

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“AUTOMATIZACION EN LA ADQUISICION DE  
LA DATA DEL SISTEMA  
HIDROMETEOROLOGICO DEL COMPLEJO  
HIDROELECTRICO MANTARO”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO MECATRONICO**

**GIOVANNI CAMILO CABEZAS JACINTO**

**PROMOCION 2003-I**

**LIMA-PERU**

**2007**

# INDICE

PRÓLOGO.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. OBJETIVO.....	4
<b>CAPÍTULO 2: "MARCO TEÓRICO" .....</b>	<b>6</b>
1.3. LIMITACIONES .....	5
1.3. LIMITACIONES .....	5
2.1. LA TELEMETRÍA.....	6
2.1.1 SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATA.....	7
2.1.2 SATÉLITES METEOROLÓGICOS .....	15
2.2. LA HIDROMETEOROLOGÍA.....	18
2.2.1 LA HIDROLOGÍA.....	18
2.2.2 LA PRECIPITACIÓN .....	19
2.2.3 LA ESCORRENTÍA.....	20
2.2.4 LA EVAPOTRANSPIRACIÓN.....	21
<b>CAPÍTULO 3: "ANÁLISIS DE SISTEMA ANTES DE AUTOMATIZACIÓN" .....</b>	<b>22</b>
3.1 LA RED DE CONTROL HIDROMETEOROLÓGICO.....	22
3.1.1 SISTEMA DE TELEMETRÍA.....	24
3.1.2 RED DE RADIO HF.....	25
3.2 PROBLEMAS DE LA RED .....	27
<b>CAPÍTULO 4: "ANÁLISIS Y DESARROLLO DE INGENIERÍA DEL SISTEMA PROPUESTO" ..</b>	<b>28</b>
4.1 RED HIDROMETEOROLÓGICA BÁSICA.....	28
4.2 DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS POR ESTACIÓN.....	31
4.3 ADQUISIDOR DE DATOS.....	32
4.3.1 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA.....	35
4.3.1.1 DEFINICIÓN DEL SENSOR.....	36
4.3.1.2 DEFINICIÓN DE PROCESOS.....	37
A. CÁLCULO DE MEDIAS.....	38
B. CÁLCULO DE NIVEL MÁXIMO Y MÍNIMO HORARIO .....	39
C. CÁLCULO DE NIVEL AL FINAL DE LA HORA .....	39
D. CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN ACUMULADA .....	40
E. ALARMAS .....	40
4.3.2 ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	40

4.4	SENSORES.....	43
4.4.1	EVAPORÍMETRO.....	44
4.4.2	SENSOR DE NIVEL PIEZORRESISTIVO.....	47
4.4.3	SENSOR DE NIVEL POR RADAR.....	49
4.4.4	SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA .....	52
4.4.5	SENSOR DE VIENTO .....	55
4.4.6	PLUVIÓMETRO .....	58
4.4.7	SENSOR DE INTRUSISMO.....	60
4.5	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN .....	61
4.6	SISTEMA DE COMUNIC. ACIÓN.....	63
4.6.1	TRANSMISIÓN SELF-TIMED.....	65
4.6.2	TRANSMISIÓN RANDOM.....	66
4.7	SISTEMA SCADA.....	67
4.7.1	DEFINICIONES RELEVANTES.....	68
4.7.2	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA.....	68
4.7.3	ARQUITECTURA DEL SISTEMA.....	69
A.	ARQUITECTURA HARDWARE .....	70
B.	ARQUITECTURA SOFTWARE .....	71
4.7.4	FLUJO DE LA INFORMACIÓN.....	78
4.7.5	BASE DE DATOS HIDROMETEOROLÓGICA .....	82
4.7.6	INTERFAZ CON MODELO .....	83
4.7.7	INTERFAZ GOES.....	83
4.7.8	INTERFAZ GPS .....	84
CAPÍTULO 5: "EJECUCIÓN DEL PROYECTO" .....		85
5.1	SUMINISTRO .....	85
5.2	MONTAJE.....	86
5.3	PRUEBAS.....	89
5.4	PUESTA EN SERVICIO .....	91
5.5	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL .....	92
5.6	OPERACIÓN DEL SISTEMA.....	93
	CONCLUSIONES.....	95
	BIBLIOGRAFÍA.....	97

## PRÓLOGO

Este informe de suficiencia detalla los estudios desarrollados y procedimientos en la implementación del proyecto de Adquisición de la Data en la Automatización del Sistema Hidrometeorológico del Complejo Hidroeléctrico Mantaro, buscando una mayor eficiencia en la recolección, transmisión y tratamiento de datos hidrometeorológicos.

**En el capítulo 1 “Introducción”,** detalla los objetivos, alcances y limitaciones bajo los cuales fue desarrollado el informe de suficiencia.

**En el capítulo 2 “Marco Teórico”,** da la base conceptual de los sistemas de medición a distancia usados en la hidrometeorología y los términos relacionados a la hidrología para la ejecución del proyecto.

**En el capítulo 3 “Análisis del Sistema antes de Automatización”,** describe la red de control hidrometeorológico y los problemas que se presentan en este sistema antes de llevarse a cabo la automatización.

**En el capítulo 4 “Análisis y Desarrollo de Ingeniería del Sistema Propuesto”,** presenta un análisis funcional del sistema, detalla las características de las estaciones hidrometeorológicas y describe los equipos bajo los cuales se desarrollará el proyecto.



