



Centro Tecnológico de Eficiencia
y Sostenibilidad Energética

Especificaciones técnicas para la adquisición de equipamiento en el marco del proyecto HYDEA:

“Planta piloto basada en un sistema integrado (reactor con agitador y cesta de catalizador, termostato y control de flujo de gas) para la producción de metanol mediante hidrogenación de CO₂”



Interreg
Atlantic Area



Co-funded by
the European Union

Realizado por:
Guillermo Martín

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Guillermo Martín".

Fecha: 15/07/2024

Revisado por:
Iria Regueiro

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Iria Regueiro".

Fecha: 31/07/2024

Aprobado por:
Mónica Figueroa

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Mónica Figueroa".

Fecha: 31/07/2024



Índice

1 Objetivo y alcance	3
2 Emplazamiento	4
2.1. Edificio CITEXVI, Universidad de Vigo	4
2.2. Acceso al laboratorio en el edificio CITEXVI.....	5
2.3. Espacio para la instalación de la planta piloto	6
3 Suministro y montaje del equipo.....	6
3.1. Descripción general del equipo	7
3.2. Requisitos técnicos fundamentales	8
3.2.1. Reactor con agitador y cesta de catalizador	8
3.2.2. Control de flujo de gas de entrada/consumo.....	8
3.2.3. Termostato	9
3.2.4. Control de presión	9
3.2.5. Muestreo de productos.....	10
3.2.6. Salida de gas.....	10
3.2.7. Equipos auxiliares y otras especificaciones	10
4 Instalación, configuración y validación	11
5 Formación	12
6 Garantía	12
7 Servicio postventa y mantenimiento	13
8 Documentación.....	13
9 Lugar de entrega.....	13
10 Documentación aportada por el licitador.....	13
11 Criterios de evaluación de aspectos técnicos.....	14



1 Objetivo y alcance

El presente documento **tiene como objetivo** establecer las **especificaciones técnicas** que deberá cumplir el adjudicatario para el suministro, puesta en marcha y formación de una **planta piloto de hidrogenación catalítica de CO₂ para producir metanol en el marco del proyecto HYDEA (EAPA_0057/2022)**. La planta piloto constará de un sistema integrado por un reactor con agitador y cesta de catalizador con termostato y control de flujo de gas, y se ubicará en las instalaciones de EnergyLab, situadas en el edificio CITEXVI, en la Universidad de Vigo.

El **alcance** de los servicios requeridos cubre las siguientes tareas:

- **Suministro y montaje** de los equipos que conformarán el sistema integrado de planta piloto de hidrogenación.
- **Instalación, configuración y validación** del sistema.
- **Formación** del personal para el correcto funcionamiento y mantenimiento del sistema.
- **Garantía. A contar desde la fecha de entrega y puesta en marcha del reactor.**
- **Servicio postventa y mantenimiento** del correcto funcionamiento del reactor hasta el final del proyecto.
- **Aportación de documentación:** Manual de instrucciones y otra documentación que pueda ser necesaria para el correcto funcionamiento y mantenimiento durante la vida útil del sistema (manual de instalación, especificaciones de operación y mantenimiento, planos, datos de contacto del fabricante, gestión de residuos, etc).

Adicionalmente, también se considerarán en el alcance los siguientes aspectos:

- Todos **los servicios y equipos** suministrados que, aunque no estén contemplados en el presente documento, sean necesarios para el correcto funcionamiento de la planta piloto de hidrogenación, y que sigan las **normas o reglamentos correspondientes**. Este debe incluir todo lo necesario para que la instalación esté en condiciones adecuadas para un funcionamiento eficiente.
- **Control de calidad y suministro** de todos los materiales, dispositivos, herramientas, equipos de montaje, sistemas de transporte y demás



componentes que sean necesarios para la **correcta ejecución de la planta y para satisfacer las condiciones de seguridad en el trabajo.**

- **Los servicios de ingeniería requeridos para la instalación y correcto funcionamiento** de los elementos considerados anteriormente, indicando los requisitos técnicos adicionales para el correcto funcionamiento de la planta piloto.

