



## **Proyecto Adaptación a los Impactos del Cambio Climático en Recursos Hídricos en los Andes (AICCA)**

**Expediente técnico del componente Sistema de Alerta Temprana del  
proyecto de inversión de código único N° 2270795: Mejoramiento  
del servicio de agua del sistema de riego del canal T-28 Valle de los  
Incas, distrito de Tambogrande, Provincia de Piura, Región de Piura**

**Especificaciones Técnicas para la Adquisición, Instalación y puesta en  
funcionamiento de una (01) Estación Meteorológica Automática ubicada en el  
Vivero Hualtaco, Tambogrande, Piura**

## INDICE

<b>I. Especificaciones Técnicas Mínimas para la Estación Agrometeorológica Automática (EAMA) (C2)</b> .....	<b>3</b>
1. Descripción de la Estación Agrometeorológica Automática .....	5
1.1 Definición .....	5
1.2 Ubicación de la EAMA .....	5
2. Estación automática.....	5
2.1 Plataforma colectora de datos (PCD).....	6
2.1.1 Características de la Plataforma de Datos.....	6
2.1.2 Especificaciones de condiciones ambientales .....	6
2.1.3 Registrador de datos (Data Logger).....	7
2.1.4 Recinto de protección.....	12
2.2 Sensores .....	13
2.2.1 Parámetros y Funciones de medición requeridos.....	13
2.2.2 Requerimientos generales para todos los sensores.....	14
2.2.3 Sensor de velocidad y dirección del viento .....	14
2.2.4 Sensor de temperatura y humedad relativa .....	15
2.2.5 Sensor de precipitación .....	15
2.2.6 Sensor de radiación solar.....	16
2.2.7 Sensor de radiación fotosintéticamente activa .....	16
2.2.8 Sensor de evaporación – nivel de agua.....	16
2.3 Sistema de telecomunicación .....	17
2.4 Sistemas complementarios.....	18
2.4.1 Infraestructura metálica.....	18
2.4.2 Sistema de seguridad eléctrica.....	18
<b>II. Especificaciones técnicas de software para monitoreo Agrometeorológico</b> .....	<b>22</b>
1. Descripción de la Solución Tecnológica.....	22
2. Especificaciones técnicas .....	22
2.1 Aspectos funcionales .....	22
2.2 Aspectos operativos.....	23
2.3 Aspectos técnicos .....	24
2.4 Aspectos sobre el proveedor .....	24
2.5 Aspectos sobre el servicio .....	24
3. Suministros .....	25
4. Software .....	29

## ABREVIATURAS

ASCII	Código Americano estándar para el intercambio de información
A/D	Análogo/ Digital
CA	Corriente Alterna
CISPR	Normas de disturbio e interferencia de radio y tecnología de la Información
CPU	Unidad Central de Procesamiento
CC	Corriente Continua
DCP	Plataforma Colectora de Datos
EAMA	Estación Agro-Meteorológica Automática
EMA	Estación Meteorológica Automática
EFT	Transitorio Eléctrico Rápido
EMI	Interferencia Electromagnética
EPROM	Memoria de Solo Lectura de Borrado
ESD	Descarga Electrostática
GOES	Satélite Ambiental de Operación Geo-Estacionaria
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
GPRS	Servicio General de Paquetes vía Radio
GSM	Sistema Global para Comunicaciones Móviles
IEC	Comisión Internacional de Electrotecnia
INMARSAT-C	Satélite de Comunicaciones Internacional de alta orbita, la versión C indica el servicio digital bidireccional de intercambio de datos de baja velocidad.
IP	Estándar de Protección de recintos
IP66	Estándar IP, categoría que protege contra el polvo y protegido contra fuertes chorros de agua de todas direcciones.
LAN	Red de área local
MTC	Ministerio de Transporte y Comunicaciones
NEMA	Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (estándar americano)
NEMA4	Categoría NEMA, sellado contra el agua y polvo.
NEMA 4X	Categoría NEMA, sellado contra agua (NEMA4) y resistente a la corrosión
NESDIS	Servicio Nacional de Datos e Información del Satélite Ambiental de Estados Unidos
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos OMM Organismo Mundial de Meteorología
ORBCOMM	Satélite de Comunicaciones Internacional de baja orbita, de órbita polar, especializado en comunicación de datos
PAR	Radiación Fotosintéticamente Activa
PIN	Número de Identificación Personal
PC	Computador Personal
PSTN	Red de Telefonía Pública Conmutada
RF	Radio Frecuencia
RFI	Interferencia de Radio Frecuencia
RG-8	Código de cable coaxial utilizado en equipos de alta frecuencia de acuerdo con el estándar MIL-C-17
RTC	Reloj de Tiempo Real
SD	Tarjeta de Memoria de formato "Secure digital"

SDI-12	Interfase de Datos Seriales a 1200 baudio
SIM	Tarjeta SIM es una tarjeta inteligente, desmontable, usada en teléfonos móviles y módems.
SMS	Servicio de Mensajes Corto
SRAM	Memoria Estática de Acceso Aleatorio
SWR	Relación de Onda Estacionaria
TCP/IP	Protocolo de control de Transmisión/ Protocolo de Internet
UHF	Ultra Alta Frecuencia
UTC	Tiempo Universal Coordinado
UV-B	Radiación Ultravioleta Clase B
VHF	Muy Alta Frecuencia
WAN	Red de área Metropolitana

# I. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MÍNIMAS PARA LA ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA AUTOMÁTICA (EAMA) (C2)

## 1. Descripción de la Estación Agrometeorológica Automática EAMA

### 1.1 Definición

Una estación automática es definida como una estación en la cual se hacen observaciones, almacenamiento y transmisiones de los datos en forma automática. Las estaciones automáticas son usadas para diferentes propósitos

La estación meteorológica automática comprende equipamiento compuesto por sensores electrónicos que registran las variables meteorológicas, y las almacenan en una plataforma colectora de datos. La operación de la estación está controlada por un software, cuyos parámetros pueden ser configurados durante la instalación, dependiendo del propósito de la estación.

Una estación automática por la forma de almacenar y disponer los datos puede ser una estación en tiempo real, cuando provee datos a los usuarios en tiempo real, o estación fuera de línea ("off-line") cuando almacena los datos interna o externamente en dispositivos de almacenamiento.

La estación agrometeorológica automática del presente proceso incluye la siguiente distribución de sensores (Cuadro N°1).

Cuadro N° 01: Distribución de sensores	
Sensores	EMA
Velocidad y dirección del Viento	X
Humedad Relativa del aire	X
Temperatura del aire	X
Precipitación	X
Radiación Solar	X
Radiación fotosintéticamente activa	X
Evaporación – Nivel de agua	X

La estación agrometeorológica automática incluirá un sistema de energía fotovoltaica, con la finalidad de contar con energía limpia sin necesitar alimentación de la red eléctrica domiciliaria.

### 1.2 Ubicación de la EAMA

La EAMA deberá instalarse en el siguiente punto:

Cuadro N° 02: Ubicación EAMA					
Estación	Distrito	Sector	Este	Norte	Altitud (msnm)
E1	Tambogrande	Vivero Hualtaco	575070.37	9460531.49	82

La instalación incluirá la implementación del sistema de seguridad contra rayos, y la construcción del pozo de puesta a tierra según las especificaciones.

## 2. Estación automática

Las estaciones automáticas deben incluir todos los materiales necesarios para la instalación de forma independiente.

Esta sección presenta los requerimientos funcionales mínimos que debe cumplir la estación automática, incluyendo funciones hardware y el entorno de funcionamiento.

## 2.1 Plataforma colectora de datos (PCD)

El diseño debe ser modular para permitir el cambio de los módulos y componentes de la PCD sin necesidad de utilizar herramientas especiales.

Todos los sensores y periféricos serán totalmente compatibles con la PCD.