**En el capítulo 5 “Ejecución de Proyecto”,** hace un enfoque general del suministro, montaje, pruebas y puesta en servicio de los equipos, así como la capacitación del personal y la operación del sistema.

**En “Conclusiones”,** se describe los resultados obtenidos en la ejecución del proyecto y en el desarrollo del informe de suficiencia.

**En “Bibliografía”,** se indica los autores de obras relacionados al proyecto, así como manuales que se usaron de base para la realización del informe.

**En “Apéndice”,** se entrega los manuales prácticos y hojas técnicas de los diferentes equipos instalados.

**En “Planos”,** se presenta todos los planos de detalle realizados durante la ingeniería.

## INTRODUCCIÓN

El presente informe de suficiencia consiste en la “Adquisición de la Data en la Automatización del Sistema Hidrometeorológico del Complejo Hidroeléctrico Mantaro”. Consta de 26 estaciones remotas (meteorológicas, hidrométricas y pluviométricas, así como combinaciones de ellas) ubicadas en diferentes zonas de los departamentos de Junín, Huancavelica y Cerro de Pasco; y de un centro de control en la presa Tablachaca del departamento de Huancavelica.

El área de proyecto está localizada dentro del ámbito de influencia del Complejo Hidroeléctrico Mantaro que comprende las centrales hidroeléctricas Santiago Antúnez de Mayolo y Restitución, la sub. estación Campo Armiño, presa Tablachaca y la cuenca del Mantaro.

El río Mantaro, constituye la fuente hídrica de las centrales hidroeléctricas Santiago Antúnez de Mayolo (SAM) y Restitución (RON), de propiedad de la empresa estatal Electricidad del Perú S.A. ELECTROPERU, centrales que con una potencia instalada de 1,008 MW en conjunto (798 MW en SAM y 210 MW en RON) representan un componente fundamental del Sistema Eléctrico Nacional. Es el río más importante de la sierra central del Perú tanto por la extensión de su cuenca hidrográfica, como por su trascendencia en la economía de la región.

### **1.1. Objetivo**

El objetivo del proyecto es “Optimizar el despacho del recurso hídrico para alcanzar mejoras de eficiencia en la generación eléctrica”.

Otros objetivos del proyecto son:

1. Mejorar la calidad de información meteorológica e hidrométrica.
2. Recolectar esta misma información donde no exista.

### **1.2. Alcance**

El alcance del proyecto comprende lo siguiente:

1. Automatizar la red hidrometeorológica básica de 26 estaciones mediante medios digitales de colección de información en tiempo real.

2. Desarrollar un sistema de comunicación satelital que permite interconectar todas las estaciones remotas con el centro de control.
3. Implementar un centro de control y SCADA para el tratamiento de la información.

### **1.3. Limitaciones**

Las limitaciones de este informe de suficiencia son los siguientes:

1. El proyecto abarca muchos componentes (obras civiles, mecánicas) y cada uno de ellos exige toda una metodología y un diseño en particular, por lo cual, en este informe se abordará sólo el diseño del “Sistema de Telemetría” como un componente dentro de una metodología de trabajo para un proyecto integral de “Automatización del Sistema Hidrometeorológico del Complejo Hidroeléctrico Mantaro”.
2. La comunicación por medio del satélite GOES es unidireccional, es decir, sólo medición a distancia (telemetría), entonces para poder controlar a distancia en un futuro próximo (telecomando) se tendrá que realizar algunos ajustes en el diseño y cambiar por un satélite bidireccional.

## Capítulo 2

### MARCO TEÓRICO

El propósito de este capítulo es dar la base conceptual de los sistemas de medición a distancia (telemetría) usados en la hidrometeorología, como los adquirentes de datos, instrumentos de campo, medios de comunicación, estaciones de supervisión y procesamiento de la data, así como los términos relacionados a la hidrología.

#### 2.1. La Telemetría

La telemetría es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información generada en la medición hacia el operador del sistema de telemetría. La palabra telemetría procede de las palabras griegas tele (lejos) y metron (medida).

El envío de información hacia el operador en un sistema de telemetría se realiza típicamente mediante comunicación inalámbrica, aunque también se puede realizar por otros medios (teléfono, redes de ordenadores, enlace de fibra óptica, etc.).

La telemetría se utiliza en grandes sistemas, tales como las naves espaciales o las plantas químicas, debido a que facilita la monitorización automática y el registro de las mediciones, así como el envío de alertas, con el fin de que el funcionamiento sea seguro y eficiente. Las agencias espaciales como la NASA, y otras, utilizan sistemas de telemetría y de telecomando para operar con naves espaciales y satélites.

Como en otros campos de las telecomunicaciones, existen estándares internacionales para el equipamiento y para los programas de telemetría.

### **2.1.1 Sistema de Adquisición de Data**

#### **A. Sistema Básico de Medición**

Está compuesto principalmente por:

- Un transductor.
- Un acondicionador de señal.
- Una unidad de grabado, almacenamiento o indicación.

El transductor o detector primario (ó sensor) es el elemento o grupo de elementos que responde a la cantidad física a ser medida y utiliza energía de dicha cantidad para transformar su propio estado en tal forma que el resultado de dicha transformación pueda ser utilizado como información útil y representativa de dicha cantidad.

Una célula fotovoltaica es un caso típico de transductor que toma la energía proveniente de la luz y produce a su salida (bajo condiciones de corto circuito) una corriente proporcional a la intensidad de la luz incidente en un ancho de banda dado.

