



CENER

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES

**PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL SUMINISTRO DE
MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN DE UN LAZO DE ENSAYO DE FLUIDO TÉRMICO PARA UNA
INFRAESTRUCTURA DE ENSAYO DE CAPTADORES SOLARES TÉRMICOS Y COMPONENTES
PARA MEDIA TEMPERATURA**

1.	PRESCRIPCIONES GENERALES	3
1.1	DATOS DE EMPLAZAMIENTO	3
1.2	SERVICIOS AUXILIARES.....	3
1.3	ALCANCE DE SUMINISTRO	3
1.4	DESCRIPCION BASICA DE LA INSTALACION	4
1.5	ESQUEMA BASICO DEL LAZO	7
1.6	RESUMEN DE PRINCIPALES REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LA INSTALACION.....	7
1.7	DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS EN SALA DE MÁQUINAS	8
2.	PRESCRIPCIONES ESPECIFICAS DE EQUIPOS	9
2.1	CÓDIGOS Y NORMATIVA APLICABLE	9
2.2	REQUISITOS EQUIPAMIENTO MECÁNICO	11
2.2.1	Redes de Tuberías para Fluidos	11
2.2.2	Fluidos secundarios	12
2.2.3	Bombas de fluido.....	12
2.2.4	Elementos de conexión a captadores.....	12
2.2.5	Sistema de Calentamiento.....	13
2.2.6	Sistema de Enfriamiento	13
2.2.7	Medida y regulacion de caudal.....	14
2.2.8	Sistema de vaciado y llenado.....	14
2.2.9	Sistema de expansión	14
2.2.10	Aislamiento térmico	15
2.2.11	Tomas para Sondas	15
2.3	REQUISITOS ELEMENTOS ELECTRICOS, INSTRUMENTACION Y CONTROL	16
2.3.1	Sistema de control e Instrumentación	16
2.3.2	Variables de sistema de control	17
2.3.3	Interfaz sistema de Control	20
2.3.4	Período de ensayo estacionario	20
2.3.5	Requisitos generales de instrumentación e instalación electrica.....	20
2.3.6	Motores eléctricos.....	21
3.	REQUISITOS DOCUMENTACION, PUESTA EN MARCHA Y FIN DE OBRA	22
3.1.1	Puesta en Marcha	22
3.1.2	Documentación a entregar con la oferta.....	22

1. PRESCRIPCIONES GENERALES

El presente pliego describe las características técnicas necesarias para el suministro de materiales y construcción de un lazo de ensayo de fluido térmico para una infraestructura de ensayo de Captadores Solares Térmicos y componentes para media temperatura.

La instalación que a continuación se describe y sus características técnicas y funcionales, tienen el carácter de mínimas aceptables, siendo susceptibles de mejora y ampliación.

Se aceptaran modificaciones para las soluciones propuestas, que mantengan la funcionalidad expuesta.

1.1 DATOS DE EMPLAZAMIENTO

La infraestructura de ensayos que se define en el presente documento, estará ubicada en las instalaciones que CENER tiene en el municipio de SARRIGUREN (Navarra), con coordenadas 42°48'56.9"N 1°36'09.7"W. Las condiciones climáticas (1981-2010) son:

- Temperatura máxima/ media/mínima: 40.2°C/12.9°C/-11.8°C.
- Humedad relativa muy variable con máximos del 98% y mínimos del 10%.
- Precipitación media anual: 771 mm
- Zona sísmica conforme a normativa sismorresistente NCSR-02.
- Sobrecarga admisible de la cubierta: 50 kg/m².

1.2 SERVICIOS AUXILIARES

En este apartado se definen los servicios auxiliares disponibles en emplazamiento:

- Alimentación eléctrica: Línea 400 VAC III en recinto sala de máquinas
- Red de drenajes de vertidos pluviales: Directamente a planta cubierta
- Agua de abastecimiento: Disponible en Sala de máquinas
- Aire comprimido para actuadores neumáticos: Disponible en sala de máquinas

1.3 ALCANCE DE SUMINISTRO

El alcance de suministro incluirá el diseño, fabricación, pruebas en taller, transporte, montaje en obra, pruebas de prestaciones in situ, así como las legalizaciones que sean necesarias para el normal funcionamiento y puesta en servicio.

Los límites de suministro quedan establecidos en la siguiente relación:

- Obra civil: Se consideran incluidos en el suministro las bancadas y los elementos de anclaje necesarios de los equipos.
- Alimentación eléctrica: Conexión a una línea exclusiva existente en la sala de máquinas donde irá ubicada toda la centralización de elementos de la instalación.
- Instrumentación y control: Borna de conector Ethernet para conexión a LAN.
- Brida o conexión final de vaciado del sistema
- T de Conexión a red de agua para llenado en planta cubierta
- Bridas o Conexiones de entrada y salida hacia captador.

1.4 DESCRIPCION BASICA DE LA INSTALACION

La instalación está destinada a lazo de ensayo de captadores solares, para un tamaño variable (el rango de potencias térmicas especificadas en la presente memoria, se corresponde aproximadamente con un campo solar comprendido entre 2m^2 - 25m^2).

El lazo de ensayo, se instalara en la cubierta de un edificio con uso de oficina. El emplazamiento en cubierta dispone de un espacio de unos 18 x 4 m sobre una estructura metálica con suelo tipo Tramex, que a su vez se apoya sobre componentes estructurales el edificio.

