

# **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS QUE HABRÁ DE REGIR LA LICITACIÓN, MEDIANTE PROCEDIMIENTO NEGOCIADO SIN PUBLICIDAD ARMONIZADO, PARA LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UNA PLANTA DE RECUPERACIÓN DE HELIO GAS Y SU LICUEFACCIÓN PARA SISTEMAS EXPERIMENTALES CRIOGÉNICOS PARA LA FUNDACIÓN DONOSTIA INTERNATIONAL PHYSICS CENTER**

## **1. OBJETO DEL CONTRATO**

El objeto del contrato lo constituye el suministro, instalación y puesta en marcha de una planta de recuperación de helio gas y su licuefacción para sistemas experimentales criogénicos.

En los términos recogidos en la Cláusula 1 del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, el presente procedimiento de contratación se va a tramitar mediante procedimiento negociado con único empresario, al amparo de lo dispuesto en el apartado 2 de la letra a) del artículo 169 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014 (en adelante, LCSP), a cuyos efectos se cursará invitación a ABSOLUT SYSTEM, SAS.

## **2. CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO**

La planta de licuefacción de helio tendrá las siguientes características técnicas mínimas:

- Colector de gas de baja presión equipado con 5 tomas de  $\frac{3}{4}$  y  $\frac{1}{2}$  de pulgada.
- Una bolsa de gas de recuperación de helio atmosférico con un **volumen de ~8,5 m<sup>3</sup>** correspondiente y equivalente a **11 litros de helio líquido**.
- Un compresor de recuperación de helio a **media presión** (27,6 bar), con un caudal de **12.7 m<sup>3</sup> /hora**.
- **Cuatro cilindros** de almacenamiento de helio a media presión (27.6 bar) con una capacidad total de 49,2m<sup>3</sup> de gas Helio comprimido, ~65L de He líquido.
- Un **purificador automático** de helio integrado entre el almacenamiento de gas a media presión y el Dewar de almacenamiento de líquido, con **control de la pureza**

del Helio (Pureza  $\geq 99.9995\%$ ).

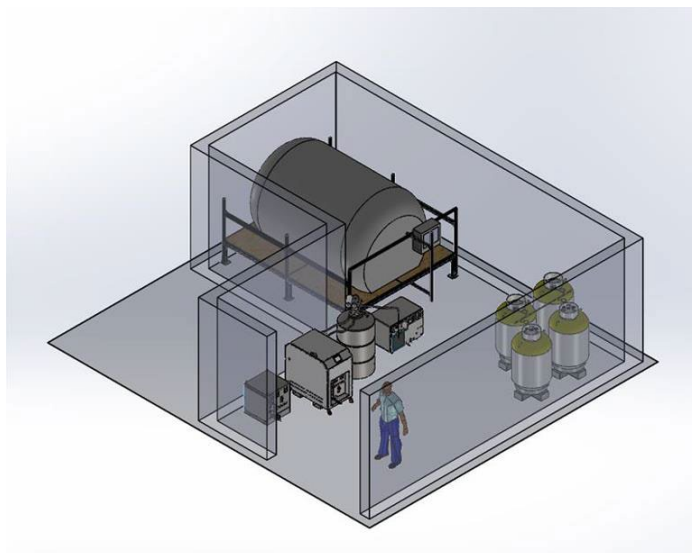
- Un **Dewar de almacenamiento** de líquido con una capacidad de 150 litros (LHeP28).
- Un **panel de control** montado en la pared para el **control de la planta LHeP**.
- Las distintas mangueras y equipos que permiten el **funcionamiento en ciclo cerrado del compresor de media presión**, las botellas de almacenamiento, el purificador, la cabeza fría y el compresor.

## 2.1. IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA

Las áreas necesarias para los componentes del sistema son las siguientes:

- L 4 m x 1 2,60 m x H 2,20 m para la **bolsa de gas** de almacenamiento a baja presión (por tanto, 10,5 m<sup>2</sup>), que se colocará en la sala del licuefactor.
- 1m x 1,2m para el **compresor de media presión**, 1,2 m<sup>2</sup>.
- 1m x 1m para **cada botella de almacenamiento** de media presión, 4 m<sup>2</sup> en total.
- 1,5 m x 1 m para el **purificador automático**, a fin de reservar espacio suficiente para el mantenimiento preventivo (regeneración del adsorbedor, sustitución del adsorbedor de tamiz molecular), de 1,5 m<sup>2</sup>.
- 2m x 2m para cada una de las **instalaciones de licuefacción**, con el fin de garantizar la comodidad de los operadores.
- 1m x 1m para el **compresor CPA1114**, con el fin de reservar un espacio suficiente para el mantenimiento preventivo (sustitución del adsorbedor de tamiz molecular).