Otro ejemplo es el potenciómetro el cual produce como salida un cambio en la resistencia vista desde un extremo hasta la toma central o cursor. Dicha salida o cambio de resistencia está relacionada con la posición angular del eje (para el caso de potenciómetros rotativos) mediante una ley que puede o no ser lineal.

En ambos casos la información que se quiere medir ha sido transformada en una variable que puede ser manipulada.

Sin embargo, antes de poder ser almacenada, indicada, transmitida o usada como acción de control, será necesaria una etapa intermedia con el objeto de producir niveles y formas de señal apropiadas para dichas tareas.

Los sistemas de adquisición de datos se utilizan para medir y registrar señales obtenidas básicamente de dos maneras:

1. Aquellas que se originan a partir de la medición directa de cantidades eléctricas, que pueden incluir voltajes DC o AC, frecuencia o resistencia; suelen hallarse en las áreas de prueba de componentes electrónicos, estudios ambientales y trabajos de control de calidad.
2. Señales que se originan a partir de transductores, como galgas extensiométricas y termopares.

## **B. Los Sistemas de Instrumentación**

Se pueden clasificar en dos clases principales:

- Analógicos
- Digitales.



Los sistemas analógicos tratan en forma analógica la información de mediciones. Un sistema analógico se puede definir como una función continua, como una gráfica de voltaje contra tiempo, o desplazamiento contra presión.

Los sistemas digitales manejan la información en forma digital. Una cantidad digital puede consistir en un número de pulsos discretos y discontinuos cuya relación de tiempo contiene información referente a la magnitud o naturaleza de la cantidad.

Un sistema de adquisición de datos analógico consta de algunos o todos los elementos siguientes:

1. **Transductores:** para la transformación de parámetros físicos en señales eléctricas.
2. **Acondicionadores de señales:** para la amplificación, modificación o selección de ciertas partes de estas señales.
3. **Dispositivos de presentación visual:** para monitoreo continuo de las señales de entrada. Estos dispositivos pueden incluir osciloscopio de varios canales o de un solo canal, osciloscopio de almacenamiento, panel de medidores, desplegados numéricos, etc.

4. **Instrumentos de registro de gráficas:** para obtener un registro permanente de los datos de entrada. Estos incluyen registradores de tinta y plumilla para proporcionar registros continuos en cortes de papel, sistemas de registro óptico como los registradores de galvanómetro de espejo y los registradores ultravioleta. Instrumentación de cinta magnética para guardar los datos de entrada, conservar su forma eléctrica original y reproducirlos posteriormente para un más detallado.

Un sistema de adquisición de datos digital puede incluir algunos o todos los elementos siguientes:

1. **Transductor:** transforma parámetros físicos en señales eléctricas aceptables par el sistema de adquisición. Algunos parámetros son la temperatura, presión, aceleración, desplazamiento de pesos y velocidad; también es factible medir directamente cantidades eléctricas, como voltaje, resistencia, o frecuencia.
2. **Acondicionador de señal:** por lo general incluye la circuitería de soporte para el transductor. Esta circuitería puede proporcionar la energía de excitación, circuito de equilibrio y elementos de calibración. Un

ejemplo de acondicionador de señal es un puente balanceado con una galga extensométrica y unidad de fuente de energía.

3. **Explorador o multiplexor:** acepta múltiples entradas analógicas y las conecta secuencialmente a un instrumento de medición.
4. **Convertidor de señal:** transforma la señal analógica en una forma para el convertidor analógico-digital. Un ejemplo de este dispositivo es un amplificador de voltajes de bajo nivel generados por termopares o galgas extensiométricas.
5. **Convertidor analógico-digital (ADC):** Convierte el voltaje analógico a su forma digital equivalente. La salida del convertidor A/D se puede desplegar visualmente y estar disponible como voltaje en pasos discretos para procesamiento posterior o grabación en un registrador digital.
6. **Equipo auxiliar:** Esta sección contiene instrumentos para funciones de programación de sistemas y procesamiento digital de datos. Las funciones auxiliares incluyen linealización y comparación de límites. Estas funciones se pueden ejecutar mediante instrumentos individuales o mediante una computadora digital.

7. **Registrador digital:** Registra información digital en tarjetas perforadas, cinta de papel perforado, cinta magnética, páginas mecanografiadas o una combinación de estos sistemas. El registrador digital puede ir luego de una unidad de acoplamiento que transforma la información digital en la forma apropiada para la entrada del registrador digital seleccionado.

Las operaciones esenciales dentro de un sistema digital incluyen manipulación de señales analógicas, medición, conversión y manejo de datos digitales, y programación y control interno.

Los sistemas de adquisición de datos se utilizan en un gran número de aplicaciones (en constante aumento), en una variedad de áreas industriales y científicas, como la industria biomédica, aeroespacial y **telemetría**. El tipo de sistema de adquisición de datos, analógica o digital, depende del uso de los datos registrados.

En general, los sistemas de datos analógicos se utilizan cuando se requiere un amplio ancho de banda o cuando se puede tolerar poca exactitud. Los sistemas digitales se aplican cuando el proceso físico que en estudio varía poco (ancho de banda angosto) y cuando se necesita una exactitud alta y bajo costo por canal.