Los componentes funcionales del lazo que no necesiten estar en contacto directo con el aire exterior para su correcto funcionamiento, irán ubicados en un recinto que hará la función de Sala de Máquinas para su instalación, descrito en el apartado 1.7

DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS EN *SALA DE MÁQUINAS*). El recinto también sirve para cabida como los cuadros y otros componentes eléctricos y de control y protegerlos de la exposición a la intemperie.

En las imágenes adjuntas queda descrito de modo grafico lo anterior:



Figura 1 Tramex de Emplazamiento de los colectores a ensayar mediante el lazo



Figura 2 Estructura inferior soporte del Tramex de la zona de ensayo



Figura 3 Fotografía aérea del emplazamiento y cubierta del edificio

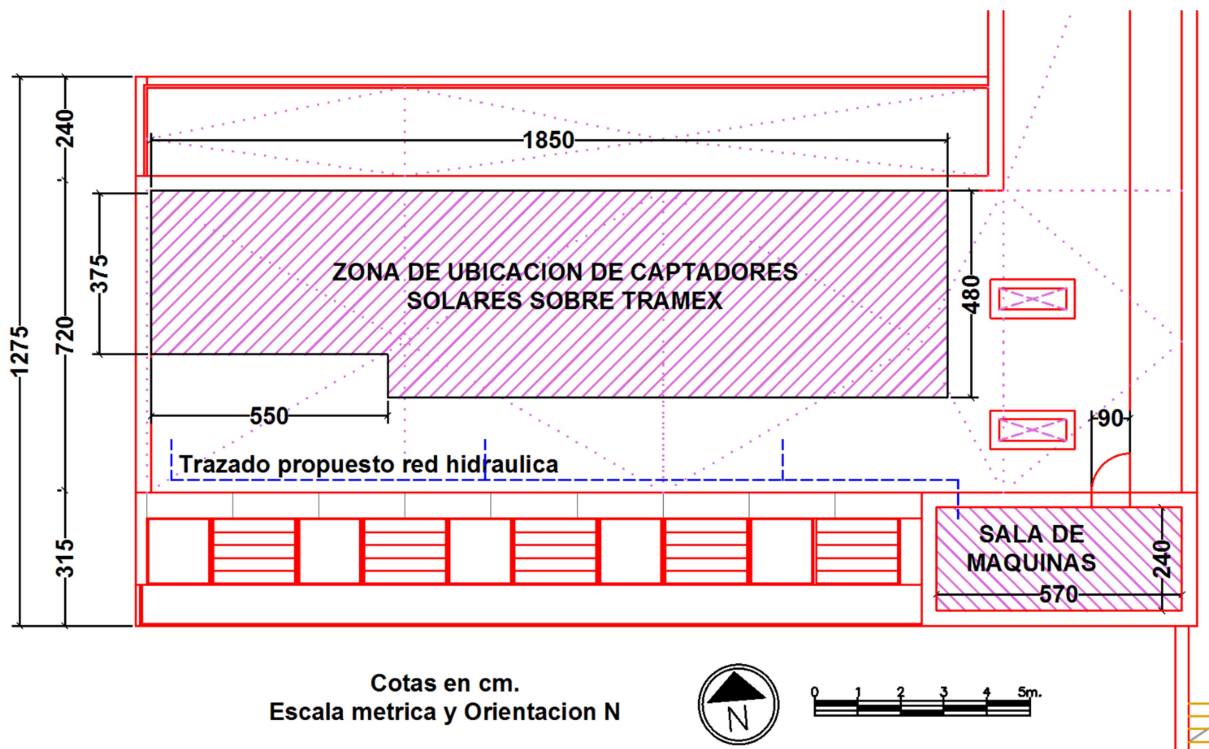


Figura 4 Plano cubierta y Sala de máquinas

1.5 ESQUEMA BASICO DEL LAZO

El esquema de base propuesto sigue la filosofía del propuesto en la norma ISO 9806:2017 “Solar Energy - Solar Thermal Collectors - Test Methods” representando elementos básicos, y con algún elemento adicional como un enfriador de fluido por aire. Este esquema está abierto a propuestas técnicas que manteniendo la funcionalidad especificada en el presente documento, difieran o complementen a lo representado en la Figura siguiente:

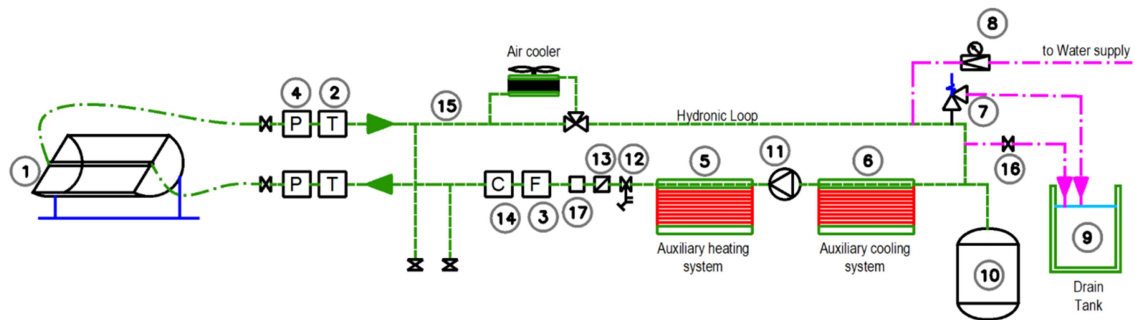


Figura 5- Lazo de Ensayo

1. Captador solar a ensayar

2. Sensor de temperatura

3. Caudalímetro másico

4. Sensor de presión

5. Sistema de calentamiento

6. Sistema de enfriamiento

7. Válvula de seguridad

8. Sistema de llenado

9. Depósito de recogida de fluido
10. Depósito de expansión

11. Bomba de recirculación del lazo

12. Sistema de regulación del caudal

13. Filtros

14. Elemento para control de temperatura

15. Tubería aislada plataforma de ensayo

16. Sistema de purga y vaciado

17. Visor

1.6 RESUMEN DE PRINCIPALES REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LA INSTALACION

La siguiente tabla sintetiza de un vistazo los principales requerimientos técnicos de la instalación, los cuales se desarrollan y detallan posteriormente en el Punto 2.

Requisito		Descripción
A	Fluido Trabajo Lazo Captadores	Agua en estado líquido
B	Material Red de tuberías	Acero inoxidable
C	Condiciones para diseño y selección de materiales	225°C y 25 bar
D	Rango de Caudal de ensayo	0.04 kg/s a 0.5kg/s
E	Estabilidad del Caudal para todo el rango especificado (modo ensayo ISO 9806:2017)	+/-1%
F	Rango de la consigna de la Temperatura de entrada al captador (modo ensayo ISO 9806:2017)	15 a 200°C

G	Estabilidad de la Temperatura para todo el rango especificado (modo ensayo ISO 9806:2017)	+/- 0.1°C
H	Rango de la consigna de la Temperatura de salida de captador (modo ensayo a Temp constante)	hasta 200°C
I	Tiempo de puesta en servicio desde temperatura ambiente, para todo el rango de temperatura y caudal.	1 hora
J	Sistema Calentamiento	Resistencias electricas
K	Potencia térmica nominal máxima (para caudal =0.5 kg/s) a aportar a captador por sistema calentamiento	18kW
L	Potencia térmica nominal máxima (para caudal =0.5 kg/s) a refrigerar de captador por sistema enfriamiento	23kW
M	Sistema presurización / expansión	Dinámico automático
N	Hardware y Software sistema de control	NI Labview
O	Interfaz usuario Control	Tipo SCADA

1.7 DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS EN SALA DE MÁQUINAS

Los elementos que vayan ubicados en la sala de máquinas (representada en la Figura 4 Plano cubierta y Sala de máquinas, y que mide aproximadamente 570x240cm) irán montados sobre uno o más bastidores transportables provistos de elementos de rodadura bloqueables.

Las dimensiones de los bastidores deberán ser compatibles con que puedan entrar/salir por la puerta de la sala de máquinas que mide 90cm(ancho)x200cm(alto).

2. PRESCRIPCIONES ESPECIFICAS DE EQUIPOS

La finalidad básica del lazo es la obtención de la curva de rendimiento térmico del módulo del captador, mediante el incremento de energía térmica en el fluido, por lo que la precisión es un requisito imprescindible para el suministro. Se puede resumir de modo descriptivo en los siguientes puntos:

- Proveer un modo de ensayo (1) de conformidad con ISO 9806:2017, que aporte al captador un fluido con caudal / temperatura fijas (dentro de un margen de variación limitado por la norma ISO 9806:2017), independientemente de las condiciones ambientales, para un rango de áreas de captador variable entre 2m² y 25m², a las que corresponde con un caudal de ensayo entre 0.04 y 0.5 kg/s de acuerdo con la mencionada norma.
- Proveer un modo de ensayo (2) para mantener una temperatura de salida de captador fija (margen de variación dependerá del área del campo solar, las condiciones meteorológicas y de la estrategia de control) con caudal variable en régimen permanente, independientemente de las condiciones ambientales.
- Que los puntos anteriores se cumplan mediante simple especificación de los valores de caudal / temperatura como consigna para realización de un determinado ensayo.
- Dotar al sistema de una instalación de control automático, basado en la plataforma NI Labview de National Instruments, que permita:
 - Interacción con el usuario mediante interfaz tipo SCADA o similar para supervisión y en su caso modificación de todos las variables y/o parámetros.
 - Comunicación externa (basada en LAN Ethernet).
- Proveer funcionalidades generales de puesta en funcionamiento (desde parado con tiempo frío) en menos de 1h, llenado, vaciado y operación y mantenimiento con facilidad y seguridad de ejecución.
- Cumplir la normativa vigente de instalaciones térmicas, eléctrica, incendios, vertidos, y seguridad y salud en el trabajo.

2.1 CÓDIGOS Y NORMATIVA APLICABLE

Las instalaciones serán conformes a legislación y normas tanto europeas como nacionales y autonómicas. A continuación se detallan por su importancia algunas de las normativas a considerar en el diseño.

Obra civil y estructuras

Eurocódigos estructurales.

Código Técnico de la Edificación (CTE) y sus normas relacionadas.

NCSE-02 Norma de construcción sismo-resistente.

Otras Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) que apliquen.

General

Directiva 2006/42/CE relativa a las máquinas.

Electricidad

Directiva 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

Directiva 2006/95/CE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre el material eléctrico destinado a usarse con determinados límites de tensión.

Directiva 2004/108/CE sobre Compatibilidad Electromagnética.

