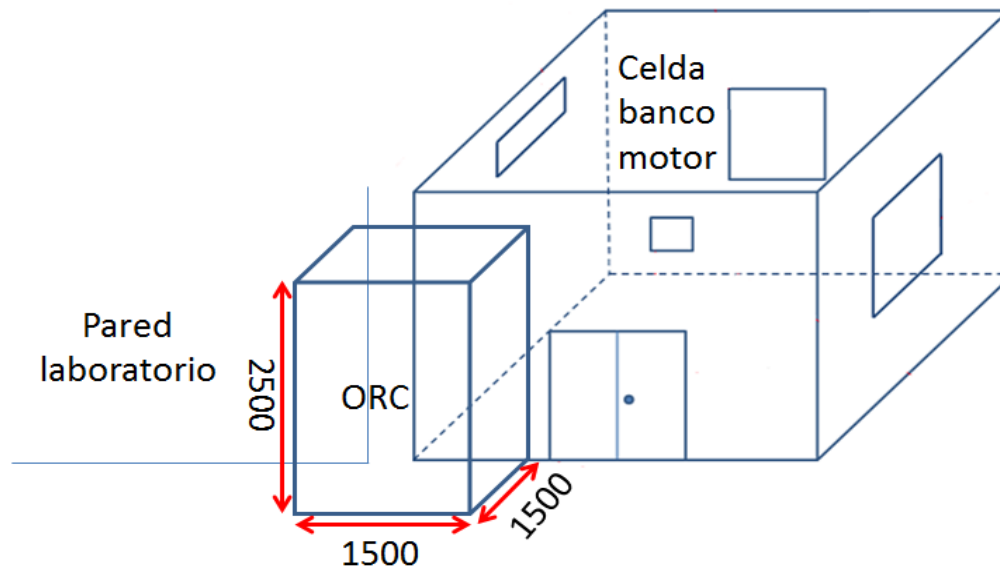


Ilustración 4. Plano de las dimensiones del ORC y la ubicación del mismo

La masa máxima por superficie de sustentación del ORC no podrá exceder en ningún caso los **500kg/m<sup>2</sup>**.

#### 4 Suministro del equipo

A continuación, se detallan los **requisitos mínimos** que deben cumplir el equipo a suministrar. En caso de no cumplimiento de estos requisitos, la oferta será considerada no valorable.

Se deberán considerar **dos opciones**, tanto en la oferta económica como en la técnica, que consistirán en lo siguiente:

- **Opción 1:** Sistema ORC con auxiliares sin aislamiento acústico
- **Opción 2:** sistema ORC con auxiliares con aislamiento acústico

Los equipos y unidades de los que se compone cada una de las opciones son:

UNIDAD MIXTA DE GAS RENOVABLE	
TSA0116PC002_v00_ Anexo I	23/05/2018





- **Opción 1**

- Unidad ORC
- Sistema de control y adquisición
- Bastidor móvil
- Latiguillos para la admisión y retorno de los gases de escape.
- Manguitos de conexión al sistema de refrigeración de la celda.
- Sistemas de seguridad
- Recubrimientos y pinturas
- Otros

- **Opción 2**

- Unidad ORC
- Sistema de control y adquisición
- Bastidor móvil
- Latiguillos para la admisión y retorno de los gases de escape.
- Manguitos de conexión al sistema de refrigeración de la celda.
- Sistemas de seguridad
- Recubrimientos y pinturas
- Otros
- Aislamiento acústico

Los **requisitos mínimos** que debe cumplir cada una de las opciones son:

#### 4.1. Unidad ORC

La máquina tiene que estar basada en un ciclo de ORC (**Ciclo Rankine orgánico**) para el aprovechamiento de los gases de escape, a la salida del catalizador del motor de combustión interna, situado sobre el banco motor en el laboratorio del que dispone Energylab.

El sistema debe de componerse de al menos los siguientes elementos:

- Evaporador
- Condensador
- Bomba
- Expansor
- Generador

Estos elementos deberán diseñarse en función de los valores de trabajo mostrados en la tabla 1.

La Potencia térmica recuperada del equipo, trabajando en valores óptimos nominales, debe ser mayor a 15 kWt. En estas condiciones, el rendimiento eléctrico del sistema debe ser mayor o igual a un 10%.

UNIDAD MIXTA DE GAS RENOVABLE	
TSA0116PC002_v00_ Anexo I	23/05/2018



## 4.2. Sistema de control

El sistema de control gobernará tanto el arranque como la parada de la máquina, así como su funcionamiento y adaptación a las posibles fluctuaciones de la energía térmica disponible en el proceso, y la capacidad de refrigeración en función de la temperatura ambiente generando el máximo de potencia eléctrica en cada uno de los momentos.