Los sistemas digitales varían en complejidad desde sistemas de un solo canal para medición y registro de voltajes DC hasta sistemas automáticos de múltiples canales, los cuales miden un gran número de parámetros de entrada, los comparan con respecto a condiciones o límites preestablecidos y llevan a cabo cálculos y toman decisiones sobre la señal de entrada. Los sistemas digitales en general son más complejos que los analógicos, tanto en términos de volumen y complejidad de los datos de entrada que pueden manejar.

Los sistemas de adquisición de datos a menudo utilizan registradores de cinta magnética. Los sistemas digitales requieren convertidores para cambiar voltajes analógicos en números o cantidades digitales discretas. Inversamente, la información digital se puede convertir de nuevo en analógica, como voltaje o corriente, con lo cual puede utilizarse como una cantidad de realimentación que controla un proceso industrial.

### **C. Sistema Generalizado de Adquisición de Datos**

En muchos casos, la señal o información resultante puede requerir un procesamiento que generalmente está a cargo de un microprocesador, microcomputador o mini computadora, dependiendo esto de muchos factores que van desde las consideraciones económicas, a las puramente técnicas.

Por otra parte, un multiprocesamiento de la información proveniente de más de una parte del proceso o de varios procesos puede ser necesario.

### **2.1.2 Satélites Meteorológicos**

En 1959 el satélite Explorer 8, fue el primero que llevó un instrumento para la observación de la atmósfera desde el espacio a través de un radiómetro de radiación global (ERBE). Los primeros satélites específicamente meteorológicos fueron los TIROS (Television Infra-Red Observation Satellite), en los primeros años 60, que permitieron una visión global de los sistemas nubosos.

Actualmente existen dos grandes grupos de satélites meteorológicos, los de órbita polar y los geoestacionarios.

#### **A. Satélites de Órbita Geostacionaria**

Este tipo de satélite rota en torno a la Tierra sincronizados con su velocidad de rotación, es decir que acompañan a la Tierra y por consiguiente se encuentran situados siempre en un mismo punto sobre la superficie terrestre.

Actualmente se encuentran en operatividad los siguientes satélites:

- GOES-8 (0°N,75°W)
- GOES-9 (0°N,135°W)

- Meteosat-7 (Operativo en posición 0°N,0°E)
- Meteosat-6 (Redundante en stand-by en posición 0°N,9°W)
- Meteosat-5 (Programa INDOEX en posición 0°N,63°E)
- Rusia: GOMS (0°N,76°E)
- India: INSAT(0°N,93°E)
- China: FY-2 (0°N,105°E)
- Japón: GMS (0°N,140°E).

Algunas características principales de este grupo son:

- Altura desde la superficie de la tierra de 36000kms. aproximadamente.
- Giran en torno a un eje casi paralelo al eje N-S terrestre.
- Velocidad de giro de 100 RPM (Revoluciones por minuto).
- Operan en dos modos uno de alta HRI (High Resolution Image) y otro de baja resolución WEFAX (Weather Facsimile).
- Transmiten sus datos en dos frecuencias, una para cada modo.

## **B. Satélites GOES (USA)**

Los satélites GOES (Geostationary Operational Environmental Satellites) forman parte de un sistema de satélites hemisféricos geostacionarios desarrollados por el gobierno de EE.UU con la finalidad de monitorear y pronosticar eventos meteorológicos.

Los satélites son operados por la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) y fueron diseñadas y puesto en órbita por la NASA (National Aeronautics and Space Administration). La primera generación de la serie de GOES comenzó a operar a partir de los años 70, pudiéndose desde entonces monitorear exitosamente parámetros ambientales en forma continua.

Los satélites GOES cubren la tierra en dos sectores: Este y Oeste, posicionándose respectivamente el GOES-8 a los 75° y el GOES-9 a los 135° longitud Oeste, sobre la línea del paralelo de los 0° (Ecuador).

**Figura 1: Satélite GOES**





## **2.2. La Hidrometeorología**

La hidrometeorología comprende la observación, procesamiento y análisis del comportamiento de los elementos hídricos, fundamentalmente las descargas de los ríos y los volúmenes almacenados en reservorios y lagunas; y de los elementos meteorológicos, fundamentalmente la precipitación pluvial y las temperaturas máximas y mínimas. Por supuesto que hay muchos otros factores hidrometeorológicos, pero los que hemos señalado son los más importantes desde el punto de vista de su impacto en la generación de energía.

Realizamos hidrometeorología con el fin de fomentar la capacidad del Gobierno Peruano para formular e implementar eficazmente las políticas del Sector Hidroeléctrico.

Como metas nos proponemos la constitución de un sistema de información y alerta hidrometeorológica a nivel nacional y departamental, que a parte de ELECTROPERU sea utilizada por el Ministerio de Agricultura, Asociaciones y Comités de Productores y Juntas de Usuarios.

### **2.2.1 La Hidrología**

La hidrología es la ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución y las propiedades del agua de la atmósfera y la superficie terrestre. La palabra

hidrología procede de la palabra griega hydor (agua). Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración, el agua subterránea y el equilibrio de las masas glaciares.

### **2.2.2 La Precipitación**

En meteorología, la precipitación es cualquier forma de agua que cae del cielo. Esto incluye lluvia, nieve, granizo, neblina y rocío.