Reglamento electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

Igualmente será de aplicación toda la normativa de referencia citada en las disposiciones anteriores.

Aparatos a Presión

Directiva 97/23/CE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre aparatos a presión.

Directiva 76/767/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre las disposiciones comunes a los aparatos a presión y a los métodos de control de dichos aparatos.

Directiva 87/404/CE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre aparatos a presión simples.

Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas Complementarias (RD 2060/2008).

Igualmente será de aplicación toda la normativa de referencia citada en las disposiciones anteriores.

Normativa de ensayo de prestaciones de sistemas solares térmicos

ISO 9806:2017 "Solar Energy - Solar Thermal Collectors - Test Methods"

ASTM E905 - 87(2013) "Standard Test Method for Determining Thermal Performance of Tracking Concentrating Solar Collectors"

IEC 62862-3-2:2018 Solar thermal electric plants - Part 3-2 Systems and components – General requirements and test methods for large size parabolic-trough collectors.

2.2 REQUISITOS EQUIPAMIENTO MECÁNICO

Como requisito básico, los elementos del lazo principal deberán soportar 225°C y PN25 con suficiente holgura y durabilidad. Los elementos a la intemperie tendrán un acabado que garantice tanto el aislamiento como la durabilidad y protección de las condiciones ambientales, con acabado final en chapa de aluminio. Los diferentes elementos singulares estarán provistos de conexiones que permitan su retirada individual de modo sencillo por mantenimiento o calibración. Los elementos que no necesiten para su normal funcionamiento estar en contacto con el aire exterior, irán ubicados en la sala de máquinas referida en el apartado 1.7 y representada en la Figura 4. Se incluirán todas las válvulas de seguridad necesarias en el sistema.

A continuación se enumeran los diferentes subsistemas y componentes que definen todos los aspectos del lazo de ensayo y sus requerimientos técnicos y funcionales:

2.2.1 Redes de Tuberías para Fluidos

Las tuberías del lazo principal para ensayo de captadores serán de acero inoxidable. El lazo estará diseñado para funcionar de modo continuo con agua sobrecalentada hasta 225°C y 25bar en las condiciones más desfavorables.

El material de las tuberías, valvulería y resto de elementos deben presentar alta resistencia a la corrosión y tanto el espesor de la pared como las uniones tendrán suficiente margen de seguridad con las presiones y temperaturas a alcanzar. La velocidad se limitará a valores bajos (menos de 2 m/s) con carácter general. El trazado propuesto se representa en la Figura 4 Plano cubierta y Sala de máquinas.

En el caso de que los subsistemas de calentamiento y enfriamiento estén basados en circuitos con fluidos secundarios, los materiales de tuberías, valvulería y resto de elementos presentarán suficiente resistencia a la corrosión en esos fluidos y tanto el espesor de la pared como las uniones tendrán suficiente margen de seguridad para las presiones y temperaturas a alcanzar.

Todos los circuitos estarán dotados de elementos que permitan un fácil llenado y vaciado. Las integraciones de las conexiones de sondas y de instrumentación permitirán una medida fiel de las variables termo físicas (temperatura, presión) y serán versátiles para conexión y desconexión de las mismas.

La dotación de elementos (válvulas de corte, retención, equilibrado, filtros, manómetros, termómetros) será la necesaria para garantizar:

- La retirada sencilla de elementos singulares de la red.
- Cumplimiento de normativa de instalaciones térmicas.

En elementos de corte tipo válvulas sometidas a alta presión diferencial, se instalarán 2 elementos de corte en serie.

2.2.2 Fluidos secundarios

En el caso de que los subsistemas de calentamiento y enfriamiento estén basados en circuitos con fluidos secundarios diferentes del agua líquida, además de lo expuesto en el apartado anterior, se detallará en este apartado específico todo lo concerniente a seguridad, protección contra incendios y almacenamiento de los referidos fluidos, dentro del rango de posibles presiones, temperaturas y condiciones operativas.

2.2.3 Bombas de fluido

La bomba de circuito de captadores deberá soportar en continuo una presión y temperatura máximas de 25bar y 225°C. El rango de caudal de consigna del circuito de agua de captadores será de 0.04 kg/s a 0.5 kg/s (de conformidad con la norma ISO 9806:2017 para 2m² - 25m² de superficie de captadores). Para el cálculo de pérdida de carga correspondiente al captador, se puede considerar un tubo absorbedor de diámetro interior de 15 mm y longitud 18 m aproximadamente por el que circulará el máximo caudal de agua definido en el presente apartado.

En el caso de que los subsistemas de calentamiento y enfriamiento estén basados circuitos con fluidos secundarios, las bombas serán compatibles con la temperatura, pérdida de carga, presión estática y caudal de los fluidos y circuitos implicados, en las condiciones más desfavorables.

Las bombas serán centrífugas. Los criterios de dimensionamiento serán: el caudal máximo de funcionamiento de la bomba será al menos un 20% mayor al caudal máximo de operación y el tamaño del impulsor en ningún caso será el mayor de la serie propuesta.

2.2.4 Elementos de conexión a captadores

Los elementos de conexión terminales entre el captador y el circuito de fluido térmico quedan excluidos de la presente especificación, únicamente se requiere dejar tomas taponadas, provistas cada una de doble válvula de esfera (por la elevada presión diferencial), compatible con la temperatura y ubicación en intemperie. Se proveerán 3 áreas (zona inicial, centro, zona final, ver Figura 4 Plano cubierta y Sala de máquinas) dotados conexiones de impulsión y

retorno a lo largo de la zona de ensayo, con posibilidad de conectar de modo versátil los elementos a ensayar.