2 Emplazamiento

2.1. Edificio CITEXVI, Universidad de Vigo

La planta piloto se ubicará en el interior de las instalaciones de EnergyLab, en el edificio CITEXVI de la Universidad de Vigo (Fonte das Abelleiras, s/n, 36310, Vigo) (Pontevedra), España.



Figura 1. Edificio CITEXVI. Fuente: CITEXVI

La siguiente figura representa el mapa donde se encuentra ubicado el edificio CITEXVI.

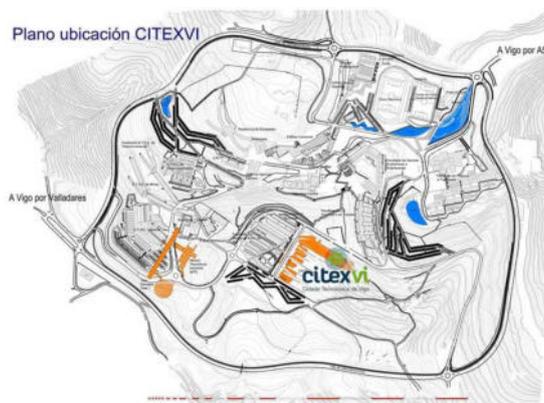


Figura 2. CITEXVI Mapa de localización. Fuente: CITEXVI.

2.2. Acceso al laboratorio en el edificio CITEXVI

La planta piloto de hidrogenación estará ubicada en el laboratorio de EnergyLab en el primer sótano del edificio CITEXVI.

Camino de entrada a la puerta de acceso:

El camino de entrada tiene 320 cm de ancho y el acceso al edificio tiene dos puertas con una dimensión total de 180 cm (ancho) x 200 cm (alto).



Figura 3. Mapa de ubicación del CITEXVI. Fuente: CITEXVI.

Entrada al laboratorio:

La entrada al edificio se encuentra en el segundo sótano. Para llegar al primer sótano, la carga debe pasar por una puerta doble de 180 cm (ancho) x 200 cm (alto) y encajar en el interior del ascensor, con una puerta de 115 cm (ancho) x 218 cm (alto) x 240 cm (profundidad).



Figura 4. Acceso por el segundo sótano del edificio CITEXVI y ascensor.

EnergyLab no dispone de los equipos de elevación necesarios para la descarga del camión ni de los puertos de carga, por lo que el adjudicatario deberá facilitarlos.



Hall de entrada al laboratorio:

El siguiente camino desde el ascensor hasta el laboratorio EnergyLab tiene 260 cm de ancho y una puerta doble de 180 cm (ancho) x 200 cm (alto), seguido de un segundo pasillo de 200 cm de ancho y otra puerta de 160 cm (ancho) x 240 cm (alto).



Figura 5. Hall de entrada al laboratorio.

2.3. Espacio para la instalación de la planta piloto

La planta piloto se ubicará en función del espacio disponible en el laboratorio. La Figura 6 muestra la disposición de la planta piloto de metanol y una medida estimada de sus dimensiones.

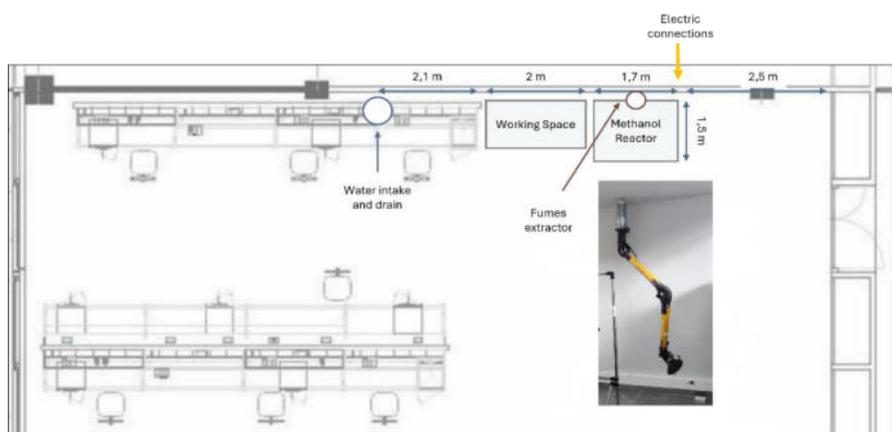


Figura 5. Distribución estimada de la planta piloto de hidrogenación.