La precipitación es una parte importante del ciclo del agua y es responsable por depositar agua fresca en el planeta. La precipitación es generada por las nubes, cuando alcanzan un punto de saturación; en este punto las gotas de agua creciente (o pedazos de hielo) se forman, que caen a la Tierra por gravedad. Es posible inseminar nubes para inducir la precipitación rociando un polvo fino o un químico apropiado (como el nitrato de plata) dentro de la nube, generando las gotas de agua e incrementando la probabilidad de precipitación.

Los instrumentos más frecuentemente utilizados para la medición de la lluvia y el granizo son los pluviómetros y pluviógrafos, estos últimos se utilizan para determinar las precipitaciones pluviales de corta duración y alta intensidad. Estos instrumentos deben ser instalados en locales apropiados donde no se produzcan interferencias de edificaciones, árboles, o elementos orográficos como rocas elevadas.

La precipitación pluvial se mide en mm (milímetros), que equivale al espesor de la lámina de agua que se formaría, a causa de la precipitación sobre una superficie perfectamente plana e impermeable.

### **2.2.3 La Escorrentía**

En hidrología, la escorrentía es la lámina de agua que circula en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros de agua de lluvia escurrida y extendida uniformemente. Normalmente se considera como la precipitación menos la evapotranspiración real. Según la teoría de Horton se forma cuando las precipitaciones superan la capacidad de infiltración del suelo. Esto sólo es aplicable en suelos de zonas áridas y de precipitaciones torrenciales. Ésta deficiencia se corrige con la teoría de la saturación, aplicable a suelos de zonas de pluviosidad elevada y constante. Según dicha teoría, la escorrentía se formará cuando los compartimentos del suelo estén saturados de agua.

La escorrentía superficial es una de las principales causas de erosión a nivel mundial. Suele ser particularmente dañina en suelos poco permeables, como los arcillosos, y en zonas con una cubierta vegetal escasa.

#### **2.2.4 La Evapotranspiración**

Se define la evapotranspiración como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en mm. por unidad de tiempo.

La evapotranspiración es una característica de una planta en particular, en efecto, los diferentes cultivos requieren, para su desarrollo pleno, diferentes cantidades de agua, la que después de ser procesada es evapotranspirada por sus hojas y tallos.

El conocimiento de la curva de demanda de agua de cada cultivo es fundamental para la correcta programación del riego de los cultivos.

### **Capítulo 3**

## **ANÁLISIS DEL SISTEMA ANTES DE AUTOMATIZACIÓN**

El propósito de este capítulo es describir la red de control hidrometeorológico y los problemas que se presentan en este sistema antes de automatización.

### **3.1 La Red de Control Hidrometeorológico**

La Red Hidrometeorológica del río Mantaro fue instalada en su mayoría en 1962, constituida por estaciones climatológicas, pluviométricas, pluviográficas y pluviómetros totalizadores. Además en el curso principal del río Mantaro como en sus principales afluentes se instalaron estaciones limnigráficas y limnimétricas. En los últimos años han sido incorporadas otras estaciones en toda la cuenca.

Tabla 1: Equipos de Medición del Antiguo Sistema

ESTACIÓN	EQUIPOS
Upamayo	Caseta meteorológica, heliógrafo, actinógrafo, pluviómetro, pluviógrafo, tanque de evaporación, limnógrafo, mira y un huario para la medición de caudales
Tambo del Sol	Pluviómetro
Junín	Pluviógrafo
Transvase	Limnógrafo, pluviógrafo y un huario
Hueghue	Pluviógrafo
Puente Chulec	Limnógrafo, mira
Casaragra	Mira
Huari	Mira, radio, panel solar y batería
Cochas	Túnel Mira, huario
Piñascocha	Mira
Pachacayo	Limnógrafo, mira, huario y pluviógrafo
Huaytapallana	Pluviógrafo
Mantaro	Pluviógrafo
Puente Stuart	Limnógrafo, mira, radio
Palaco	Pluviógrafo, pluviómetro
Chilicocha	Pluviógrafo, mira
Huichicocha	Caseta metereológica, aspirósicrómetro, tanque de evaporación, pluviómetro
Yulapuquio	Mira y huario
Canipaco	Mira
Yanacochoa	Mira
Colpa	Caseta metereológica, tanque de evaporación, pluviógrafo y pluviómetro
Angasmayo	Limnógrafo, mira, huario y pluviógrafo
Quillón	Limnógrafo, mira y huario
Moya	Limnógrafo, mira y huario
Tellería	Caseta metereológica, aspirósicrómetro y pluviógrafo
Acostambo	Pluviógrafo
Astobamba	Pluviógrafo
Huancavelica	Pluviógrafo
Mejorada	Caseta metereológica; aspirósicrómetro, tanque de evaporación, pluviómetro, limnógrafo, mira y huario
Chinche	Mira y huario
Quichuas	Caseta meteorológica, heliógrafo, tanque de evaporación, anemómetro, pluviómetro y pluviógrafo

Villena	Pluviógrafo
Pampas	Caseta meteorológica, tanque de evaporación, pluviómetro y pluviógrafo
Yauricocha	Pluviógrafo
Chichicocha	Pluviógrafo

Nota.- La caseta meteorológica consta de 04 termómetros

(1 de mínima, 1 de máxima, 1 de bulbo seco y 1 de bulbo húmedo)

### 3.1.1 Sistema de Telemetría

El Sistema de Telemetría de la cuenca del Mantaro cuenta en la actualidad con estaciones hidrométricas y pluviométricas, las cuales reportan cada hora a la estación maestra del centro de control de ELECTROPERU, el mismo que se encuentra ubicado en el distrito de San Juan de Miraflores, Lima.