2.2.5 Sistema de Calentamiento

La temperatura de entrada al captador, para la operación del banco de ensayo podrá variar a voluntad del operador entre 15°C y 200°C en el modo de ensayo ISO 9806:2017. El sistema cumplirá lo anterior para todos los posibles tamaños del captador (desde unos 2m² hasta 25m²). La máxima potencia de calentamiento que puede llegar a necesitar el captador es de 18 kW para un caudal másico de 0.5 kg/s, que corresponden a las pérdidas térmicas de un captador de 25m² con rendimiento térmico del ~25%. El seguimiento de la consigna se garantizará mediante un sistema de calentamiento con las siguientes características:

- Basado en resistencias eléctricas (no se aceptan sistemas basados en combustión)
- En el modo de ensayo conforme con ISO 9806:2017, mantendrá la estabilidad en la temperatura de entrada al captador para todos los posibles tamaños del mismo (desde unos 2m² hasta 25m²), incluso en ausencia de radiación incidente.
- Poner el sistema en funcionamiento desde parado con temperatura exterior baja, a la temperatura más alta requerida en menos de 1h, por lo que además de la potencia térmica a suministrar al captador habrá de tenerse en cuenta la capacidad calorífica del sistema.

2.2.6 Sistema de Enfriamiento

Como ya se ha mencionado, en el modo de ensayo ISO 9806:2017, la temperatura de entrada al captador en la operación del lazo deberá poder especificarse entre 15°C y 200°C con independencia de las condiciones ambientales. Igualmente, debe cumplir lo anterior para todos los posibles tamaños del captador (desde unos 2m² hasta 25m²). La potencia térmica máxima del captador solar a ensayar (y por tanto a disipar por el subsistema aquí descrito) que ha de considerarse a efectos de dimensionado, será de 23 kW para un caudal másico de 0.5 kg/s. El seguimiento de la consigna se garantizará mediante un sistema de enfriamiento con las siguientes características:

- El sistema debe eliminar la energía solar transferida al fluido térmico al circular por el captador solar.
- En particular, en el modo de ensayo conforme con ISO 9806:2017, mantendrá la estabilidad en la temperatura de entrada al captador para todos los posibles tamaños del mismo (desde unos 2m² hasta 25m²).

2.2.7 Medida y regulacion de caudal

El caudalímetro será suministrado con un certificado de calibración considerando el rango de operación de la instalación. Dicho certificado será emitido por un laboratorio acreditado para dicha actividad por ENAC o por cualquier organismo de acreditación con el que ENAC haya firmado un acuerdo de reconocimiento (EA, ILAC).

En cada caso el sistema de control permitirá fijar el caudal másico de ensayo independientemente de la temperatura del fluido térmico. En el caso de que, a efectos de regulación de alguno de los subsistemas, un caudal variable se regule mediante la actuación proporcional sobre una o más válvulas motorizadas, estas tendrán una autoridad hidráulica suficiente para garantizar que sea útil todo su recorrido de apertura/cierre. Los actuadores tendrán suficiente rapidez conforme a la precisión requerida del sistema.

2.2.8 Sistema de vaciado y llenado

El lazo de ensayo de captadores incorporará un sistema de llenado con un sistema de presurización dinámico capaz de alcanzar un máximo de 25bar, y será un parámetro que vendrá fijado por la condición de no ebullición del fluido térmico (agua) en el circuito. Se instalará un contador de agua para totalizar el consumo. Tendrá los elementos auxiliares y de señalización y de control pertinentes. Estará dotado de un sistema de vaciado seguro.

En su caso, los depósitos destinados a llenado/vaciado, irán previsto de los acoplamientos necesarios a las tuberías e instrumentación para medida de nivel (si ello no es posible por inspección) y temperatura. Se preverán, en su caso, igualmente sistemas de llenado y vaciado para los lazos auxiliares de calentamiento y enfriamiento, de modo que se cumpla la normativa referente a seguridad y vertidos de los fluidos secundarios implicados, en el caso de no sean agua.

2.2.9 Sistema de expansión

Son necesarios sistemas de expansión que amortigüen los efectos de los cambios de volumen de los fluidos en función de la temperatura, limitando las variaciones de presión en cada circuito de modo que no se exceda la presión nominal de los componentes de cada subsistema del lazo de ensayo.

El lazo principal que incluye a los equipos a ensayar, que utiliza agua sobrecalentada, estará dotado de un sistema de presurización y regulación de la presión automático con opción de maniobra manual.

El volumen de expansión del lazo principal vendrá determinado por el contenido de fluido en todo el sistema incluyendo el captador. Para ello, el volumen máximo del captador solar térmico se fija en 76 litros. A dicho volumen se le añadirá los volúmenes correspondientes a las tuberías y componentes del lazo de fluido térmico más los volúmenes de elementos auxiliares. Se preverán, en su caso, igualmente sistemas de expansión para los lazos auxiliares de calentamiento y enfriamiento.

Los vasos o depósitos de expansión deben haber sido diseñados conforme a un código de reconocido prestigio, como son los códigos, EN-13445, ASME o AD-Merkbletter. Cada depósito irá previsto de las conexiones necesarias para el fluido así como instrumentación local de medida de presión.