### 2.1.1 Características de la Plataforma de Datos

El registrador de datos debe cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones:

- Memoria de 4 Mb en RAM o superior.
- Convertidor A/D con al menos 24 bits de resolución en al menos 6 de los puertos solicitados.
- Debe almacenar los datos de manera circular en su memoria interna, la cual debe tener una capacidad mínima de 4 MB. No se acepta memoria CARD, ni memorias USB externas para cumplir con la capacidad solicitada.
- Debe ser completamente configurable por el usuario.
- Debe permitir al usuario configurar funciones de alarma que se activen cuando cualquier parámetro medido o calculado supere valores de umbrales y/o razón de cambio, los cuales podrán ser incorporados por el usuario durante el tiempo de uso del equipo.
- Registrar los datos en formatos a intervalos configurables por el usuario
- Proporcionar funciones que permitan el mantenimiento como el acceso al diagnóstico interno, así como a los datos almacenados.
- Debe tener un bajo consumo de energía, así mismo deberá funcionar en forma autónoma, utilizando energía fotovoltaica (panel solar y batería de respaldo) y/o energía comercial
- Proporcionar el software de configuración que se ejecute sobre el sistema operativo Windows, el cual permita el acceso a todos los parámetros necesarios para la configuración de la estación automática.
- El PCD debe tener la capacidad de soportar los siguientes tipos de comunicación: satelital (GOES), modem Ethernet (TCP/IP), módems de radio (VHF o UHF), módems de línea dedicada, módems celulares (GSM-GPRS) y módems de la Red de Telefonía Pública (ADSL).

### 2.1.2 Especificaciones de condiciones ambientales

Con el fin de reducir al mínimo los efectos de las condiciones ambientales y eléctricas en la calidad de los datos y la fiabilidad de los equipos de medición, la PCD deberá estar diseñada y fabricada para funcionar en el rango mínimo de condiciones ambientales, que se indican a continuación en el cuadro a continuación:

<b>Cuadro N° 03. Condiciones ambientales</b>		
<b>N°</b>	<b>Condición ambiental</b>	<b>Límites operativos</b>
A	Temperatura	- 20° ... + 50°C
B	Humedad relativa	0 a 100 % RH (aplicable a la envolvente o recinto de protección).
C	Viento	No menor a 35 m/s
D	Protección contra EMI y ESD	Standard

El sistema debe estar diseñado para funcionar en las condiciones ambientales señaladas las 24 horas del día, 365 días al año.

Todos los equipos deben ser construidos de materiales durables y resistentes a la corrosión, incluyendo, pero no limitado al acero inoxidable, aluminio anodizado o plástico de alto impacto. El equipamiento exterior deberá también ser resistente a los rayos UV.

Todos los equipos interiores deben ser construidos con acabados sin filos, sin componentes flojos y con materiales resistentes a la corrosión que no afecten su funcionamiento durante su vida útil.

Todos los soportes y accesorios metálicos que sostienen a la estación automática deben ser fabricados de materiales resistentes a la corrosión y rayos UV, incluyendo, pero no limitados al acero inoxidable, aluminio anodizado o hierro de galvanización profunda en sumersión caliente.

Todas las tarjetas electrónicas deben estar selladas con pintura aislante para prevenir inexactitudes de medición causadas por el potencial de condensación del vapor de agua dentro del recinto de la estación automática.

Todos los cables deben ser flexibles a temperaturas inferiores a -20°C, y resistentes a la radiación UV. Los cables deberán usar metodologías de blindaje establecidas para limitar los efectos EMI y RFI. Incluirá, pero no se limitará a los pares torcidos blindados individualmente, a blindaje total, y a cables con drenajes.

Los equipos exteriores deben ser capaces de resistir una velocidad del viento no menor a 35 m/s, así como la vibración destructiva asociada a este, teniendo la consideración para este caso en particular la fijación previa del trípode por medio de anclajes y el suministro de cables de viento (tensores).

### **2.1.3 Registrador de datos (Data Logger)**

#### **2.1.3.1 Interfaces de los sensores**

##### **A. Interfaces analógicas y digitales**

El Registrador de datos debe contar con las siguientes entradas, salidas y puertos de comunicación de los sensores:

- a) Los puertos analógicos simples serán como mínimo dieciséis (16), y podrán ser configurados como ocho (08) entradas diferenciales.
- b) Los puertos analógicos serán fijos y/o podrán incluir módulos de expansión.
- c) Entradas digitales de conteo (pulso): igual o mayor a 1
- d) Puertos digitales RS232: igual o mayor a 3
- e) Puerto digital SDI-12: 1 o más
- f) Puerto digital RS485: 1 o más
  - Respecto a los puertos de comunicación RS232, se precisa que el Registrador de Datos debe realizar las conexiones con los siguientes equipos a la vez: Sensor con salida RS232.
  - PC (en este caso el puerto puede ser USB ó RS-232, pero mantendrá la cantidad de 2 puertos RS-232)

La interface de los sensores debe proporcionar las siguientes funciones:

- g) Conversión analógica a digital (A/D) no será menor a 13 bits de resolución, los puertos de entrada analógicos podrán ser configurados como entrada simple, entrada diferencial, o una combinación de los mismos de acuerdo a la necesidad.
- h) Intervalo de medición configurable libremente entre 1 segundo y 24 horas en intervalos de un segundo independientemente y por separado para cada canal de medición.

- i) El Registrador de Datos debe estar habilitado para incorporar una variedad de sensores para futuras expansiones y actualizaciones, de tal modo que se cuente con módulos de fácil instalación provistos por el proveedor.
- j) El Registrador de Datos permitirá la configuración independiente de cada sensor considerando sus parámetros de medición y los coeficientes de calibración.
- k) El Registrador de Datos proveerá voltajes de salida conmutados para la alimentación energética eficiente de sensores y control de periféricos.
- l) El Registrador de Datos proveerá voltajes de referencia para la alimentación energética de sensores resistivos, que permitan los datos exactos de los mismos.
- m) Para reducir el costo de instalación y de mantenimiento, todas las conexiones de señales desde los sensores se realizarán a través de conectores impermeables independientes.
- n) Los conectores de los cables deben ser durables, resistentes a la corrosión y UV, preferiblemente de metal o plástico y tener una gran resistencia a la intemperie. Todos los conectores deberán ser claramente identificados, para evitar cualquier error en su procedimiento de conexión con la PCD.
- o) Al medir un sensor con salida potenciométrica y con el voltaje de excitación como voltaje de la referencia, habrá posibilidad para compensar cualquier inexactitud de este voltaje de la salida. Esta característica será configurable por el usuario siempre que esté la requiera.

#### **B. Conexión de los sensores con las interfaces seriales**

El Registrador de datos debe incluir el Software y Hardware necesarios que permita la configuración e integración de sensores digitales.

El Registrador de datos debe incluir como mínimo, los protocolos de comunicación RS-232 y SDI-12.

#### **2.1.3.2 Comunicación serial - Líneas de entrada/salida seriales**

Cada sistema debe contener un Puerto de Programación (Puerto Serial RS232 ó USB) para permitir la conexión de una PC portátil al Registrador de Datos, y a través de esta interfaz, realizar las funciones de inicialización, carga de software, archivos de configuración, descarga de datos almacenados y monitorización del funcionamiento de la unidad

Una vez conectado, habrá acceso completo a todas las funciones de programación, tales como definiciones de sensores, procesos, cálculos, operaciones de comunicación y presentación/descarga de datos almacenados y monitoreo del funcionamiento del sistema.

El funcionamiento desde el Puerto de programación no debe interferir con el funcionamiento automático de las funciones de adquisición de datos, registro de datos y transmisión de datos (telemetría). El acceso a este puerto de mantenimiento será posible, a través de un conector ya equipado. El cable para esta conexión será incluido en la entrega y deberá tener una longitud mínima de 3 metros.

El usuario podrá configurar las interfaces en cuanto a velocidad en baudios, número de bits de datos y de bits de parada, paridad y suma de comprobación. La velocidad de transmisión de datos como mínimo de 9600 bps ó superior.

Los puertos de interfaz serial tendrán un diseño modular (p. ej., módulos conectables) para asegurar que puedan instalarse nuevos canales y diseños de comunicación en el futuro sin necesidad de realizar modificaciones del Registrador de Datos o de otras tarjetas.