3 Suministro y montaje del equipo

Se requiere el suministro y montaje de los equipos necesarios para la construcción de la planta piloto de producción de metanol, incluyendo la preparación y entrega de toda



la documentación exigida por la legislación vigente en España y las especificaciones del presente documento.

A continuación, se detallan los equipos y sistemas objeto de esta contratación, describiéndose los **requisitos mínimos** que deben cumplir. En caso de que no se cumplan estos requisitos, la oferta se considerará **no válida**. Ha de tenerse en cuenta que asimismo en cada apartado se presentarán **requisitos adicionales** que, si bien no son necesarios, serán valorados favorablemente. Estos requisitos aparecerán destacados como **Opcional**.

3.1. Descripción general del equipo

El sistema, consistente en una **planta de hidrogenación catalítica de CO₂**, constará de un **reactor agitado de alta presión** y una **cesta para la ubicación del catalizador**, siendo el reactor de un volumen mínimo de 1 L. La opción seleccionada deberá cumplir **todos los criterios técnico-económicos especificados**, garantizando las medidas de seguridad. El sistema estará provisto de un termostato y los controladores necesarios para el control y medición de presión y temperatura. La **Figura 6** muestra el esquema básico del proceso con las diferentes unidades que debe incluir el sistema y las variables que se deben medir en la planta de hidrogenación.

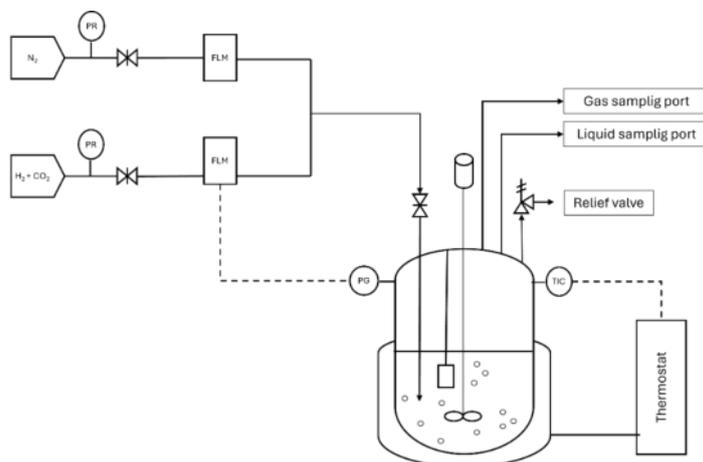


Figura 6. Esquema de las unidades y las variables monitoreadas requeridas para el piloto de hidrogenación. PR: Reductor de presión, FLM: Caudalímetro y TIC: Controlador indicador de temperatura.

A continuación, en los siguientes subapartados, se detallan los requisitos **mínimos** que debe cumplir el equipo solicitado.



3.2. Requisitos técnicos fundamentales

3.2.1. Reactor con agitador y cesta de catalizador

La planta piloto de hidrogenación estará compuesta por un recipiente agitado a presión que podrá trabajar a diferentes temperaturas hasta un máximo de 300 °C y una presión de hasta 70 bares. El reactor estará fabricado en acero inoxidable y deberá incluir todo el material necesario para asegurar su estanqueidad.

Los catalizadores utilizados para este proceso, **que serán proporcionados por EnergyLab**, pueden suministrarse en dos formas diferentes: pellet o polvo. Para el uso de catalizadores en forma de pellet, el sistema **deberá contar con una cesta** catalítica que permita controlar la adición del catalizador dentro del reactor. Este accesorio debe colocarse de forma independiente y con posibilidad de disponerse cerca del fondo del reactor, permitiendo trabajar a distintos volúmenes.

Opcional: Adicionalmente, se considerará que todos o parte de los equipos asociados con el sistema propuesto estén constituidos bajo las **normas de seguridad ATEX**. Será también valorable que se proporcionen **diferentes cestas catalíticas** para albergar diferentes tipos de catalizadores.