## 4.3. Sensórica y Adquisición

Adicionalmente a la sensórica necesaria para el control y correcto funcionamiento de la máquina, se incluirán los sensores necesarios para monitorizar las siguientes variables:

- Potencia generada y consumida por el sistema
- Temperaturas a las entradas y salidas de cada componente del sistema (humos y refrigerante).
- Presiones del refrigerante antes y después de los diferentes elementos del sistema.
- En el caso de ser necesario un lazo de intercambio intermedio, presión y temperatura del fluido de intercambio antes y después de los diferentes elementos que lo compongan
- Caudal de entrada de humos.

Los valores se tendrán que poder ver en tiempo real sobre un sinóptico en una pantalla y se deben poder guardar en una memoria, en formato abierto, para su posterior procesado. El periodo de muestreo debe ser configurable y los archivos deben guardar los datos de fecha, hora, minutos y segundos junto con las cabeceras de cada variable.

## 4.4. Bastidor móvil

El conjunto completo de la máquina ORC, deberá de disponer de un sistema móvil que permita desplazar toda la unidad por todo el laboratorio. El bastidor de la unidad debe de tener unas ruedas y sistema de fijación con patas.

## 4.5. Latiguillos para la admisión y retorno de los gases de escape.

Se debe suministrar los latiguillos flexibles, aislados térmicamente, necesarios para conectar la salida de escape del catalizador de ambos motores a la entrada del ORC. Por otro lado se deben de suministrar también los latiguillos flexibles necesarios para la conexión de la salida del ORC al tramo de escape de cada motor.

## 4.6. Manguitos de conexión al sistema de refrigeración de la celda.

Con el fin de refrigerar el sistema ORC, se debe suministrar los manguitos necesarios para realizar la conexión al sistema de refrigeración de la celda.

UNIDAD MIXTA DE GAS RENOVABLE	
TSA0116PC002_v00_ Anexo I	23/05/2018



#### 4.7. Sistema de emergencia

La máquina debe disponer de un sistema de emergencia, que permita la detención de la misma mediante una seta, e incluso desde el propio sistema de control.

#### 4.8. Recubrimiento y pinturas

Todos los elementos constituyentes del ORC deberán ser resistentes a las temperaturas máximas de trabajo.

Las pinturas y recubrimientos de todos los elementos y componentes del ORC deben ser resistentes al contacto con grasas, aceites lubricantes etc.

#### 4.9. Otros

Se debe suministrar todos aquellos elementos auxiliares (válvulas, racores, pasamuros,...) necesarios para el correcto funcionamiento e interconexión entre todos los elementos del sistema.

#### 4.10. Aislamiento acústico

Insonorización de la unidad ORC con paneles acústicos aislantes y absorbentes de espesor mínimo 80 mm.

### 5 Instalación, puesta en marcha y validación

Será parte del alcance de suministro la instalación, puesta en marcha y validación del equipo.

***A la finalización de la puesta en marcha y para la aceptación del hito 2, el adjudicatario deberá presentar un informe de los resultados asegurando el cumplimiento de los rendimientos mínimos exigidos en el presente documento.***

### 6 Formación

Se deberán incluir en la oferta, la **formación del personal de EnergyLab para la correcta operación y el mantenimiento del equipo y de su sistema de control.**

La formación tendrá lugar de manera presencial, en las instalaciones del Laboratorio de EnergyLab.

UNIDAD MIXTA DE GAS RENOVABLE	
TSA0116PC002_v00_ Anexo I	23/05/2018



## 7 Otros requisitos

Para el cumplimiento del hito 3, será necesario el suministro de toda la documentación y **manuales** necesarios para la correcta operación y mantenimiento durante toda la vida útil del equipo, tanto en formato papel y digital y en idioma español.

Además, se proporcionará toda la información relativa a los fabricantes de cada equipamiento suministrado.

## 8 Garantía

El plazo de garantía, contado desde el cumplimiento del hito 2, será de dos años para los materiales y equipos instalados.

Si durante este plazo de garantía se detectase algún defecto en el diseño de cualquier equipo y/o material componente de la instalación o de mala calidad de los materiales, o algún mal funcionamiento de la instalación, el adjudicatario quedará obligado a reponer los equipos o materiales defectuosos y/o a realizar los trabajos necesarios para corregir estos defectos hasta el correcto funcionamiento de la instalación, sin coste alguno para EnergyLab.