El proveedor deberá suministrar el software compatible con el sistema operativo Windows de Microsoft versión 7, o superior, que permita leer, recuperar, archivar, visualizar los datos, inicializar y monitorear el Registrador de Datos a través del puerto de programación.

#### **2.1.3.3 Reloj de Tiempo Real (RTR)**

El Registrador de Datos integrará un sistema de base de tiempos protegido contra los cortes de energía eléctrica de la estación.

La base de tiempos generará sistemas completos de hora local y UTC que sincronicen el funcionamiento autónomo de la estación. El UTC será calculado usando una variable Offset UTC, el cual puede ser ajustado por el usuario.

Para permitir la generación de alarmas y el intercambio de mensajes en tiempo real, la desviación del reloj deberá ser menor o igual a veinte (20) segundos por mes.

Deberá ser posible ajustar el Reloj en Tiempo Real (Real Time Clock – RTC) mediante los siguientes métodos:

- Localmente a través de comandos del Registrador de Datos
- Mediante comandos ejecutados de modo remoto a través de un módem o sistema celular.

#### **2.1.3.4 Acceso Local al Registrador de Datos**

El Registrador de Datos debe incluir un dispositivo de visualización con teclado o pantalla táctil (Touch Panel Display) en forma integrada o removible.

El dispositivo de visualización con teclado y pantalla debe acceder a:

- Valores medidos y calculados por el Registrador de Datos (instantáneos e históricos).
- La configuración del Registrador de Datos y sensores.

El dispositivo de visualización con teclado o pantalla táctil (Touch Panel Display) debe ser capaz de visualizar adecuadamente los datos con la luz de la intemperie. El Registrador de Datos permitirá programar una clave de acceso.

El Registrador de Datos permitirá la instalación de archivos de configuración desde un dispositivo de memoria externa, tales como memoria tipo SD, o memoria portátil tipo USB, empleando rutinas de transferencia, a través del uso del dispositivo de visualización con teclado o pantalla táctil así mismo la recuperación de datos desde el Registrador de Datos a la memoria externa.

#### **2.1.3.5 Transmisión de datos**

La estación deberá tener la capacidad de poder equiparse a futuro, con los siguientes medios de comunicación: Satélite GOES, Satélites comerciales, módems de radio (VHF o UHF), módems de línea dedicada, módems celulares (GSM-GPRS) y modem Ethernet TCP/IP.

El sistema podrá enviar mensajes de datos automáticamente a intervalos definidos por el usuario, al conectarse un medio de comunicación apropiado. Deberá ser posible configurar varios mensajes de datos para atender diferentes fines y/o necesidades del usuario.

Deberá ser posible ajustar el Reloj en Tiempo Real (Real Time Clock – RTC) mediante los siguientes métodos:

- Localmente a través de comandos del Registrador de Datos
- Mediante comandos ejecutados de modo remoto a través de un módem o sistema celular.

En la propuesta se debe especificar y describir de manera explícita y clara qué módulos podrían adaptarse en el futuro y cómo podrían interactuar. Para aumentar la fiabilidad y la redundancia, la estación automática será capaz de conectarse con un mínimo de dos dispositivos de telemetría diferentes al mismo tiempo, para lo que deberá incluir los puertos de comunicación necesarios.

#### **2.1.3.6 Software del Registrador de Datos**

##### **A. Requisitos Generales**

El Registrador de Datos realizará todas las funciones de adquisición, procesamiento, transmisión y archivo de datos las 24 horas, sin la intervención de un operador; así mismo realizará la auto-verificación del sistema y diagnóstico.

El software proporcionará toda la funcionalidad necesaria para una interface sencilla y eficiente con los sensores disponibles comercialmente.

El Registrador de Datos permitirá actualizaciones del firmware.

El software cargado en el sistema se instalará en la memoria no volátil. En caso de interrumpirse la alimentación eléctrica del sistema, el programa, los parámetros del sistema y los datos registrados permanecerán intactos.

Las reconfiguraciones y/o actualizaciones serán cargables. El nuevo software o los nuevos archivos de configuración podrán cargarse al sistema a través del puerto serial, y también de forma remota.

Se utilizará un temporizador de vigilancia para producir un reinicio automático del sistema en caso de ocurrir un fallo de hardware o un error de adquisición de datos irrecuperable.

El software de configuración se ejecutará en forma compatible con el sistema operativo Windows.

## **B. Adquisición de datos**

El Registro de Datos admitirá modos diferentes de adquisición de datos:

- Adquisición programada.
- Adquisición de datos desde la estación central, a petición del usuario.
- Adquisición cuando se presente una alarma.

La frecuencia de adquisición de datos podrá configurarse individualmente para cada sensor. La frecuencia podrá ajustarse entre 1 segundo y 24 horas en incrementos de 1 segundo.

## **C. Control de calidad de los datos en el registrador de datos**

El software del Registrador de Datos incluirá comprobaciones de control de calidad para asegurar que los datos recibidos sean exactos y completos.

Si los datos de cualquier sensor son erróneos o faltan (p. ej., si no llega corriente al sensor) el parámetro se registrará con caracteres configurables por el usuario (p. ej., ///// o el texto "No válido").

Los datos que faltan, se sustituirán por caracteres configurables por el usuario (p. ej., ///// o el texto "Faltan"). El Registrador de datos deberá continuar muestreando estos datos, y si la condición del error es corregida, los datos del sensor serán automáticamente registrados.

El Registrador de Datos incluirá, como mínimo, la siguiente comprobación de control de calidad:

- a) Para cada parámetro medido, habrá límites climatológicos superiores e inferiores que correspondan con los límites de funcionamiento normales del sensor, con el fin de impedir el registro de valores posiblemente falsos. El usuario podrá configurar estos parámetros para ajustarlos a las condiciones climatológicas locales.
- b) Para cada parámetro se contará con una validación de "razón de cambio". Si el valor de la salida del sensor experimenta un cambio superior al valor máximo establecido entre dos mediciones consecutivas. El valor se definirá como "no válido". El usuario podrá configurar este parámetro para ajustarlo a las condiciones climatológicas locales.
- c) Para cada cálculo estadístico se contará un parámetro configurable por el usuario para definir el número mínimo de muestras disponibles para calcular los valores estadísticos. Si el número de muestras es inferior al valor establecido por el usuario, el valor se definirá como "no válido".
- d) El Registrador de Datos proveerá valores de estado indicando información detallada sobre el estado de los sensores conectados.

#### **D. Cálculos estadísticos**

El software del registrador de datos debe admitir, como mínimo, las siguientes funciones de cálculo para los valores medidos y calculados:

- a) Cálculo de valores promedio durante los periodos definidos por el usuario.
- b) Medición de valores mínimos y máximos durante los periodos definidos por el usuario.
- c) Cálculo de valores de desviación estándar durante los periodos definidos por el usuario
- d) Cálculo de valores acumulativos durante los periodos definidos por el usuario.
- e) El usuario podrá configurar individualmente el periodo y el intervalo para cada cálculo. El periodo y el intervalo podrán ajustarse entre 1 segundo y 24 horas en incrementos de 1 segundo.

#### **E. Registro de datos**

El Registrador de Datos debe contar con una memoria RAM interna no volátil incorporada, igual o mayor a 4 MB, expandible para el almacenamiento temporal de los datos, en caso de falla en la transmisión de datos.

Los parámetros que deben registrarse y los intervalos serán parámetros configurables por el usuario.

Una vez llena la memoria, los datos recientes se guardarán en el lugar de los más antiguos.

El sistema debe permitir la lectura de tarjetas de memoria flash, ó SD extraíbles para ampliar la capacidad de registro de datos.

La tarjeta de memoria extraíble tendrá una capacidad mínima de 1 GB.

La tarjeta de memoria podrá retirarse y cambiarse con facilidad sin necesidad de utilizar herramientas. Los datos se registrarán en un formato que pueda leerse en cualquier PC sin necesidad de utilizar un dispositivo lector especial.