Para integrar el sistema completo en la sala correspondiente, la disposición del equipamiento deberá ser similar a esta:



## 2.2. DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE

### 2.2.1. COLECTOR DE BAJA PRESIÓN

El colector de baja presión, que conectará la tubería de recuperación del edificio a la **línea de recuperación**, utilizará una **interfaz de  $\frac{3}{4}$ » MNPT o KF** para **acoplarse al circuito** de helio de evaporación del usuario. El colector deberá estar equipado con 5 Aeroquips® que se utilizarán para **recoger helio** de diferentes fuentes y enviarlo a la bolsa de recuperación de helio.

### 2.2.2. BOLSA DE GAS DE RECUPERACIÓN DE HELIO

- La bolsa de gas de recuperación atmosférica deberá **recuperar el gas Helio a baja presión**, debiendo estar conectados por tanto la red de recuperación del usuario y cualquier otro/s Dewar/s viajero/s propiedad del DIPC, al igual que los purificadores y los licuefactores.
- El **volumen de almacenamiento** consistirá en **8,5m3 de gas helio** (almacenamiento equivalente a  $\sim 11\text{L}$  de helio líquido).
- Las **dimensiones** de la bolsa de gas de recuperación serán L 3,2m l 2,10m H 1,80m.
- La bolsa de gas **se ubicará en la sala del licuefactor** y se instalará en una estructura

que deberá estar incluida en la oferta.

- La bolsa de gas está **equipada** con:
  - Un marco de aluminio.
  - Un conector transversal con una válvula de seguridad de 10 mbar.
  - Un conjunto de medición de nivel compuesto por un sistema de dos sensores láser de posición por compresor de media presión, que envían una señal de umbral alto o de umbral bajo para poner en marcha o apagar los compresores de helio de media presión.

### 2.2.3. COMPRESORES DE HELIO DE MEDIA PRESIÓN

El compresor de helio de presión media, cuya figura se mostrará a continuación, se utilizará para **comprimir el gas helio de la bolsa** de recuperación descrita anteriormente y **llenar cuatro cilindros** de almacenamiento con gas helio comprimido (almacenamiento: 55,2 m<sup>3</sup> a 27,6 bar, igual a ~73,6L de helio líquido).



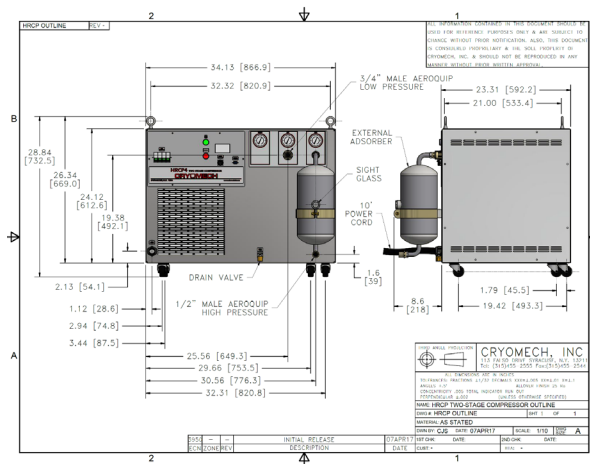
La **presión máxima** del compresor deberá ser de 27,6 bar (400 PSI) y la de aspiración se ajustará justo por encima de la presión atmosférica.

Las **características técnicas mínimas** del compresor de helio de presión media son las siguientes:

- **Consumo de energía:** a 380-415 VAC, 3 Ph + Tierra + Neutro, protección 32A, 50Hz: 5,5 kW.
- **Caudal de helio:** 12,7 Nm<sup>3</sup>/h (equivalente a 0,28 L de helio líquido por minuto).
- **Presión de entrada:** 0-3 PSI (,21 bar).
- **Presión máxima de salida:** 27,6 bar (400 PSIG)-.