Actualmente el Sistema de Telemetría de la cuenca del río Mantaro está conformado por las siguientes estaciones:

1. **Upamayo:** ubicada en el campamento de Centromin, esta estación remota cuenta con un sensor pluviométrico, un sensor de nivel en la presa Upamayo y un sensor de nivel en el río Mantaro.
2. **Junín:** ubicado en la localidad de San Pedro de Pará, esta estación remota cuenta con un sensor de nivel en el lago Junín.

3. **Puente Chulec:** ubicado en La Oroya, esta estación remota cuenta con un sensor pluviométrico y un sensor de nivel en el río Mantaro.
4. **Puente Stuart:** ubicado en Jauja, esta estación remota cuenta con un sensor pluviométrico y un sensor de nivel en el río Mantaro.
5. **La Mejorada:** ubicado cerca al poblado de Mariscal Cáceres, esta estación remota cuenta con un sensor pluviométrico y un sensor de nivel en el río Mantaro.
6. **Tablachaca:** ubicada en la presa Tablachaca, actualmente esta estación remota cuenta con sensores en las naves C, D y pozo de aireación.
7. **San Juan:** ubicada a 1 Km., del centro de supervisión de San Juan – Lima, es la estación maestra del sistema de telemetría.

### 3.1.2 **Red de Radio HF**

El Red de Radio HF se utiliza para la transmisión de la información hidrometeorológica de la cuenca del río Mantaro por parte de los observadores.



Actualmente los observadores de la Red Hidrometeorológica, cuentan con equipos de radio marca Yaesu, Kenwood y Motorola para el reporte diario de las siguientes estaciones:

1. Upamayo
2. Puente Chulec
3. Huari
4. Laguna Cochas
5. Laguna Piñascocha
6. Pachacayo
7. Puente Stuart
8. Puituco
9. Puente Mellizo
10. Tellería
11. Mejorada
12. Tablachaca.

Siendo la base de recolección de datos la estación de radio ubicada en presa Tablachaca.

Los equipos de radio HF con que cuentan las estaciones de la red hidrometeorológica, son alimentados por un panel solar de 40 watts, el mismo que alimenta al equipo de radio y a una batería de 115 A-h.

### **3.2 Problemas de la Red**

La red de control hidrometeorológico presenta dos (2) problemas graves:

1. Las mediciones se realizan manualmente con personal que toman lecturas directas de los instrumentos instalados en las estaciones Meteorológicas, Hidrométricas y Pluviométricas.
2. El reporte de datos se realiza periódicamente, que hacen que ELECTROPERU no cuenten con información hidrometeorológica consistente y oportuna para su operación.

## Capítulo 4

### ANÁLISIS Y DESARROLLO DE INGENIERÍA DEL SISTEMA PROPUESTO

El propósito de este capítulo es presentar un análisis funcional del sistema, detallar las características de las estaciones hidrometeorológicas y describir los equipos bajo los cuales se desarrollará el proyecto.

#### 4.1 Red Hidrometeorológica Básica

La selección de la estaciones de la red básica hidrometeorológica, obedece al criterio de poder contar con la información mínima necesaria en el centro de control hidrometeorológico para ejecutar los programas de pronósticos y de operación en el corto plazo como primera aproximación.

La red hidrometeorológica básica consta de 26 estaciones. Entre estas estaciones se tienen estaciones meteorológicas, hidrométricas y pluviométricas, así como combinaciones de ellas:

**A. Estaciones Meteorológicas (10 Estaciones):**

**Tipo M1-1:**

1. Yauricocha
2. Señal Juni
3. Chinche
4. Mantaro
5. Mejorada

**Tipo M1-2:**

1. Hayarragra
2. Chilicocha

**Tipo M2:**

1. Huichicocha
2. Junin
3. Tambo del sol

**B. Estaciones de Precipitación (7 Estaciones)**

**Tipo P1:**

1. Hueghue

2. Yauli
3. Ondores
4. Suitocancha
5. Vichecochoa

**Tipo P2:**

1. Chichicocha
2. Huaytapallana

**C. Estaciones Hidrométricas (4 Estaciones)**

**Tipo H1:**

1. Chinchi
2. Huari
3. Chupuro

**Tipo H1:**

1. Moya-Quillón

**D. Estación Meteorológica + Hidrométrica (1 Estación)**

1. Upamayo

**E. Estaciones de Precipitación + Hidrométricas (4 Estaciones)**

**Tipo PH1:**

1. Angasmayo



Donde:

- M1: Estaciones Meteorológicas tipo M1.
- M2: Estaciones Meteorológicas tipo M2.
- P: Estaciones Pluviométricas.
- H1: Estaciones Hidrométricas tipo H1.
- H2: Estación Hidrométrica tipo H2.
- MH: Estación Meteorológica + Hidrométrica.
- HP1: Estaciones Hidrométrica + Precipitación tipo HP1.
- HP2: Estaciones Hidrométrica + Precipitación tipo HP2.