#### **F. Software del terminal**

La PCD se entregará con software de terminal de fácil uso. El software deberá ser compatible con el sistema operativo Windows.

El software estará basado en menús y automatizará funciones cotidianas tales como la recolección de los archivos de datos registrados de la memoria del sistema, la conversión de los archivos de datos registrados a un formato adecuado para su análisis posterior mediante paquetes de software comerciales estándar y la descarga de los nuevos archivos de configuración al sistema.

#### **G. Programa de configuración basado en PC**

El sistema se suministrará con software de configuración basado en PC para permitir una fácil configuración y modificación de todos los parámetros del sistema y de su funcionamiento. Este software deberá ser compatible con el sistema operativo Windows.

- a) El software estará basado en menús y utilizará plantillas ya preparadas.
- b) El software de configuración basado en PC incluirá, como mínimo, las siguientes funciones:
- c) Selección de los sensores estándar en la biblioteca de sensores, incluidos los parámetros específicos de los sensores y sus valores predeterminados. El usuario podrá configurar nuevas definiciones de sensores y añadirlas a la biblioteca de configuración existente.
- d) Definición del intervalo de medición entre 1 segundo y 24 horas en incrementos de 1 segundo, individualmente para cada sensor.

- e) Definición del coeficiente de calibración, los parámetros de alimentación eléctrica y los parámetros de validación de datos específicos de los sensores.
- f) Selección de la fórmula de cálculo y las conversiones de unidades en la biblioteca ya creada.
- g) Definición de varios grupos de registro independientes con parámetros definidos por el usuario e intervalos de registro de entre 1 segundo y 24 horas en incrementos de 1 segundo. Los datos se registrarán en archivos diarios independientes para facilitar su descarga.
- h) Formato libre de los mensajes de datos producidos. Los mensajes pueden incluir datos y texto ASCII en cualquier combinación configurable por el usuario. El intervalo de creación de mensajes establecido de datos será un parámetro definido por el usuario, comprendido entre 1 segundo y 24 horas. Los mensajes se enviarán automáticamente cuando se rebase el umbral alarma.
- i) Función de alarma configurable por el usuario en cuanto a los parámetros monitorizados, los criterios de alarma y las medidas que deben adoptarse cuando se detecta una condición de alarma.

#### **2.1.4 Recinto de protección**

##### **A. Protección contra la intemperie**

Todos los componentes de la PCD, incluido el Registrador de Datos, las interfaces de sensores, la batería y su regulador, se instalarán en el interior de un recinto sellado resistente a la intemperie y protegida contra la lluvia, altos niveles de humedad, polvo e insectos; dicho recinto cumplirá las normas NEMA-4 o IP-56, como mínimo.

Todas las conexiones eléctricas en el exterior de este recinto protector se realizarán a través de conectores impermeables, con un conector por cada sensor o pareja de sensores.

Todos los puertos estarán claramente etiquetados con su función.

El recinto de protección estará fabricado de un material resistente a la corrosión y la radiación ultravioleta.

La caja de protección debe contar con un mecanismo de seguridad tipo llave o candado para evitar la fácil manipulación de los componentes internos.

El recinto de protección estará equipado con los accesorios de montaje necesarios para un trípode metálico.

Todo el cableado en el interior de la caja debe realizarse mediante conductos de cables. No se permiten cables o hilos sueltos en el interior de la caja.

El recinto de protección debe contener un contacto de puesta a tierra seguro en su parte inferior que sirva de punto de conexión común para la puesta a tierra estática y de seguridad.

La Estación Automática estará protegido contra daños causados por sobre- voltajes inducidos por rayos en todas las líneas de entrada de los sensores, líneas de alimentación eléctrica y de comunicación. El diseño de la protección contra transitorios será modular para facilitar el cambio del dispositivo protector sin necesidad de utilizar herramientas especiales.

##### **B. Sistema de energía eléctrica**

Toda la estación debe tener un consumo menor a 100 watt-hora en un día, así mismo deberá funcionar en forma autónoma, utilizando energía fotovoltaica (panel solar y baterías de respaldo) y energía eléctrica domiciliaria.

### C. Baterías

La estación automática funcionará con baterías conjuntamente con un panel solar. Las baterías serán recargables, selladas y del tipo libre-mantenimiento y valvoreguladas (VRLA). Las baterías serán de ciclo profundo.

Todas las conexiones de alimentación eléctrica del DCP y periféricos, deberán tener protección de voltaje inverso y protección de corto circuito para prevenir daños accidentales al sistema.

Las baterías tendrán capacidad para suministrar energía al sistema durante veintiún (21) días (como mínimo) sin necesidad de recargarse. Los paneles solares deberán proporcionar, al menos, tres (3) veces el consumo de energía medio de todo el sistema.

### D. Panel solar

El panel solar debe incluir cable de tres metros (3m) como mínimo, conector y elementos de montaje para el mástil metálico ofertado, el mismo que permitirá la regulación del ángulo de inclinación.

El panel solar no debe contar un regulador de voltaje incorporado.

El tamaño mínimo del panel solar no debe ser inferior a 20W.

El sistema debe reanudar su funcionamiento normal sin intervención humana tras producirse un corte de energía eléctrica. Una vez restaurada la alimentación eléctrica, el sistema no producirá datos erróneos.

El Panel solar debe ser de una construcción resistente a la corrosión y UV. El Panel Solar debe tolerar y continuar funcionando frente a vientos no menores a 35 m/s.

El proveedor debe realizar una evaluación verificable del balance de energía de la estación automática con el fin de demostrar que las baterías y los paneles solares cumplen los requisitos ofertados por lo que debe presentar en su propuesta el balance eléctrico respectivo.

Los paneles solares deberán proporcionar, al menos cinco (5) veces el consumo de energía media de todo el sistema.

### E. Controlador de carga

El Controlador de carga de la batería debe estar provisto de una función de compensación de temperatura y de protección contra la sobrecarga de la batería.

El Controlador de carga debe mostrar una indicación del estado de la batería y de la carga. El Controlador de carga debe contar con un terminal negativo a tierra. e instalarse de forma independiente de modo que permita su rápido reemplazo en caso de mantenimiento.

El Controlador de carga debe considerar las siguientes características:

<b>Cuadro N° 04. Características controlador de carga</b>	
Corriente de carga:	mayor o igual a 4 A.
Voltaje de regulación:	12 V (reconexión de carga)

## 2.2 Sensores

### 2.2.1 Parámetros y Funciones de medición requeridos

Las funciones de medición de cada sensor, pueden ser:

- a) Datos Instantáneos

- b) Datos Promedio
- c) Datos Promedio Vectorial
- d) Datos Acumulados
- e) Datos Máximos
- f) Datos Mínimos
- g) Datos provenientes de un cálculo indicado por el usuario

### **2.2.2 Requerimientos generales para todos los sensores**

Los sensores deben ser intercambiables, cada tipo de sensor deberá estar habilitado para funcionar en todas las estaciones, de acuerdo a su configuración.

Las constantes de la calibración para un sensor se podrán incorporar en el sistema cuando un sensor este instalado. Los factores de calibración incluirán, pero no serán limitadas a las siguientes consideraciones:

- Constantes de calibración de sensor; Offset y slope
- Parámetros de validación de datos provenientes de los sensores

Todos los sensores tendrán una construcción robusta de alta calidad, con materiales resistentes a la corrosión y exposición UV, incluyendo, pero no limitados al acero inoxidable, aluminio anodizado, y al plástico de alto impacto.

Los montajes, las bases y los sujetadores metálicos serán robustos y fabricados de materiales resistentes a la corrosión, y a la exposición UV, incluyendo, pero no limitados al acero inoxidable, aluminio anodizado o al fierro galvanizado en sumersión caliente.

Todos los sensores serán operados independientemente por la estación automática de modo que la falla de un sensor o sensores no afecte al funcionamiento de los sensores restantes.