- **Peso:** 157 kg.
- **Dimensiones:** - L x A x A: 62 x 88 x 71 cm.
- **Refrigeración por aire**
- **Temperatura ambiente:** mín. 7 °C, máx. 38 °C.
- **Conector de aspiración:** *aeroquip 3/4*» macho. Se deberá suministrar un conector específico para la conexión a la línea de recuperación.
- **Conexión de salida HP:** *aeroquip 1/2*» macho. Se proporcionará un conector *aeroquip* hembra de 1/2» para la conexión de la tubería de acero inoxidable a los cilindros de almacenamiento.

El esquema del compresor de media presión refrigerado por aire deberá tener la siguiente estructura:



Se suministrará con un adsorbedor adicional (regenerable) similar al del purificador.

## 2.2.4. CILINDROS DE ALMACENAMIENTO DE MEDIA PRESIÓN

Las características técnicas mínimas de los cilindros de almacenamiento serán:

- **Presión de trabajo:** 325-400 PSIG (22 a 27,6 bar).
- **Presión de prueba:** 800 PSIG (55,2 bar).
- **Válvula de seguridad:** 600 PSIG (41,4 bar).

- **Capacidad de almacenamiento a 400 PSIG:** 12,3 m<sup>3</sup> de gas expandido, es decir, aproximadamente 16,4 litros de líquido por botella.
- **Peso:** 123 kg (vacío)
- **Dimensiones:** - Ø x H: 76 x 132 cm

Los cilindros de media presión deberán estar **limpios y desgasificados**, listos para ser utilizados para el almacenamiento de helio puro y, además, deberán estar conectados entre sí por un **colector de acero inoxidable** que estará conectado, a su vez, al escape del compresor de media presión por un tubo de acero inoxidable (tipo 1/2").

Se suministrará, además, un **regulador de presión** equipado con un **sensor de presión** para la conexión del circuito de recuperación MP al purificador automático de helio.

#### **2.2.5. PURIFICADORES AUTOMÁTICOS DE HELIO APT602**

Los purificadores de helio se utilizarán para **purificar el gas helio almacenado** en el circuito de recuperación de media presión **antes de la licuefacción**. Estos purificadores deberán ser automáticos y autónomos.

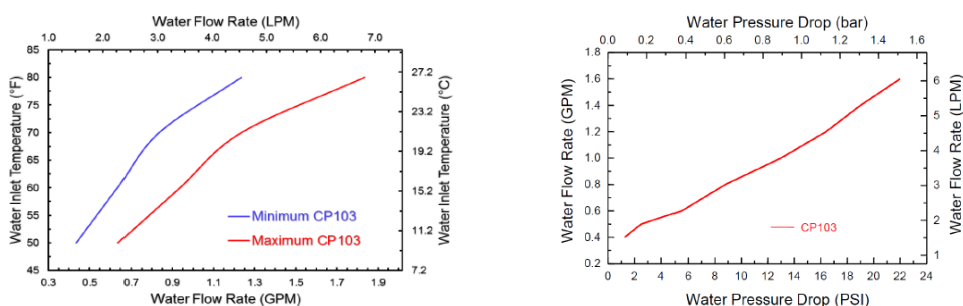
El purificador automático incluirá el equipo necesario para la **regeneración de la trampa** (calentamiento/bombeo). El compresor de helio (tipo CP103, tecnología *scroll*) de la máquina criogénica estará **refrigerado por agua** y la unidad deberá estar montada sobre un chasis con ruedas y estar conectada a la red monofásica de 220 V/50 Hz.

El **nivel de pureza** se controlará mediante un analizador interno que autoriza o no el suministro de gas a la planta de licuefacción de LHeP.

El **purificador automático de helio** deberá tener esta estructura y los siguientes requisitos técnicos:

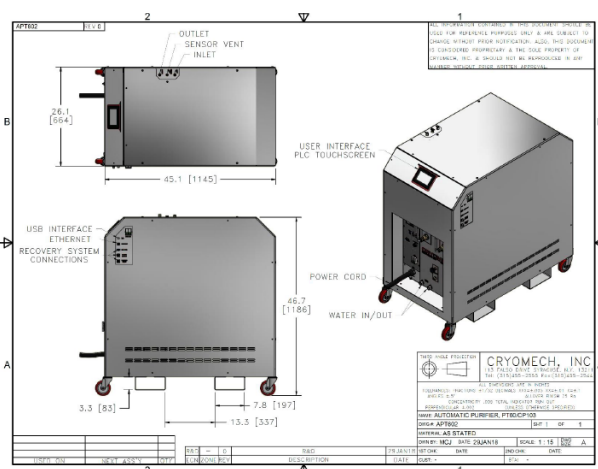


- **Velocidad de purificación:** 0-55 litros/minuto
- **Pureza:**  $\geq 99,9995\%$  (LHeP necesita para:  $\geq 99,99\%$ )
- **Consumo de energía:** 2,9 kW en 220V/50Hz/1ph/32<sup>a</sup>
- **Caudal de agua de refrigeración:** Mínimo 4,5 litros/min (con temperatura 27°C máx.).  
La relación caudal/temperatura y las caídas de presión deberán corresponder con los siguientes gráficos:



- **Masa:** 250 kg
- **Dimensiones:** 114 x 66 x 119 cm
- **Ruido acústico:** 70 dBA a un metro

El esquema del purificador deberá ser el siguiente:



El purificador deberá estar equipado con un PLC de **pantalla táctil** para controlar las

operaciones y visualizar los parámetros del sistema: presiones, temperaturas, pureza, estado de las electroválvulas, calefacción, bomba, etc....). Este PLC deberá mostrar, entre otros, un diagrama de flujo de gas y válvulas activas, un registro de eventos y la información de red. El equipo deberá informar al operador cuando la trampa se esté regenerando; no obstante, el operador podrá forzar la regeneración en caso de que fuese necesario. El tiempo de regeneración deberá ser de unas 9 horas en la red de 50 Hz, durante las cuales se detiene la producción de helio líquido. La frecuencia de regeneración deberá depender del caudal y de la contaminación del gas de entrada.

Los purificadores deberán tener, además, las siguientes características adicionales:

- **Un adsorbedor de agua adicional:** El adsorbedor se utilizará para atrapar la humedad con el fin de **suministrar helio seco** al purificador. Este adsorbedor deberá **regenerarse** cuando aparezca un nivel de humedad en la ventana. La regeneración se realizará **bombeando en seco** y calentando el adsorbedor a  $\sim 90^{\circ}\text{C}$  después de desconectarlo del purificador. El tiempo de regeneración del adsorbedor será de **48 horas** (sin contar el calentamiento y el enfriamiento hasta temperatura ambiente). El adsorbedor, además, deberá estar equipado con conexiones autosellantes AEROQUIP en la entrada y la salida.
- Una **manta calefactada** para la regeneración del adsorbedor del purificador de helio con un consumo eléctrico 500W a 230V / 50Hz / 1 Ph.
- Un **colector de tuberías/acondicionamiento de Helio** que se utilizará durante las fases de regeneración del adsorbedor del purificador.
- Un **regulador de presión** que se colocará en el circuito de media presión. El regulador estará equipado con un **transmisor de presión** que se copiará a la pantalla principal del licuefactor para disponer de información sobre el estado del almacenamiento de media presión.
- Un **conector flexible** de acero inoxidable de 1/4» entre el regulador y la depuradora con una longitud estándar del flexible 4,5 metros (a convenir) y conexión Aeroquip 1/4» autosellante a la entrada del purificador.
- Un **conector flexible** de acero inoxidable de 1/4» que une el purificador con el licuefactor, con una longitud flexible estándar 4,5 metros (a convenir) y conexión Aeroquip autosellante de 1/4» en el lado del purificador y acoplamiento rápido Swagelok en el lado del LHeP.

### 2.2.6. PLANTA DE LICUEFACCIÓN LHEP28

El licuefactor deberá ofrecer una **capacidad de licuefacción garantizada de  $\geq 28$  litros/día** a 4,42K con un ajuste estándar de 3 PSIG (200 mbar) a partir de vapores de Helio a temperatura ambiente, capacidad que se conseguirá con la pata de extracción permanentemente integrada en el Dewar y que será continua a 3 PSIG y no se limitará ni se detiene durante las transferencias.

El licuefactor deberá contar con un **cabezal frío de tubo de impulsos** montado en el cuello del Dewar de almacenamiento de 150 litros equipado con una línea de transferencia. El Dewar con su cabeza fría se separará del compresor de helio mediante **dos líneas flexibles**.

La tasa de licuefacción de 28 litros/día será continua a 3 PSIG y no estará limitada por una parada durante la transferencia. Al mantener una presión de funcionamiento de 3 PSIG, no deberá existir ninguna variación en la temperatura del cabezal frío que pudiera afectar a la tasa de licuefacción.

El licuefactor mantendrá el helio líquido almacenado en el Dewar hasta que no se suministre gas a la unidad y la presión estará entre 0,75 PSIG (52 mBar) y 6 PSIG (410mBar).