3.2.2. Control de flujo de gas de entrada/consumo

Se espera que el reactor se alimente con dos corrientes de gas reguladas de forma independiente: **N₂** (gas de purga) **y una mezcla de H₂ + CO₂**. Estos gases serán suministrados por diferentes botellas de gas comerciales ubicadas en las instalaciones de EnergyLab. En consecuencia, el adjudicatario deberá proporcionar **los equipos y conexiones** necesarios para la alimentación de gas y los **controladores de flujo** necesarios para la medición y ajuste del flujo de gas.

Los gases deberán ser alimentados directamente al reactor de hidrogenación, que contará con un agitador de arrastre de gas que permitirá una correcta mezcla del gas alimentado (CO₂ + H₂) con el catalizador en un medio líquido. El solvente utilizado en este proceso será un aceite mineral suministrado por EnergyLab. El solvente utilizado presentará una viscosidad dinámica máxima de 80 mPa.s a 20 °C, por lo que el agitador deberá contar con el torque necesario para asegurar la correcta agitación del medio.



Opcional: Accesorios adicionales para carga y descarga del disolvente. Por ejemplo, válvulas de descarga en el fondo del reactor.

3.2.3. Termostato

Se controlará la temperatura del proceso para mejorar la eficiencia de conversión del catalizador. Para ello, el reactor deberá estar equipado con un sistema de calefacción que permita configurar las temperaturas necesarias para el proceso. Así, el reactor debe ser capaz de funcionar a una temperatura máxima de trabajo de hasta 300° C.

Además, para garantizar la estabilidad de la reacción, el sistema de calentamiento debe proporcionar los medios necesarios para **controlar la temperatura en el interior del reactor**. Esto será especialmente importante para evitar el sobrecalentamiento del reactor y el efecto de sinterización del catalizador debido a la condición altamente exotérmica de la reacción de síntesis de metanol.

3.2.4. Control de presión

Como en el caso anterior, **se debe controlar la presión en el interior del reactor** para evaluar su influencia en el desarrollo del proceso y el rendimiento de la reacción. Es por ello por lo que el sistema propuesto debe contar con los medios necesarios para un control, ajuste y medición preciso de este parámetro, que podrá alcanzar un **máximo de 70 bar**.

Considerando las condiciones de reacción y la presión correspondiente de las botellas de gas, el sistema de dosificación debe incluir un **reductor de presión** para ajustar el gas de entrada a la presión requerida en cada parte del proceso.

Al mismo tiempo, este reductor de presión debe **controlarse automáticamente** en función de la presión medida en el interior del reactor, ya que la reacción de hidrogenación puede provocar el desarrollo de **caídas de presión** durante el tiempo de reacción. Esto también puede ser relevante para evitar **condiciones de sobrepresión** que podrían afectar las condiciones de seguridad. Para ello, el reactor también debe estar equipado con una **válvula de alivio** que pueda actuar como medida de seguridad ante un exceso de presión, así como con un **disco de ruptura**.



Opcional: Se valorará la presencia en el sistema de cualquier otro elemento que asegure las máximas condiciones de seguridad para trabajar con reactores a alta presión.

3.2.5. Muestreo de productos

Para evaluar la eficiencia de conversión del proceso y los datos de selectividad del catalizador, el reactor debe incluir un **sistema de muestreo** que asegure la recogida de muestras de gases y líquidos en condiciones ambientales para garantizar las condiciones de seguridad.

Opcional: Además, se tendrá en cuenta que el sistema permita un muestreo continuo durante la reacción.

3.2.6. Salida de gas

Una vez que se completa la reacción, el gas restante consistirá principalmente en una **mezcla de CO₂, H₂ y CO**. Considerando el riesgo asociado a estos dos últimos gases, la línea de salida de gas deberá disponerse **adecuadamente bajo un extractor de gases** ubicado en las instalaciones de EnergyLab. Esto quiere decir que el adjudicatario ha de proporcionar las conexiones necesarias para tal fin. Dichas conexiones se detallarán en mayor medida durante la instalación de los equipos, si bien se prevé que únicamente sea necesario un tubo de conexión.

Además, el sistema deberá estar provisto de los materiales necesarios para asegurar la **salida del gas en condiciones ambientales** (reducción de presión y temperatura).