Los cables de los sensores deben contar con una rotulación de fábrica que indique que posean flexibilidad adecuada en temperaturas extremas, ser impermeables al agua y resistentes a los rayos UV; así mismo deberán contar con óptimas dimensiones para cumplir su función. También se debe tomar en cuenta métodos para proteger los cables contra interferencias externas.

Todos los sensores deben contar con un certificado de calibración del fabricante o cualquier laboratorio acreditado. Dichos documentos serán solicitados al contratista.

Todos los sensores deben trabajar hasta 3500 msnm ó su equivalente en nivel isobárico.

Los sensores digitales con procesadores deberán ser versátiles, por lo que deberán incluir el Software necesario para su configuración e integración a los registradores de datos (Dataloggers), de acuerdo a las necesidades del usuario.

Los sensores digitales que realicen su propia conversión Analógica/Digital (A/D), deben considerar la resolución mínima de conversión del Registro de Datos o mejor.

### **2.2.3 Sensor de velocidad y dirección del viento**

El sensor de velocidad y dirección de viento debe ser del tipo hélice (propeller), construido de material plástico altamente resistente a la corrosión y a la radiación UV.

La conexión entre el sensor ofertado y la plataforma colectora de datos debe ser de forma directa, no se aceptan convertidores de ningún tipo.

La altura de medición estándar mínima del viento será a tres metros (3 m), para la cual deberá incluir el cable con la longitud necesaria para su conexión.

Para minimizar el consumo de energía la PCD administrará la energía de los sensores. El sensor tendrá capacidad de medición de ráfagas de viento.

Los sensores usados para la medida de velocidad y dirección del viento podrán ser sensores integrados, además de ser ligeros.

El proveedor proporcionará todos aquellos accesorios necesarios para la instalación, conexión y correcto funcionamiento del sensor

#### **A. Sensor de velocidad**

El sensor de la velocidad del viento será un anemómetro de respuesta rápida.

El sensor de viento debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Rango de Medición: 0 – 60 m/s o mayor.
- Resolución: No mayor a 0.1 m/s  $\leq$  0.1 m/s (condición de conjunto con el datalogger)
- Exactitud: Mínimo  $\pm$  0.25 m/s o  $\pm$  3% de lectura para lecturas de 0 hasta 35 m/s;  $\pm$  5% de la lectura para lectura de 35 a 50 m/s
- Umbral:  $\leq$  1 m/s o menor.

#### **B. Sensor de dirección de viento**

El Sensor de Dirección debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Rango de medición: de 0 a 360 ° (rango mecánico) / de 0 a 355° (rango eléctrico) (abierto 5°)
- Resolución: 1 ° o menor
- Exactitud: +/- 3 ° o menor

### **2.2.4 Sensor de temperatura y humedad relativa**

La temperatura del aire debe ser medido por un transductor resistivo tipo platino (Pt-100), independiente al sensor de humedad relativa del aire.

La alimentación debe ser provista por el Registrador de Datos, y deberá ser limitada a un máximo de 1mA CC para minimizar el auto-calentamiento del elemento sensible.

#### **A. Sensor de temperatura del aire**

- Rango de medición: -40 a +60 °C
- Exactitud: No mayor a +/- 0.2 °C en todo rango
- Resolución: 0.1 °C
- Consume de corriente:  $\leq$  1 mA
- Protección: IP67 (norma para sensor sumergible)

La humedad relativa será medida con una fina película, del tipo de transductor capacitivo. El sensor debe estar protegido por un filtro tipo membrana, fácilmente lavable y removible.

#### **B. Sensor de humedad relativa**

- Rango de medición: 0 a 100%
- Exactitud: +/- 2% o mejor, para todo rango de medición
- Estabilidad: < 1% RH/año
- Rango de salida: 0 a 1 VCC o mejor
- Ajuste: Debe permitir el ajuste manual con botones, o con un aplicativo

El sensor de Temperatura y Humedad Relativa del aire se instalará en el interior de un protector protegiendo los resultados de la medición de los efectos de la radiación solar directa, polvo y de la lluvia.

El protector de radiación (estructura de placas apiladas) estará fabricado de un material termoplástico estabilizado a rayos ultravioleta con un acabado exterior de color blanco.

### **2.2.5 Sensor de precipitación**

El sensor de precipitación debe ser fabricado por un material resistente a la corrosión, y rayos UV; así mismo tendrá como elemento transductor una báscula oscilante, o una galga de tecnología alternativa.

El sensor debe ser diseñado para minimizar el flujo de aire, y alterar la superficie de captación.

El sensor debe cumplir las siguientes especificaciones:

- Resolución: 0.2 mm o menor / 0.2 mm/h o menor para intensidad
- Exactitud:  $\pm 0.1$  mm para  $\leq 5$  mm, para cantidad / 2% para  $> 5$  mm, para cantidad / 0.1 mm/h para 0.2 a 2 mm/h, para intensidad / 5% para  $> 2$  mm/h, para intensidad o mejor.
- Rango: 0 a 500 mm o mejor, para cantidad / 0.02 a 500 mm/h o mejor, para intensidad.
- Área de colección: 200 cm<sup>2</sup>

Se proporcionará una plataforma metálica y los soportes correspondientes, de forma que el área de captación se ubique a 1.20 m sobre el suelo, para la cual deberá incluir el cable con una longitud no menor a 5m, necesaria para su conexión.

Para la nivelación del sensor de precipitación, debe incluir los accesorios necesarios, tales como una burbuja de nivel incorporado y perillas de nivelación.

El sensor de precipitación debe contener una malla/rejilla que cubra el área de colección interna, antes del orificio sumidero; para su protección contra elementos sólidos que obstruyan el orificio de ingreso.

#### **2.2.6 Sensor de radiación solar**

El sensor de radiación solar debe ser un sensor fotovoltaico de silicio o termopila.

El sensor debe ser suministrado con accesorios, pernos de nivelación y soportes metálicos para su instalación.

El sensor cumplirá las siguientes especificaciones:

- Elemento transductor: Detector fotovoltaico de silicio o termopila
- Rango espectral: 400 – 1100 nm o mejor
- Temperatura de operación: -40 a +60 °C
- Sensibilidad:  $> 5$   $\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$
- Tiempo de respuesta:  $< 18$  s al 95% del valor final
- Máxima radiación: 2000 W/m<sup>2</sup>
- No estabilidad:  $< 2\%$

#### **2.2.7 Sensor de radiación fotosintéticamente activa**

El sensor debe de cumplir las siguientes especificaciones:

- Rango espectral: de 400 a 700 nm +/- 4nm
- Sensibilidad PQS 1: 4 a 10  $\mu\text{V}/\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
- Respuesta temporal PQS 1:  $< 1\mu\text{s}$
- No – linealidad:  $< 1\%$
- Dependencia de temperatura:  $< -0.1^\circ \text{ \%/}^\circ\text{C}$
- Cambio de sensibilidad por año:  $< 2 \%$
- Error direccional (arriba de 80°C):  $< 3 \%$
- Impedancia: 240  $\Omega$
- Angulo de medición: 180°
- Temperatura de funcionamiento: -30°C a +70°C

#### **2.2.8 Sensor de evaporación – nivel de agua**

El sensor será del tipo flotador, el cual cumplirá las siguientes especificaciones:

- Rango de medición: 0 a 25 cm
- Protector: Nema 4X/IP56 o mejor
- Principio de medición: Potenciómetro
- Exactitud: +/- 0.25 % del rango total o mejor
- Diámetro: 8"

Debe de incluir un tanque de evaporación tipo A, según recomendación de la CIMO – OMM.

El material del tanque será de acero inoxidable.

El tanque de evaporación deberá incluir su malla protectora para evitar la caída de objetos extraños al tanque.

Deberá incluir un soporte de madera que sirva de soporte del tanque.

Las dimensiones del tanque deberán ser:

- a) Diámetro: 120.7 cm
- b) Profundidad: 25.4 cm

### **2.3 Sistema de telecomunicación y telemetría**

El sistema de comunicaciones y telemetría deberá permitirle a la estación, además del envío de datos programados en los intervalos y horas indicadas y el envío de alarmas en tiempo real, la administración y configuración remota de la plataforma y demás requerimientos mencionados en este documento.