El proceso de licuefacción estará automatizado y el nivel de líquido se controlará mediante una **sonda de nivel superconductora**. El monitor de nivel de líquido LM510 realizará una medición cada hora (que podrá cambiarse durante las transferencias para obtener un periodo de medición más rápido). La pantalla de control mostrará el modo en el que se encuentra la unidad, y podrá conectarse remotamente a través de Ethernet para su monitorización y visualización a distancia.

Los tres modos de funcionamiento serán los siguientes:

- **Cabezal frío regulado:** El sistema detendrá y arrancará automáticamente la cabeza fría para controlar la presión del dewar y la necesidad de potencia de refrigeración. Este modo tiene una mejor eficiencia energética. Cuando el dewar esté lleno, el compresor se parará y arrancará de nuevo cuando el nivel de líquido caiga 2 cm por debajo del lleno.
- **Calefacción regulada:** El compresor funcionará continuamente en este modo, manteniendo la cabeza fría una **temperatura baja para licuar** el gas helio. Si se interrumpiese el flujo de gas helio al Dewar, la cabeza fría deberá estar lista para licuar inmediatamente en cuanto se restablezca el flujo. Si el Dewar está lleno y se extrae helio, el cabezal frío estará listo para licuar gas helio. Cuando el flujo vuelva

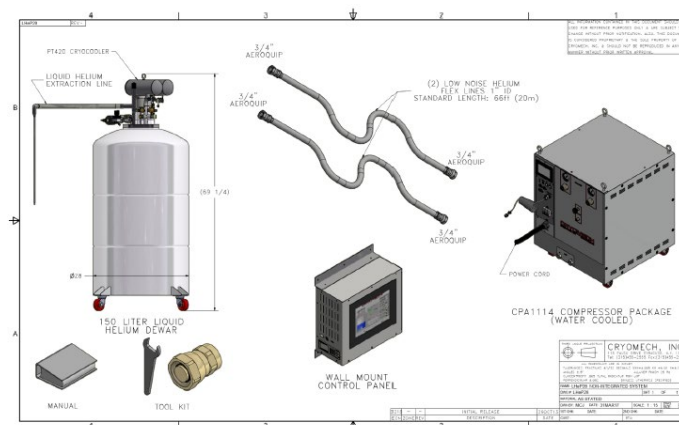
al Dewar, la presión aumentará y el calentador se apagará automáticamente. Cuando el Dewar esté lleno, el calentador se encenderá y elevará la presión a aproximadamente 6,0 PSIG. Esto evitará que el flujo pase a través del regulador de presión en el colector de entrada. Una vez que el nivel de líquido en el Dewar **caiga 2 cm por debajo del lleno**, el calentador se apagará, la cabeza fría licuará el helio, la presión caerá dentro del Dewar, y el gas helio fluirá de nuevo al Dewar a través del regulador de presión.

- **Modo OFF:** En el modo OFF, el compresor estará parado.

Por tanto, las **características técnicas mínimas del licuefactor** serán:

- **Velocidad de licuefacción:**  $\geq 28$  litros/día (4,42K / 200 mBar) en continuo, con línea de transferencia integrada.
- **Requisito de He gaseoso:** 13,6 SLPM con pureza 99,99% y presión 10,3 bar (150 PSI).
- **Dewar de almacenamiento:** 150 litros de LHe producidos.
- **Dimensiones del dewar:** 71 cm de diámetro y 176 cm de altura.
- **Interfaz de control:** PLC - pantalla táctil, montado en la pared.

El **LHeP** deberá tener la siguiente estructura y las siguientes características técnicas:



- Un **cabezal frío** bi-etapa (montado en el Dewar).

- Un **compresor de helio** tipo CPA1114 380/415V - 3 Fases + Tierra - 32A de protección- 50Hz, refrigerado por agua.
- Un par de **líneas flexibles** de helio HP/BP de 66Ft de largo.
- Un **dewar aislado al vacío de doble pared** con una capacidad de almacenamiento de 150 litros de líquido, equipado con:
- Una **línea de transferencia personalizada** con una parte flexible, de 198 cm de longitud, y una pata rígida, de 9,5 mm de diámetro y 63,5 cm de longitud (puede ajustarse bajo pedido), adaptada a las necesidades del viajero, para la extracción del líquido hacia el dewar viajero.
- Un **panel de control**, montado en la pared, que incluye: un regulador de presión, un regulador de nivel automático con una sonda de nivel superconductora, un PLC con pantalla táctil,
- Un **equipo de seguridad** bajo presión.
- Un **conector flexible** de acero inoxidable de 1/2» que una el dewar a la línea de recuperación de baja presión con longitud estándar del flexible 4,5 metros (a convenir) y acoplamientos autosellantes Aeroquip de 1/2« y MNPT de 1/2».