2.2.10 Aislamiento térmico

El aislamiento térmico de las tuberías y componentes accesibles del lazo de fluido se realizará con material aislante para la temperatura máxima del lazo, de bajo nivel higroscópico. El espesor mínimo será el necesario para evitar quemaduras ($T_{\text{superficial}} < 40^{\circ}\text{C}$) en zonas accesibles, así como limitar las pérdidas térmicas y facilitar un control preciso de la temperatura.

2.2.11 Tomas para Sondas

Como ya se ha expuesto en el apartado 2.2.1 (Redes de Tuberías para Fluidos), las integraciones de las conexiones de sondas y de instrumentación permitirán una medida fiel de las variables termo físicas (temperatura, presión) y serán versátiles para conexión y desconexión de las mismas en caso necesario. Adicionalmente a las sondas y componentes del sistema de control necesarios para cumplir la funcionalidad requerida en el presente documento, se dejarán preparadas tomas taponadas para 2 sondas de temperatura y otras 2 de presión, para mediciones por parte de un sistema de adquisición externo, en los siguientes puntos:

- Presión a la Entrada y Salida al Captador
- Temperatura Presión a la Entrada y Salida del captador

2.3 REQUISITOS ELEMENTOS ELECTRICOS, INSTRUMENTACION Y CONTROL

2.3.1 Sistema de control e Instrumentación

El sistema de control estará basado en hardware y software de la plataforma Labview de National Instruments.

La programación de la lógica de control de la temperatura y del caudal másico estará basada en un sistema de Control Digital Directo. Los valores de consigna del lazo de ensayo se controlarán de forma centralizada y se basarán en lazos control tipo PI o PID.

El sistema de control debe actuar sobre los sistemas de calentamiento y/o enfriamiento y regulación del caudal másico para conseguir las consignas requeridas en cada ensayo. El suministro comprenderá monitor/teclado/ratón local a ubicar en la sala de máquinas, además todo el hardware y software necesario.

Se incluirán todos los instrumentos, protecciones y accionamientos necesarios para una operación segura y correcta del sistema.

Los elementos deberán quedar en posición segura en caso de fallo eléctrico o del sistema.

El sistema de control debe estar dotado de un sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) para dar un mínimo tiempo al sistema de protegerse y emitir alarmas de fallo de tensión (en su caso).

Se entregará tanto el software en código fuente como documentación, referida en el apartado correspondiente, de toda la lógica de control y tratamiento de señales, alarmas y comunicación, utilizada en la implementación.

El sistema de control deberá, al menos, proveer las siguientes funcionalidades:

- Implementar un interfaz de usuario basada en un sistema grafico tipo SCADA o similar. para supervisar y en su caso modificar, la totalidad de parámetros / variables / consignas del ensayo.
- Implementará la Selección del Modo de ensayo (al menos 2)
 - 1. Caudal y temperatura constantes entrada a captador según ISO 9806:2017.
 - 2. Temperatura de salida de captador constante, con caudal variable.
- Control automático de temperatura y del caudal másico en todos los modos, mediante simple especificación de los valores de consigna. Maniobra, modulación y control automáticos de los sistemas de calentamiento y enfriamiento para el seguimiento de las consignas.

- Podrá calcular de modo automático valores válidos para todos los parámetros de control (en su caso, ganancias Proporcional, Integral y Derivativa, u otros parámetros funcionalmente equivalentes) de los diferentes lazos de control, así como otros parámetros y setpoints derivados de los anteriores, de modo que la configuración del control sea robusta y transparente al operador. No obstante, a criterio del usuario, estos valores podrán ser modificados en un modo manual, así como volver a ser recalculados a un valor de defecto automático, en caso necesario.
- Supervisión de la presión del lazo basado en la temperatura de ensayo.
- Alarma y/o parada/desenfoque del sistema por los siguientes eventos
 - Caída de tensión
 - Sobre temperatura o presión baja/alta en alguno de los lazos hidráulicos.
 - Disparos de protecciones eléctricas o error en alguno de elementos clave del sistema (bomba, caudalímetro, sistema enfriamiento/calentamiento)
 - Deficiente seguimiento de la consigna de temperatura / caudal.
 - Actuación de usuario mediante pulsador de emergencia (tipo seta)
- Comunicación externa de todas las variables y parámetros del sistema de control del lazo y todos sus subsistemas utilizando interfaz Ethernet.
- Operación remota del sistema desde la LAN.
- Se dejarán libres en los puertos de entrada y salida del hardware de control, al menos 2 entradas digitales, 2 salidas digitales, 2 entradas analógicas y 1 salida analógica para futuras ampliaciones.