El proveedor deberá garantizar que los equipos de transmisión se integren con el Datalogger y garantizar la prestación del servicio de comunicaciones, además de cumplir mínimo con las siguientes especificaciones:

- El sistema de telemetría principal será a través de modem celulares vía la tecnología GPRS, 3G y/o 4G.
- El proveedor será encargado también de suministrar las tarjetas SIMM con el servicio activo para el envío de datos a través de la red celular local al menos por un período no menor a un año.
- El modem celular suministrado con la estación debe estar homologado, por lo que el proveedor es deben presentar el código respectivo emitido por el MTC.
- El modem celular será suministrado con todos los accesorios respectivos: antena, cables de comunicación, alimentación, sistema de alimentación, y será compatible con la frecuencia de trabajo local autorizada en el país.
- El modem celular estará incorporado en el propio circuito del datalogger o en forma externa y estará configurado para que la estación trabaje como cliente o como servidor.
- Los datos de las estaciones deben ser enviados a través de la red celular al servidor del área usuaria, de tal modo que permita que esta información se guarde en una base de datos. De requerirse un programa adicional, el software proporcionado deberá funcionar y ser completamente compatible con el sistema operativo Windows y permitirá además de la descarga y visualización de los datos sea en forma de gráficos y tablas numéricas que se exporten estos archivos a formatos como Excel, Acces o SQL.
- Se deben incluirlos accesorios necesarios (cables, interfaces, llaves, licencias, etc.) para la comunicación y correcto funcionamiento del software que permite la gestión de las comunicaciones. Los proveedores deben indicar claramente el procedimiento de cómo se efectuará esta comunicación celular y los componentes requeridos y suministrados.

El proveedor debe configurar en el transmisor satelital a través del software de la plataforma colectora de datos ofertada, el ID, intervalo de transmisión, canal, velocidad de transmisión, periodo de transmisión de datos o redundancia en la transmisión de los datos y la ventana de transmisión.

En caso el proveedor indique que el brindara el servicio de plataforma web para la consulta de datos a través de una cuenta (usuario y clave) esto no debe representar un costo adicional al suministro, sino que debe ser complementario.

## **2.4 Sistemas complementarios**

### **2.4.1 Infraestructura metálica**

El mástil debe contemplar las siguientes características técnicas:

- a) Altura: 10 m.
- b) Abatible.
- c) Libre de mantenimiento
- d) Sección circular.
- e) Diseño estructural para soportar vientos no menores a 35 m/s.
- f) La sección o secciones deben ser construidos de material resistente a la corrosión tales como el aluminio anodizado, fierro galvanizado o acero inoxidable.
- g) Los accesorios metálicos (pernos, tuercas, abrazaderas, etc.) deben ser construidos de acero inoxidable.
- h) El mástil debe permitir el fácil mantenimiento de todo el equipamiento instalado sobre él.
- i) El mástil debe incluir un conjunto de cables de acero inoxidable, tipo retenida con sus respectivos anclajes para la fijación y tensión.
- j) Debe contar con un sistema de protección contra descargas eléctricas, la misma que comprenderá de un pararrayos, cable de bajada aislado del mástil y pozo a tierra.
- k) Se debe contar con manual o guía de usuario correspondiente al transporte, instalación, mantenimiento y desarmado del mástil, así como deberá mostrar detalles para su manejo seguro.
- l) El Mástil incluirá los soportes metálicos de todos los sensores, accesorios de transmisión y de alimentación eléctrica.
  - Soporte de pararrayos
  - Soporte de panel solar
  - Soporte de recinto nema4
  - Soporte de sensores meteorológicos
- m) Debe incluir un dispositivo mecánico capaz de permitir, abatir y erguir el mástil, el mismo que será removible (solo usado durante el mantenimiento).

### **2.4.2 Sistema de seguridad eléctrica**

Debe incluir un sistema pararrayos, el mismo que será propuesto por el fabricante, incluirá los accesorios de bajada debidamente aislados del mástil.

El pararrayo debe incluir un cable de cobre como bajada, el cual se conectará a al sistema de puesta a tierra de la estación (pozo).

El proveedor deberá construir el sistema de puesta a tierra necesario que permita obtener un valor de resistencia del pozo igual o menor a 8 ohm.

El proveedor debe incluir todos los insumos para la construcción del pozo de puesta a tierra. El proveedor detallara la relación de los elementos principales que conforman su oferta de insumos de la puesta a tierra.

Los insumos utilizados para la construcción del sistema de puesta a tierra deberán ser aquellos que permitan el mantenimiento a períodos mayores de 15 años, tales como el cemento conductor o de mejor tecnología; asimismo para las uniones de los elementos eléctricos deberán emplear cartuchos de soldadura exotérmica, para las uniones galvánicas de las varillas y los alambres de cobre. Las cajas de registro deben ser de PVC.

### 3. Documentación

#### 3.1 Documentación técnica de los equipos/software

El contratista entregará por lo menos dos (02) juegos de manuales técnicos impresos originales y dos (02) copias en formato digital de la estación automática requerida.

Los manuales técnicos deben incluir toda la información necesaria relativa al manejo, instalación, calibración y mantenimiento de los equipos y componentes del sistema, y deberán tratar los temas siguientes:

##### a) Operación

Descripción general de los equipos, procedimientos de puesta en marcha, procedimientos de operación, descripción de los fallos que el usuario podría detectar mediante una inspección visual.

##### b) Mantenimiento

Descripción técnica de cada equipo y descripción funcional de cada sensor, diagrama de la interconexión y el cableado entre los equipos y guía de diagnóstico y corrección de fallos.

##### c) Instalación

Descripción del juego de herramientas necesario para la instalación de cada equipo, procedimientos de montaje y de desmontaje, ajustes y procedimientos de calibración.

##### d) Software

Incluirá instrucciones de uso del software, procedimientos de instalación, carga de datos y parámetros necesarios, acceso a los archivos registrados y herramientas de configuración del sistema

El proveedor entregará los archivos de configuración de la estación automática.

El proveedor entregará la última versión del software de configuración y aplicativos correspondientes, de la estación automática, incluyendo la licencia de uso si fuera necesario.

#### 3.2 Certificado de calibración

El proveedor entregará un certificado de calibración de cada uno de los sensores incluidos, los mismos que no tendrán una antigüedad mayor a 6 meses, en la fecha de entrega de los bienes.

Los certificados serán entregados en su idioma de origen y con su traducción simple al español de estar en un idioma diferente. Dichos documentos serán solicitados al proveedor con la entrega del bien.

#### 3.3 Datos producidos por la estación agrometeorológica automática

La generación de los datos respetará los siguientes criterios técnicos:

**Cuadro N° 05 Datos producidos por las estaciones automáticas**

Variable	Función	Periodo		Unidad	Decimales	Observación
		60 Min	1440 Min			
Temperatura del aire	Instantánea	X		° C	1	Medido al minuto 00 de cada hora
	Promedio	X		° C	1	Promedio aritmético de muestras

	Máximo		X	° C	1	Valor máximo registrado.
	Mínimo		X	° C	1	Valor mínimo registrado
Humedad del aire	Instantánea	X		% HR	0	Medida al minuto 00 de cada hora
	Promedio	X		% HR	0	Promedio aritmético de muestras
	Máxima		X	% HR	0	Valor máximo registrado.
	Mínimo		X	% HR	0	Valor mínimo registrado
Velocidad del Viento	Resultante	X		m/s	1	Resultante vectorial de datos medios cada minuto
	Promedio	X		m/s	1	Resultante vectorial o Promedio aritmético
	Racha	X		m/s	1	Valor obtenido de datos medios en media móvil
Dirección del Viento	Resultante	X		grados	0	Resultante vectorial de datos medios cada minuto
	Promedio	X		grados	0	Resultante vectorial o Promedio aritmético
	Racha	X		grados	0	Valores obtenidos de datos medidos en media móvil cada 10 seg.
Precipitación	Acumulado	X	X	mm	1	Valor acumulado
	Intensidad	X		mm/h	1	Intensidad máxima
Energía Solar	Integración	X		Wh/m <sup>2</sup>	0	Valor integrado por hora, muestreos medidos cada minuto,
	Instantáneo	X		W/m <sup>2</sup>	0	Medido al minuto 00 de cada hora
fotosintéticamente	Instantáneo	X		umol/m <sup>2</sup> /s	3	
	Máxima	X		umol/m <sup>2</sup> /s	3	
	Mínima	X		umol/m <sup>2</sup> /s	3	
	Acumulado	X		mmol/m <sup>2</sup> /s	3	
Radiación activa	Máxima		X	umol/m <sup>2</sup> /s	3	
	Mínima		X	umol/m <sup>2</sup> /s	3	
	Acumulado		X	mmol/m <sup>2</sup> /s	3	
Evaporación – nivel de agua	Acumulado	X		cm	1	
			X	cm	1	

La verificación de los periodos de muestreo de la observación será demostrada mediante la presentación del listado impreso del programa con las subrutinas para cada función.