La pantalla táctil controlará automáticamente el funcionamiento de la LHeP, mostrando toda la información relevante del sistema y permitiendo la visualización y el control remotos del sistema (ETHERNET). Entre otros, deberá mostrar la presión media de reserva, la conexión del purificador, la pureza, el nivel de líquido helio en el dewar (cm & Litros), la presión del dewar, el estado de la(s) cabeza(s) fría(s) y de la calefacción.

### 2.2.7. DOCUMENTACIÓN

La documentación incluirá los siguientes elementos:

- Instrucciones de instalación y funcionamiento del purificador APT602 y del licuefactor LHeP.
- Informe de rendimiento del licuefactor.
- Certificados de conformidad CE.
- Curva de calibración del termómetro de cabeza fría (diodo de silicio).

- Descripción de las principales tareas de mantenimiento preventivo.

### 2.3. CHILLER

El chiller incluirá:

- Un enfriador de circulación Ultracool
- Pantalla de control remoto
- Detección de fases
- Filtro de aire
- Detector de fases eléctricas
- By-pass adicional para ajustar el caudal de agua
- Instalación y puesta en marcha de la enfriadora
- Tuberías, conexiones y 2 caudalímetros
- Protección contra la lluvia para el enfriador

Además, las características técnicas mínimas serán las siguientes:

- **Capacidad de refrigeración** (50 Hz) y temperatura del agua 10 °C: Temperatura ambiente +45°C: 18,9kW, Temperatura ambiente -5°C: 30,7kW
- **Alimentación:** 400VAC; 3Ph+E
- **Caudal de agua nominal:** 84,1L/min
- **Limitación de temperatura ambiente:** -15 °C mínimo, +50 °C máximo
- **Peso y dimensiones:** 720x910x1250mm, 184Kg

## 2.4. FORMACIÓN A USUARIOS Y MANTENIMIENTO

La formación in situ sobre el uso, el mantenimiento y la seguridad de los equipos será **impartida por personal de la empresa adjudicataria** a los usuarios de los equipos del DIPC y al personal encargado de su mantenimiento. La formación se realizará en las instalaciones del DIPC y será de 8h duración; y se impartirá en un día.

La formación deberá permitir el **máximo aprovechamiento de los equipos** que conforman la planta tras su instalación y el curso deberá consistir en describir detalladamente el funcionamiento de los equipos que conforman la planta y su mantenimiento; regeneración de filtros e instalación de software (si proceden); transferencia de LHe desde el licuefactor a un recipiente criogénico móvil presurizable (dewar); información sobre los riesgos y medidas preventivas en la utilización de gases a presión y líquidos criogénicos; localización de posibles averías de los equipos que conforman la planta y soluciones. El curso se impartirá para los diversos usuarios de la planta (máximo 10): técnicos, estudiantes de master y doctorado e investigadores responsables de los sistemas experimentales criogénicos.

## 3. INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

El equipo se suministrará incluyendo todos aquellos elementos necesarios para su correcta instalación, puesta a punto y funcionamiento.

La empresa adjudicataria deberá declarar el **conocimiento y aceptar las instalaciones existentes** (desagües, acometidas, etc....) tal y como están ejecutadas en obra, para dejar instalado y funcionando todos los equipos que se incluyen en este pliego, sin posibilidad de reclamar cambios futuros que fueran necesarios para la puesta en marcha de sus equipos e instalaciones.

Se deberán ejecutar e instalar todos los elementos necesarios o más adecuados, que el licitador considere, para el óptimo funcionamiento de sus equipos y para conseguir las condiciones exigidas en este pliego.

Protocolo de aceptación de los equipos que conforman la planta: Una vez instalada la planta de recuperación de helio gas y de su licuefacción, la empresa adjudicataria deberá demostrar su correcto funcionamiento y su estanqueidad con pérdida de helio gas máxima garantizada no superior a 0.5%.

#### 4.      **NORMATIVA**

La planta tendrá que cumplir con el “**Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos** y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10”, Real Decreto 656/2017 publicado en el BOE-A-2017-8755.