2.3.2 Variables de sistema de control

Las señales de medida / variables / parámetros, utilizados y supervisables por el usuario, que se utilizarán y mostrarán en pantalla el sistema de control, serán al menos:

LAZO PRINCIPAL CAPTADORES		
Parámetro / Variable	Nº	Comentario
Modo ensayo	1	Parámetro ensayo a especificar
Setpoint Temp entrada a captador	1	Parámetro a especificar para modo 1 de ensayo
SetPoint Caudal ensayo	1	Parámetro a especificar para modo 1 de ensayo
Setpoint Temp salida de captador	1	Parámetro a especificar para modo 2 de ensayo
Temp entrada a captador	1	Variable fisica a mostrar
Temp salida de captador	1	Variable fisica a mostrar
Caudal fluido	1	Variable fisica a mostrar
Parametros control Caudal lazo	X*	*Parámetros PID (en su caso), constantes de tiempo, Modo manual disponible para modificacion por usuario
Modulacion Bomba/valvula regulación	X*	(*depende de si hay valvula o no) Estado a mostrar
Sensor de presión lazo	1	Variable fisica a mostrar. Alarma riesgo ebullicion
Presostato presion minima lazo	1	Estado a mostrar. Alarma presión baja
Estado protecciones eléctricas	2	Estado a mostrar. Bomba, y resto de protecciones
Señal de desenfoque	1	Salida digital que se active en funcion de eventos críticos de sistema
Temp máxima captador	1	Parametro de seguridad especificado por usuario para supervisar durante ensayo.
Presión máxima captador	1	Parametro de seguridad especificado por usuario a supervisar durante ensayo.
Superficie captador	1	Parametro especificado por usuario para estimacion de potencias
Llenado / presurizacion del sistema	X*	(*dependera del sistema adoptado)

SISTEMA ENFRIAMIENTO		
Parámetro/ Variable	Nº	Comentario
Parametros control aux.Cool	X*	*Parámetros PID (en su caso), constantes de tiempo a mostrar, Modo manual disponible para modificacion por usuario
SetPoint primario aux. Cool	1	Variable a calcular y mostrar. Modificable opcionalmente por usuario
Estado protecciones eléctricas	1	Estado a mostrar. Elementos Aux.Cool
Presion llenado Aux. Cool	1	Variable fisica a mostrar. Presión del lazo aux.Cool (en su caso)
Presostato presion minima Aux. Cool	1	Estado a mostrar. Alarma P.baja aux.Cool (en su caso)
Temp entrada a sistema Aux.Cool	1	Variable fisica a mostrar. Enfriamiento lazo principal
Temp salida a sistema Aux.Cool	1	Variable fisica a mostrar. Enfriamiento lazo principal
Temp lazo aux. Cool	1	Variable fisica a mostrar. Primario Enfriamiento lazo principal
Estado elemento Enfriamiento	1*	Estado a mostrar. On/Off
Modulación Potencia enfriamiento	1*	Estado a mostrar. (*depende de nº de etapas o continuo)
Llenado / presurizacion del sistema	X*	(*dependera del sistema adoptado)

SISTEMA CALENTAMIENTO		
Parámetro / Variable	Nº	Comentario
Parámetros control aux.Heat	X*	*Parámetros PID (en su caso), constantes de tiempo a mostrar, Modo manual disponible para modificacion por usuario
SetPoint primario aux. heat	1	Variable a calcular y mostrar. Modificable opcionalmente por usuario
Estado protecciones eléctricas	1	Estado a mostrar. Elementos Aux.Heat
Presion llenado Aux. heat	1	Variable fisica a mostrar. Presión del lazo aux.Heat (en su caso)
Presostato presion minima Aux. heat	1	Estado a mostrar. Alarma P.baja aux.Heat (en su caso)
Temp entrada a sistema Aux.heat	1	Variable fisica a mostrar. Calentamiento lazo principal
Temp salida a sistema Aux.heat	1	Variable fisica a mostrar. Calentamiento lazo principal
Temp lazo aux. heat	1	Variable fisica a mostrar. Primario Calentamiento lazo principal
Estado elemento calentamiento aux.heat	1*	Estado a mostrar. On/Off
Modulación Potencia calentamiento	1*	Estado a mostrar. (*depende de nº de etapas o continuo)
Llenado / presurizacion del sistema	X*	(*dependera del sistema adoptado)

OTRAS VARIABLES		
Parámetro	Nº	Comentario
Temps en acumuladores	2*	Variables fisicas a mostrar. Parte alta y baja (* depende del numero)
Presencia de Tension de Red	1	Estado a mostrar. Alarma /Actuacion SAI
Potencia captador	1	Variable a calcular y mostrar
Integracion energia captador	1	Variable a calcular y mostrar
Potencia enfriamiento	1	Variable a calcular y mostrar
Integracion energia enfriamiento	1	Variable a calcular y mostrar
Potencia calentamiento	1	Variable a calcular y mostrar
Integracion energia calentamiento	1	Variable a calcular y mostrar
Alarmas	X	Mostrar y adjuntar a registro

Las señales que serán dotadas de termómetro y manómetro para inspección local serán

- Presión del primario calentamiento (en su caso)
- Presión primario enfriamiento (en su caso)
- Presión lazo principal
- Temperatura antes y después entre elementos que calientan/enfrían el lazo principal, siempre que sea posible no ubicar los termómetros a la intemperie.

- Si se utilizan depósitos acumuladores, temperatura en la parte baja y en la parte alta del acumulador.

2.3.3 Interfaz sistema de Control

El listado genérico de parámetros, señales y variables desarrollado en el apartado anterior, se organizará en una o varias pantallas para supervisión y/o interacción con el operador. El esquema general de las pantallas se consensuará con CENER durante la ejecución de la instalación de Control.

2.3.4 Período de ensayo estacionario

Para dimensionado de equipos, el periodo de ensayo se considera que será en régimen permanente, independientemente de las condiciones ambientales, por lo que los sistemas de calentamiento, enfriamiento y control deben poder funcionar satisfactoriamente de modo continuo, independientemente de las condiciones ambientales y para todo el rango operativo de caudal y temperatura. En el modo de ensayo conforme con ISO 9806:2017, es cuando se deberán cumplir los requisitos de estabilidad de temperatura $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ y de caudal $\pm 1\%$, condiciones críticas para determinar de manera precisa el rendimiento del captador solar.