### **4.3 Adquisidor de Datos**

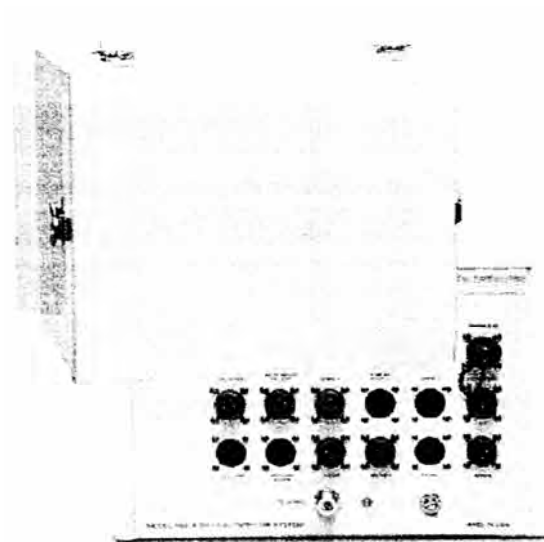
Una Estación Hidrometeorológica está formada por un equipo Adquisidor de Datos, modelo DCP555ES de Vaisala (Plataforma de Recolección de Datos). El equipo adquisidor de datos tiene la función de captar la información que proporcionan los distintos sensores que estén conectados a él, procesarla, almacenarla y transmitirla al Centro de Control de Tablachaca para su posterior tratamiento.

El Adquisidor de Datos 555ES de Vaisala está formado por una tarjeta adquisidora de datos que es el corazón del sistema. Esta tarjeta va incluida

dentro de un gabinete con una protección NEMA 4X que permite al sistema ser instalado a la intemperie.

Este gabinete dispone una serie de conectores de tipo militar para la conexión de los sensores, puerto de configuración, panel solar y equipos de reserva, además de un conector para la antena. Esta disposición permite que la conexión de todos los equipos sea rápida y fácil de realizar.

**Figura 2: DCP**



Todas las DCP se han diseñado de manera que ocupen el total de canales de entrada disponibles para permitir futuras ampliaciones. Así, cada DCP consta de las siguientes entradas disponibles:



- **Programa I/O**, para la comunicación con la DCP con objeto de cargar el software en la DCP, obtener datos instantáneos e históricos, cambiar la configuración interna, etc.
- **Panel Solar**, para la conexión del panel solar BP-Solar, modelo BP580-U.
- **DI2/DI3**, conexión disponible para futuras entradas digitales.
- **Display**, conexión disponible para un futuro display.
- **4-20mA**, entrada para futuros sensores con señal 4-20mA.
- **T&H**, entrada para el sensor de temperatura y humedad relativa Vaisala, modelo HMP45DUS.
- **Radiación Solar**, entrada para un futuro sensor de radiación solar.
- **MODEM**, entrada para la conexión.
- **SDI-12**, entrada disponible para futuros sensores mediante señal del tipo SDI-12.
- **Velocidad y Dirección del Viento**, entrada para el sensor ultrasónico de velocidad y dirección de viento Vaisala, modelo 425A.
- **Precipitación**, entrada para el pluviómetro Vaisala, modelo 444A.
- **Transductor de Presión**, entrada para el sensor de nivel piezorresistivo Druck, modelo PTX1830 o el sensor de nivel por radar Endress-Hauser, FMR240.
- **Evaporación**, entrada para el sensor de evaporación Pepperl+Fuchs, modelo UC-500-30GM-IU-V1.

- **GPS**, entrada para la antena del GPS.
- **Salida RF**, salida desde la DCP hacia la antena GOES.

En función del tipo de estación y los sensores instalados en la misma habrá una mayor cantidad de entradas a la DCP disponibles para futuras ampliaciones.

#### **4.3.1 Configuración del Sistema**

A través del software de programación 555 WinPro del Adquisidor de Datos 555ES de Vaisala, se han configurado todos los sensores instalados en las estaciones. El software desarrollado contempla todos los sensores instalados en el presente proyecto para todas y cada una de las estaciones, de tal manera que en caso de que ELP requiera realizar un ampliación de una estación, pasando por ejemplo de estación de precipitación a estación meteorológica tipo M1, únicamente tendría que conectar los sensores en sus entradas respectivas, sin tener necesidad de modificar el software de la DCP.

La programación de un sensor en el adquisidor de datos podemos dividirla en dos partes:

- Definición del sensor.
- Definición de procesos.

#### **4.3.1.1 Definición del Sensor**

En primer lugar debemos definir al sensor dentro del sistema. Una vez que cada uno de los instrumentos han sido conectados al adquisidor, a través del software de programación “informamos” a la tarjeta de adquisición de datos del tipo de sensor, dentro de una lista de equipos disponibles o genéricos en el tipo de información que proporcionan, del conector utilizado, de las unidades y rango de ingeniería para la conversión de la señal recibida y del control de la alimentación que podemos efectuar sobre el mismo.

Para realizar una óptima gestión de los recursos disponibles, sobre todo para el caso de la alimentación solar, el adquisidor dispone de dos switches (interruptores) a través de los cuales se pueden alimentar los sensores. Estos interruptores son configurados a través de la programación, en donde se temporiza su funcionamiento de tal forma que alimentan los sensores sólo en el momento en el que se desea tomar la medida, durante el tiempo suficiente para el establecimiento del valor.

Así cada uno de los sensores puede asignarse a alguno de estos interruptores o no hacerlo, para el caso de que no necesiten alimentación o se desee hacerlo de forma externa.

Los sensores que se han definido son los mencionados anteriormente.

#### **4.3.1.2 Definición de Procesos**

Los procesos son cada una de las posibles acciones que se pueden realizar sobre un sensor. Cada uno de ellos permite la obtención de variables calculadas a partir de uno o varios sensores como pueden ser valores medios, máximos, mínimos o parámetros meteorológicos que no se pueden medir directamente.