#### 4. Entrenamiento

El entrenamiento se realizará en la siguiente semana de haber culminado la instalación de la estación meteorológica.

El contratista proporcionará el entrenamiento al personal encargado. El entrenamiento deberá impartirse en el local del comprador, complementado con los trabajos de instalación y puesta en operatividad de la estación meteorológica automática en campo.

El entrenamiento deberá dirigirse de tal modo que el personal técnico adquiera las habilidades, conocimientos y criterios técnicos para operar y mantener la operatividad de la estación en un alto porcentaje.

El entrenamiento deberá apuntar a las actividades de:

- a) Operación
- b) Diagnóstico de fallas
- c) Mantenimiento Preventivo.
- d) Mantenimiento Correctivo
- e) Configuración del equipamiento

El entrenamiento deberá considerar:

- Los componentes hardware y software relacionados con la estación meteorológica automática.
- Ser expositivo con los temas teóricos, y demostrativos prácticos.
- Los documentos técnicos necesarios para cada participante, o equipo de participantes, de acuerdo a la actividad de instrucción.

El entrenamiento será ejecutado por personal acreditado por el contratista, el mismo que deberá presentar su documentación que acredite su formación y experiencia.

El expositor presentará su programa de capacitación, considerando que el período de entrenamiento mínimo estimado es dos (02) días, debiendo acumular 8 horas teórico- prácticas. El contratista presentara este plan de capacitación con anticipación.

El entrenamiento será dirigido a un mínimo 5 personas por parte del comprador.

Perfil del Capacitador:

- Ing. Electrónico, Ing. Mecatrónico, Ing. de Telecomunicaciones, Ing. Eléctrico, Ing. Meteorólogo o Físico.
- Experiencia mínima de dos (02) años en operación y mantenimiento de equipos meteorológicos (acreditado con copia simple de contratos y su respectiva conformidad o constancias o certificados o cualquier otra documentación que, de manera fehaciente demuestre la experiencia del personal propuesto).

## II. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SOFTWARE PARA MONITOREO AGROMETEOROLÓGICO

### 1. Descripción de la Solución Tecnológica

El software debe ser capaz de visualizar, gestionar y compartir los datos generados por una estación agrometeorológica automática (EAMA), y observaciones fenológicas de cultivos obtenidas de una red fenológica local en el valle de los Incas (10 parcelas de observación), distrito de Tambogrande, provincia de Piura, departamento de Piura, debiendo contar con múltiples características que proporcionen una navegación fácil y sin complicaciones, sin perder la fiabilidad y precisión.

El software debe permitir el acceso remoto, revisar los datos climáticos de forma rápida y amigable, ajustar los umbrales bioclimáticos de cultivos, configurar alarmas para advertir umbrales térmicos o de humedad, acceso a módulos de mapas, informes de monitoreo y avisos. Los datos meteorológicos generados por la EAMA son en intervalos de tiempo instantáneos, horarios y diario. Las observaciones fenológicas se efectuarán de manera diaria.

Las variables meteorológicas que medirá la EAMA y se gestionará con el software son:

- a) Temperatura del aire
- b) Humedad relativa del aire
- c) Dirección y velocidad del viento
- d) Precipitación pluvial
- e) Radiación solar
- f) Radiación fotosintéticamente activa
- g) Evaporación

Las variables u observaciones biológicas que gestionará el software son<sup>1</sup>:

- h) Porcentaje de la fase fenológica
- i) Fecha de inicio de fase fenológica
- j) Estado de cultivo (muy bueno, bueno, regular o malo)
- k) Fecha de fin de fase fenológica
- l) Fecha de aparición de plagas
- m) Porcentaje de daño causado por plagas y enfermedades

### 2. Especificaciones técnicas

#### 2.1 Aspectos funcionales

El software agrometeorológico debe contar con la siguiente funcionalidad:

- El software debe realizar el procedimiento de consolidación de la información generada por la EAMA en forma automática.
- El software debe realizar análisis de datos meteorológicos en forma rápida y eficiente.
- El software debe permitir el ingreso manual de observaciones biológicas a escala diaria.
- El software debe realizar el control de calidad de los datos de forma automática, mediante pruebas estadísticas, en busca de valores atípicos que podrían ser datos errados.
- El software debe recopilar, almacenar, procesar y mostrar datos gráficamente.

---

<sup>1</sup> Manual de Observaciones Fenológicas. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>

- El software debe presentar una flexibilidad inherente que le permita convertirse en una herramienta para aplicaciones agrometeorológicas.
- El software debe permitir mostrar los datos gráficamente y como texto en una tabla.
- El software debe contar con mecanismo que le permita informar y/o emitir una alarma al usuario, sobre eventos específicos de las variables meteorológicas que alcanzan umbrales previamente definidos.
- El software debe permitir una diversidad de medios para enviar alertas
- El software debe proporcionar una serie de herramientas para procesar los datos, ya sea un simple informe, una estadística avanzada, o incluso un sistema experto complejo, como el cálculo de la evapotranspiración potencial y los grados días.
- El software debe permitir a sus usuarios, por medio de un servidor web, obtener acceso a la base de datos a través de una conexión a Internet, utilizando un navegador web común.
- El software debe permitir la representación gráfica del monitoreo agrometeorológico (observaciones meteorológicas y biológicas), en tiempo real, y en diferentes intervalos de tiempo, tomando como referencia los últimos 30 días de observación.
- El software estimará la evapotranspiración potencial utilizando el método de FAO Penman Monteith<sup>2</sup>
- El software deberá permitir al usuario definir o parametrizar la temperatura base de un cultivo, por cada fase fenológica y tipo de cultivo.
- Generar reportes y listados de:
  - a) Datos en tiempo real
  - b) Historial de la serie de datos (anual, mensual, diario)
  - c) Índices agrometeorológicos
    - Evapotranspiración potencial
    - Grados días
    - Ecoclimograma

## 2.2 Aspectos operativos

El software debe ser adaptable y escalable para futuras modificaciones, implementaciones de nuevos módulos, migraciones de base de datos para cualquier modelo de Estación Meteorológica Automática.

El proveedor debe entregar manuales técnicos de instalación y de usuarios en forma impresa y digital. La versión debe ser en español. Así mismo debe contar con una ayuda en línea y manuales de autoaprendizaje en español.

El software debe contar con seguridad de perfiles de usuario.

El software debe contar con un historial de incidentes de seguridad, errores, problemas de red y de sistemas (logs).

El software debe contar con un módulo de respaldo o seguridad de base de datos (backup).

El software tiene que tener una presentación responsive (adaptable a dispositivos móviles) vía web.

---

<sup>2</sup> Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje 56, 1998.