Para considerar que se ha alcanzado el estacionario, según ISO 9806:2017 se requiere, previamente un período de pre-acondicionamiento de al menos 4 veces la constante de tiempo del captador si se conoce, o no menos de 15 min si se desconoce, con la temperatura correcta del fluido a la entrada, seguido por un periodo de medida en estado estacionario de al menos 4 veces la constante de tiempo del captador si se conoce, o no menos de 10 min si se desconoce.

2.3.5 Requisitos generales de instrumentación e instalación eléctrica.

La instalación eléctrica, comprenderá toda la instalación de fuerza, mando y control de los diferentes elementos. En la Sala de máquinas hay disponible una línea eléctrica trifásica para 63A, de la que derivarán los diferentes cuadros y elementos de la instalación. Los cables de alimentación eléctrica y señal de los instrumentos se protegerán mediante canalizaciones conformes normativa vigente y tubo flexible en todo su recorrido desde el instrumento hasta las cajas de centralización de señales de fuerza, mando o control.

En ningún caso se compartirán bandejas, canalizaciones ni cajas de conexión para señales de instrumentación con cables de alimentación de potencia. Los instrumentos se instalarán en zonas de riesgo limitado de fugas, con acceso fácil y visible, la más cerca posible de la toma de medida.

La centralización de las conexiones de todos los aparatos y cuadros secundarios, se ejecutará desde un cuadro exclusivo ubicado en la Sala de Máquinas, en el que irán incorporados todos los elementos de fuerza, mando y control. Todos los cuadros eléctricos, cajas e instrumentos estarán fabricados para protección IP65 de acuerdo a normas IEC. Serán igualmente resistentes a alta humedad ambiental.

Se dispone de un cuadro secundario instalado en intemperie, ajeno a la presente prescripción técnica, fácilmente accesible para la conexión de la alimentación del posible sistema de seguimiento de los captadores, así como de otros elementos auxiliares consumidores de energía.

Las tomas de corriente para los cuadros eléctricos se cumplirán los requisitos comprendidos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Todos los instrumentos serán suministrados calibrados y con su correspondiente certificado de calibración. La comprobación de los rangos calibrados con lo indicado en las hojas de datos y el ajuste final si procede, se realizará en campo durante la fase de montaje y puesta en servicio de la instalación.

Todos los instrumentos y equipos en general llevarán serán dotados de una placa de acero inoxidable que llevará grabada la identificación según sistema de identificación del proyecto.

Los instrumentos se seleccionarán de forma que en general la medida normal de la variable esté comprendida entre el 50% y 75% del valor superior del rango de medida del instrumento.

Aquellas medidas previstas para protección del sistema y que sean de especial relevancia para su funcionamiento se realizarán mediante sensores redundantes.

2.3.6 Motores eléctricos

Los motores cumplirán con la normativa IEC 34.

Los motores en general serán de corriente alterna, de inducción con rotor en jaula de ardilla, refrigerados por aire y arranque directo. Tendrán un aislamiento clase F o superior, pero con calentamiento limitado correspondiente a clase B. Se dimensionarán para servicio en continuo de acuerdo a normativa IEC34.

Los motores deberán permitir 2 arranques sucesivos y 3 arranques igualmente espaciados en una hora. En caso de motores de potencia menor a 0.75 kW dichos valores serán 3 y 15 respectivamente.

Todos los motores deben de ser capaces de arrancar y acelerar su carga con tensión aplicada en bornas del 80% de la tensión nominal. En caso de un cero de tensión no superior a 3 segundos deben de ser capaces de volver a su velocidad nominal.

La intensidad de arranque máxima admisible a plena carga y tensión nominal será 7 veces la intensidad nominal. En el caso de motores mayores de 50 kW será 6 veces la intensidad nominal.

Los motores podrán funcionar con variaciones de tensión de +/-10% y de frecuencia +/-5%, sin que la suma en los valores absolutos de las variaciones simultaneas exceda el 10%.

Los motores mayores de 11kW deben de ir provistos de resistencias de caldeo, que eviten condensaciones de humedad.

Las carcasas y cajas de bornas deben de tener como mínimo protección IP55. Ambos llevarán terminales para conexión de puesta a tierra. Aquellos motores de especial importancia para seguridad del sistema estarán enclavados con un pulsador de “seta” de emergencia.

3. REQUISITOS DOCUMENTACION, PUESTA EN MARCHA Y FIN DE OBRA

3.1.1 Puesta en Marcha

El suministrador será responsable de la ejecución de las pruebas de prestaciones durante la puesta en marcha de la instalación. En este periodo, se procederá a la verificación de todas y cada una de las prestaciones y funcionalidades de la instalación, especificadas en la presente prescripción técnica. Todos los elementos, repuestos y consumibles que pudiesen ser necesarios para la fase de puesta en marcha, deben estar disponibles de forma que la misma se realice de acuerdo a la planificación acordada.

3.1.2 Documentación a entregar con la oferta

Se requiere la siguiente documentación:

Oferta económica y Condicionado.

Esquema hidráulico con instrumentación y control.

Listado de equipamientos de la instalación indicando marca y modelo.

Lista de excepciones y aclaraciones a la presente especificación técnica.