Opcional: Se considerará el suministro de detectores de H₂ y CO para asegurar la seguridad de los operarios.

3.2.7. Equipos auxiliares y otras especificaciones

Las ofertas deberán incluir todo el material necesario para la **instalación del equipo y su correcto funcionamiento**. Por tanto, se deberá reflejar en la oferta la inclusión de **paneles y otros soportes** que permitan la instalación de los instrumentos y sistemas reflejados en los apartados anteriores, así como todas **las conexiones y válvulas** que permitan un correcto flujo de gases dentro del sistema y todo el material necesario para la instalación eléctrica del equipo, incluyendo protecciones para garantizar las condiciones de seguridad.

TSB0223PC002_v00	05/05/2024
------------------	------------



Sistemas de seguridad: La planta piloto deberá incluir un sistema de seguridad que permita una parada de emergencia rápida, controlada y segura.

Opcional: Además, se tendrá en cuenta positivamente en la valoración que la planta piloto incluya un armario o contenedor para la botella de CO₂ + H₂ que asegure su funcionamiento en condiciones de seguridad y evite el desarrollo de atmósferas explosivas por fuga de gases.

Sistema de supervisión: Se debe proporcionar cualquier software necesario para la correcta medición y control de todos los parámetros y variables mencionados anteriormente.

Opcional: La inclusión de ordenadores u otros equipos que puedan ayudar en el control y operación del reactor se valorarán positivamente.

La oferta debe detallar todos los **servicios auxiliares necesarios** para el correcto funcionamiento del piloto: agua, necesidad de drenaje para evacuar condensados, etc.

En cuanto a las **especificaciones eléctricas**, la oferta debe especificar el consumo energético del sistema, así como todas las conexiones y otros requisitos necesarios para la correcta instalación de la planta piloto. Ha de tenerse en cuenta que la capacidad eléctrica del laboratorio es: 14,5 kW (63A) para conexiones trifásicas y 5,75 kW (25A) para conexiones monofásicas.

En resumen, el sistema suministrado debe ser capaz de medir, registrar y ajustar todas las siguientes variables: flujos de gas, temperatura de proceso y presión dentro del reactor. Además, debe permitir al operador obtener muestras de gases y líquidos para asegurar el correcto seguimiento de la reacción.

4 Instalación, configuración y validación

El adjudicatario deberá instalar, supervisar y configurar todos los equipos y dispositivos requeridos en este documento en las instalaciones de EnergyLab.

La puesta en marcha y validación del sistema se considerará lista cuando se realicen todas las instalaciones y se cumplan al menos todos los requisitos siguientes:

TSB0223PC002_v00	05/05/2024
------------------	------------



- Validación de la correcta instalación de todos los sistemas requeridos en este documento.
- Protocolo de encendido y puesta en marcha del sistema.
- Validación del sistema de alimentación de gas según los objetivos expuestos en los apartados anteriores.
- Comprobación de la estanqueidad del sistema para evitar fugas de gas.
- Pruebas de carga y descarga de la cesta del catalizador y del disolvente.
- Verificación del sistema de calefacción. Se deberá realizar una prueba para evaluar la capacidad del sistema para funcionar en el rango de temperaturas establecido en el presente contrato.
- Verificación del sistema de control de calefacción para asegurar la capacidad de autoajuste y el correcto ajuste de la temperatura de trabajo.
- Pruebas para comprobar que la presión funciona según las especificaciones del presente documento. Se deben verificar todos los sistemas involucrados en el monitoreo y control de la presión.
- Enfriamiento y apagado del sistema.
- Procedimientos de emergencia durante la operación del sistema.

5 Formación

La oferta propuesta por los candidatos deberá incluir **un plan de formación del personal** de EnergyLab para asegurar el correcto funcionamiento de todos los componentes que componen el sistema (p. ej. reactor, controlador, sistema de calefacción, sistema de alimentación de gas, etc.).

Para ello, el adjudicatario deberá disponer de un operador técnico cualificado que deberá acompañar al personal durante la verificación del sistema y darle la formación adecuada relacionada con el correcto funcionamiento del sistema y de todos los dispositivos adquiridos. El procedimiento de formación se realizará de forma presencial, en las instalaciones de EnergyLab.