### **2.3 Aspectos técnicos**

- La solución debe poder ser instalada en una plataforma web y móviles (Android/iOS).
- Arquitectura distribuida en capas, patrón modelo-vista-controlador.
- Servidor en la nube (Linux o Windows)
- La solución debe permitir la integración con la base de datos PostgreSQL.
- Lenguaje de programación: Java y Python

### **2.4 Aspectos sobre el proveedor**

- Conocimiento de actividades relacionadas con el monitoreo meteorológico.
- El proveedor debe sustentar la implementación de softwares en al menos 3 empresas.
- Conocimiento en agrometeorología.

### **2.5 Aspectos sobre el servicio**

- Uso del software por tiempo indefinido. El proveedor es el responsable de instalar debidamente los programas aplicativos de la solución en el centro de operaciones del sistema de alerta agrometeorológica.
- La metodología de implementación debe estar debidamente comprobada.
- El proveedor debe entregar un cronograma con las actividades de implementación.
- El equipo técnico por parte del proveedor deberá ser partícipe de las pruebas en el ambiente de desarrollo previa a la puesta en marcha.
- Tiempo de implementación debe ser menor o igual 90 días calendario.
- El periodo de garantía debe ser mayor o igual a 120 días, posterior a la puesta en operatividad del producto.
- Se debe capacitar a dos (02) personas como mínimo de la Comisión de Usuarios del Subsector Hidráulico Valle de los Incas y dos (02) personas como mínimo del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) sede departamento de Piura.
- Facilidad de mantenimiento del software por módulos
- Soporte post implementación.
- Servicio de mantenimiento de versiones el cual debe permitir tener el derecho a actualizaciones y nuevas versiones del software. El servicio también debe considerar la reparación de fallas en el software contratado. El periodo de vigencia mínima debe ser de 1 año y se debe iniciar posterior a la finalización del periodo de garantía.

### 3. Suministros

DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD	CARACTERÍSTICAS	IMAGEN
<p>Plataforma colectora de datos (PCD) – Registrador de datos (Data Logger)</p>	<p>1</p>	<p>Equipo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de interactuar con diferentes tipos y rangos de señales provenientes de los sensores, para posterior análisis y almacenamiento de variables.</li> <li>• Interfaces de comunicación: satelital (GOES), modem Ethernet (TCP/IP), módems celulares (GSM-GPRS), y otros.</li> <li>• Debe incluir Software y Hardware; que permita la configuración e integración de sensores digitales.</li> <li>• Debe incluir un dispositivo de visualización con teclado o pantalla táctil en forma integrada o removible.</li> </ul>	 <p>The image block contains three photographs of data collection hardware. At the top is a Campbell Scientific CR1000 data logger, a black rectangular device with a green LCD screen and various ports. In the middle is a Sufron 0210 XLite handheld device, a blue and silver ruggedized PDA with a screen and physical buttons. At the bottom is a MicroData-LTE data logger, a white and blue ruggedized device with a screen and a keypad.</p>

<p>Plataforma colectora de datos (PCD) – Recinto de protección</p>	<p>1</p>	<p>Caja</p>	<p>Fabricado de un material resistente a la corrosión y la radiación ultravioleta, equipada con los accesorios de montaje necesarios para un mástil mecánico.</p>	
<p>Sensor de Temperatura</p>	<p>1</p>	<p>Sensor</p>	<p>Transductor resistivo tipo platino (Pt-100), resolución 0.1 °C</p>	
<p>Sensor de Humedad Relativa</p>	<p>1</p>	<p>Sensor</p>	<p>Transductor capacitivo, estabilidad &lt; 1% RH/año</p>	

Sensor de precipitación pluvial	1	Sensor	Tipo de sensor una báscula oscilante, o una galga de tecnología alternativa, área de captación 200 cm <sup>2</sup> , resolución 0.2 mm o menor.	
Sensor de radiación solar	1	Sensor	Sensor fotovoltaico de silicio o termopila, rango espectral 285 – 2800 nm	
Sensor de radiación fotosintéticamente activa	1	Sensor	Rango espectral 400 a 700 nm o mejor.	
Sensor de evaporación	1	Sensor	Tipo flotador, principio de medición potenciómetro, rango de medición 0 a 25 cm.	

Sensor de velocidad y dirección de viento	1	Sensor	Tipo hélice; sensores usados para la medida de velocidad y dirección del viento podrán ser integrados, además de ser ligeros. Anemómetro de respuesta rápida, con resolución no mayor a 0.1 m/s. Sensor de dirección con resolución de 1° o menor	
Otros accesorios	1	Unidad	Mástil	
	1	Sistema	Sistema de alimentación eléctrica	
	1	Sistema	Sistema de transmisión o comunicación	
	1	Sistema	Sistema de protección eléctrica y puesta a tierra	
	1	Programa	Entrenamiento y capacitación	

#### 4. Software

Las variables meteorológicas que gestionará el software son:

- a) Temperatura del aire
- b) Humedad relativa del aire
- c) Dirección y velocidad del viento
- d) Precipitación pluvial
- e) Radiación solar
- f) Radiación fotosintéticamente activa
- g) Evaporación

Las variables u observaciones biológicas que gestionará el software son:

- a) Porcentaje de la fase fenológica
- b) Fecha de inicio de fase fenológica
- c) Estado de cultivo (muy bueno, bueno, regular o malo)
- d) Fecha de fin de fase fenológica
- e) Fecha de aparición de plagas
- f) Porcentaje de daño causado por plagas y enfermedades

Se deberá proporcionar un (01) Software para el monitoreo agrometeorológico, con las siguientes características:

<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<p><b>Aspectos funcionales</b>, el software debe:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar el procedimiento de consolidación de la información generada por la estación agrometeorológica automática (EAMA)</li><li>• Realizar el análisis de datos meteorológicos en forma rápida y eficiente.</li><li>• Permitir el ingreso manual de observaciones biológicas a escala diaria.</li><li>• Realizar el control de calidad de los datos de forma automática, mediante pruebas estadísticas, en busca de valores atípicos que podrían ser datos errados.</li><li>• Recopilar, almacenar, procesar y mostrar datos gráficamente.</li><li>• Presentar una flexibilidad inherente que le permita convertirse en una herramienta para aplicaciones agrometeorológicas.</li><li>• Mostrar los datos gráficamente y como texto en una tabla.</li><li>• Contar con mecanismo que le permita informar y/o emitir una alarma al usuario, sobre eventos específicos de las variables meteorológicas que alcanzan umbrales previamente definidos.</li><li>• Permitir una diversidad de medios para enviar alertas</li><li>• Proporcionar una serie de herramientas para procesar los datos, ya sea un simple informe, una estadística avanzada, o incluso un sistema experto complejo, como el cálculo de la evapotranspiración potencial y los grados días.</li></ul>

- Permitir a sus usuarios, por medio de un servidor web, obtener acceso a la base de datos a través de una conexión a Internet, utilizando un navegador web común.
- Permitir la representación gráfica del monitoreo agrometeorológico (observaciones meteorológicas y biológicas), en tiempo real, y en diferentes intervalos de tiempo, tomando como referencia los últimos 30 días de observación.
- Estimar la evapotranspiración potencial utilizando el método de FAO Penman Monteith
- Permitir al usuario definir o parametrizar la temperatura base de un cultivo, por cada fase fenológica y tipo de cultivo.
- Generar reportes y listados de:
  - a) Datos en tiempo real
  - b) Historial de la serie de datos (anual, mensual, diario)
  - c) Índices agrometeorológicos
    - Evapotranspiración potencial
    - Grados días
    - Ecoclimograma

#### Aspectos operativos

- El software debe ser adaptable y escalable para futuras modificaciones, implementaciones de nuevos módulos, migraciones de base de datos para cualquier modelo de Estación Meteorológica Automática.
- El proveedor debe entregar manuales técnicos de instalación y de usuarios en forma impresa y digital. La versión debe ser en español. Así mismo debe contar con una ayuda en línea y manuales de autoaprendizaje en español.
- El software debe contar con seguridad de perfiles de usuario, historial de incidentes de seguridad, errores, problemas de red y de sistemas (logs), con un módulo de respaldo o seguridad de base de datos (backup).
- El software debe tener una presentación responsive (adaptable a dispositivos móviles) vía web.