Respecto de los componentes o equipos de las instalaciones que hayan de ser repuestos o reparados, el plazo de garantía comenzará a computarse nuevamente desde la reposición, sin perjuicio de la recepción definitiva de las instalaciones.

## 9 Documentación a entregar por los licitadores en la proposición

Tal y como se detalla en el Pliego de condiciones, El licitante deberá presentar, con carácter de mínimos, la siguiente documentación técnica:

- A. Memoria técnica descriptiva detallada del equipo.**
- B. Esquemas eléctricos y de control.**
- C. Memoria técnica descriptiva del sistema de monitorización y control. Esquema de sensórica.**

## 10 Requisitos generales

Otros requisitos que se deberán cumplir son:

- El conjunto ORC debe de cumplir toda la normativa vigente exigible para su instalación en el interior del laboratorio. Deberá justificarse y acreditarse tal cumplimiento con la documentación correspondiente.

UNIDAD MIXTA DE GAS RENOVABLE	
TSA0116PC002_v00_ Anexo I	23/05/2018





- El ORC debe cumplir toda la normativa vigente exigible en materia de seguridad, ergonomía y prevención de riesgos laborales. Deberá justificarse y acreditarse tal cumplimiento con la documentación correspondiente.
- Los equipos y materiales suministrados por el adjudicatario deberán ser nuevos

## 11 Datos a tener en cuenta

Se muestra a continuación una tabla con las variables significativas para el dimensionamiento del ORC para los diferentes regímenes de trabajo.

UNIDAD MIXTA DE GAS RENOVABLE	
TSA0116PC002_v00_ Anexo I	23/05/2018



Colector de escape °C	Salida precatalizador °C	Salida catalizador °C	Diferencia temperatura entrada/salida catalizador °C	Caudal combustible Kg/h	Caudal de aire Kg/h	Caudal gases de escape Kg/h
153	220	196	24	0,37	24,5	24,87
234	261	214	47	0,7	24,8	25,5
322	295	214	81	1,12	25,8	26,92
387	288	188	100	1,52	29,1	30,62
493	419	230	189	2,24	31	33,24
175	270	279	-9	0,45	33,4	33,85
303	340	311	29	1,09	34,6	35,69
422	396	350	46	1,76	37,1	38,86
528	455	398	57	2,65	45,7	48,35
607	436	224	212	3,74	51,8	55,54
192	273	325	-52	0,66	47,6	48,26
404	404	382	22	2,04	55	57,04
541	471	413	58	3,54	65,9	69,44
632	507	449	58	5,27	84,4	89,67
727	575	479	96	6,84	97,7	104,54
225	291	341	-50	1,04	70,5	71,54
411	406	391	15	2,71	76,2	78,91
533	467	440	27	4,75	101,9	106,65
629	504	456	48	6,71	120,3	127,01
733	566	484	82	8,42	132	140,42
240	237	239	-2	1,18	85	86,18
404	373	378	-5	3,22	107	110,22
533	455	439	16	5,51	130	135,51
668	524	480	44	8,2	152	160,2
712	495	387	108	9,77	167	176,77
266	241	253	-12	1,79	118	119,79
398	319	302	17	3,95	134	137,95
495	332	276	56	6,51	159	165,51
685	551	510	41	9,44	177	186,44
773	558	454	104	12,28	197	209,28
286	228	193	35	2,22	137	139,22
407	295	252	43	4,73	169	173,73
605	520	516	4	7,95	178	185,95
745	607	563	44	11,18	196	207,18
848	639	538	101	14,23	216	230,23

Tabla 1. Cálculo de temperaturas y caudales gases de escape

UNIDAD MIXTA DE GAS RENOVABLE	
TSA0116PC002_v00_ Anexo I	23/05/2018



## 12 Inspección y vigilancia

Una vez adjudicado el contrato, EnergyLab designará un Responsable de Contrato que será el que realice el seguimiento de los trabajos. Esta persona será el contacto que tendrá el adjudicatario para cualquier realizar cualquier comunicación en relación al objeto descrito en estos Pliegos.

Esta persona será la que firme las Acta de conformidad del cumplimiento de cada uno de los hitos definidos en la cláusula 8 de los Pliegos de Condiciones Administrativos.

UNIDAD MIXTA DE GAS RENOVABLE	
TSA0116PC002_v00_ Anexo I	23/05/2018



Centro Tecnológico de Eficiencia  
y Sostenibilidad Energética

**Área de Movilidad Sostenible**  
**energylab@energylab.es**

**Edificio CITEXVI**

**Fonte das Abelleiras, s/n. 36310, Vigo.**

**T\_986 12 04 50 F\_986 12 04 51**

**energylab@energylab.es**

**www.energylab.es**