6 Garantía

El período de garantía, a contar desde la entrega y puesta en marcha del reactor de hidrogenación, será de al menos un año para los equipos instalados.

TSB0223PC002_v00	05/05/2024
------------------	------------



Durante este tiempo, cualquier defecto en el diseño o instalación del equipo, baja calidad de los materiales o cualquier otro mal funcionamiento de la instalación observado durante su normal funcionamiento correrá a cargo de la empresa proveedora, que será responsable de los materiales defectuosos y de los trabajos necesarios para corregir estos problemas hasta asegurar el correcto funcionamiento del sistema, sin ningún coste adicional para EnergyLab.

Todos los componentes que puedan ser reemplazados o reparados durante esta corrección de error se considerarán nuevos y de ser así, el período de garantía se reiniciará luego de su reemplazo.

7 Servicio postventa y mantenimiento

El adjudicatario prestará el servicio postventa (asesoramiento y soporte) y el mantenimiento del equipo hasta el final de ejecución del proyecto HYDEA, teniendo en cuenta eventuales prórrogas de ejecución (ver Pliego Condiciones Administrativas - Cláusula 4).

8 Documentación

Durante el plan de formación del personal, el adjudicatario deberá incluir, ya sea en español o inglés, todos los documentos y manuales necesarios para el correcto funcionamiento y mantenimiento del sistema, incluyendo un listado con especificaciones técnicas de los equipos incluidos durante la firma del contrato. Además, se deberán proporcionar todos los datos relacionados con los fabricantes de los equipos.

9 Lugar de entrega

La entrega del sistema, la instalación y la formación del personal se realizarán en las instalaciones de EnergyLab. En concreto, el sistema se ubicará en las instalaciones descritas en el apartado 2.

10 Documentación aportada por el licitador.

Los licitadores deberán aportar, como mínimo, la siguiente documentación técnica:

TSB0223PC002_v00	05/05/2024
------------------	------------



1. Memoria técnica de la planta piloto. El solicitante deberá incluir un informe detallado de las partes que componen el sistema, así como una breve explicación de su funcionamiento, incluyendo las capacidades y limitaciones de la planta de acuerdo con los requisitos técnicos fundamentales expuestos anteriormente (Cláusula 3.2.).
2. Esquema con las dimensiones, tanto de la planta piloto, como de otros equipos que puedan ser necesarios para la correcta instalación del sistema dentro del laboratorio de EnergyLab de acuerdo con las especificaciones recogidas en la cláusula 2.
3. Cualquier otra información adicional recogida en el presente documento y que pueda ser susceptible de ser valorada por la mesa de contratación.

11 Criterios de evaluación de aspectos técnicos.

Para la evaluación de las propuestas, la mesa de contratación de EnergyLab considerará como requisitos mínimos todo lo expuesto en los apartados anteriores.

Adicionalmente, todos los ítems considerados como opcionales a lo largo del pliego serán evaluados de 1 a 3 puntos dependiendo de la importancia del elemento. La puntuación máxima es de 20 puntos.

Requisitos	Artículo	Puntuación
Reactor con agitador y cesta de catalizador	Requisitos de seguridad ATEX (1 punto por equipo ATX, hasta un máximo de 3)	3
	Cestas aptas para distintos catalizadores	1
Control de flujo de gas de entrada/consumo	Accesorios adicionales para carga/descarga del disolvente.	1
Control de presión	Otros elementos que aseguren las condiciones de máxima de seguridad al trabajar con reactores a presión	2
Muestreo de productos	Sistema de muestreo en continuo	3

TSB0223PC002_v00	05/05/2024
------------------	------------



Salida de gas	Suministro de detectores de H ₂ y CO	2
Equipos auxiliares y otras especificaciones	Armario seguridad botellas	3
	Ordenador	2
Garantía	Superior a un año	3

TSB0223PC002_v00	05/05/2024
------------------	------------



Centro Tecnológico de Eficiencia
y Sostenibilidad Energética

energylab@energylab.es

Edificio CITEXVI

Fuente das Abelleiras, s/n. 36310, Vigo.

T_986 12 04 50 F_986 12 04 51

energylab@energylab.es

www.energylab.es