Existen procesos finales que se encargan de almacenar en memoria los resultados obtenidos y procesos intermedios que se encargan de realizar cálculos previos que sirven para procesos finales.

Cada uno de los procesos que se encargan de almacenar información en memoria está temporizado, es decir, se le indica el primer instante del día y el intervalo a partir de ese momento en que deben producirse la activación del proceso.

La activación de un proceso llevará como efecto la toma de información del sensor o sensores asociados a dicho proceso. Esto provoca que dicho sensor sea alimentado a través de alguno de los dos interruptores que dispone el adquisidor. Esto implica que el resto de sensores cuya alimentación dependa de dicho interruptor también será alimentado aunque no haya ningún proceso sobre él activo en ese instante.

Los procesos que se han definido para cada tipo de sensor son el cálculo de la media horaria a partir de los valores tomados por el sensor cada cierto tiempo. Además, dada la importancia que tiene la medición de nivel se han considerado también procesos para la medida del nivel máximo y mínimo en cada periodo horario.

Los procesos de cálculo de datos que realiza la DCP son los siguientes:

- Cálculo de Medias.
- Cálculo del nivel máximo y mínimo horario.
- Cálculo del nivel al final de la hora.
- Cálculo de la precipitación acumulada.
- Alarmas.

#### **A. Cálculo de Medias**

La DCP realiza el cálculo de la media para un cierto número de datos adquiridos a través del sensor. En la tabla adjunta se muestran las medias que calcula la DCP para cada uno de los sensores, así como el tiempo de muestreo para cada dato:

**Tabla 3: Cálculo de Media en la DCP de cada Sensor**

<b>Medida</b>	<b>Cálculo de Media</b>	<b>Tiempo de Muestreo</b>
Velocidad de viento	60 min.	10 seg.
Dirección de viento	60 min.	10 seg.
Temperatura del aire	60 min.	1 min.
Humedad relativa	60 min.	1 min.
Evaporímetro	60 min.	1 min.
Nivel Medio	60 min.	1 min.

- El cálculo de media, se refiere al tiempo que transcurre para calcular la media.
- El tiempo de muestreo se refiere al tiempo transcurrido entre la toma de dos medidas.

Así tomando como ejemplo el sensor de evaporación, se calcula la media horaria tomando el dato del sensor cada minuto.

### **B. Cálculo de Nivel Máximo y Mínimo Horario**

A partir de los valores del sensor de nivel, la DCP calcula el valor máximo y el nivel mínimo en el intervalo horario.

### **C. Cálculo de Nivel al Final de la Hora**

La DCP calcula el valor instantáneo del nivel al final de la hora.

#### **D. Cálculo de la Precipitación Acumulada**

A partir de los datos del pluviómetro, la DCP calcula en todo momento la precipitación acumulada, siendo este el dato que transmite por GOES.

#### **E. Alarmas**

La DCP considera tres tipos de alarmas:

- Puerta Abierta.
- Tanque de Evaporación Lleno (sólo aplica en las estaciones M1).
- Tanque de Evaporación Vacío (sólo aplica en las estaciones M1).

#### **4.3.2 Almacenamiento de la Información**

Con objeto de maximizar los datos que se pueden almacenar en la DCP, para cada tipo de estación se almacenarán únicamente aquellos datos correspondientes a los sensores que realmente tiene conectados cada estación. No obstante, se permite de manera fácil actualizar los datos a almacenar ante futuras ampliaciones.

Además, como medida de redundancia almacena también los datos que se envían al buffer del GOES para ser transmitidos, que lógicamente coinciden exactamente con los datos calculados por cada proceso.

Así, los datos almacenados para cada tipo de estación son los siguientes:

**Tabla 4: Data en Estaciones Meteorológicas Tipo M1**

<b>Valores Calculados</b>	<b>Valores Enviados al GOES</b>
Media horaria velocidad de viento	Media horaria velocidad de viento
Media horaria dirección de viento	Media horaria dirección de viento
Media horaria temperatura del aire	Media horaria temperatura del aire
Media horaria humedad relativa	Media horaria humedad relativa
Media horaria nivel tanque evaporación	Media horaria nivel tanque evaporación
Acumulado pluviómetro	Acumulado pluviómetro
Corriente panel solar al final de la hora	Corriente panel solar al final de la hora
Voltaje panel solar al final de la hora	Voltaje panel solar al final de la hora
Humedad relativa interna DCP al final de la hora	Humedad relativa interna DCP al final de la hora
Puerta abierta (evento)	Alarma de puerta abierta a final de hora
Nivel tanque evaporación alto (evento)	Alarma de nivel tanque evaporación alto final de la hora
Nivel tanque evaporación bajo (evento)	Alarma de nivel tanque evaporación bajo final de la hora
Voltaje de la batería al final de la hora	Voltaje de la batería al final de la hora

**Tabla 5: Data en Estaciones Meteorológicas Tipo M2**

<b>Valores Calculados</b>	<b>Valores Enviados al GOES</b>
Media horaria temperatura del aire	Media horaria temperatura del aire
Media horaria humedad relativa	Media horaria humedad relativa
Acumulado pluviómetro	Acumulado pluviómetro
Corriente panel solar al final de la hora	Corriente panel solar al final de la hora
Voltaje panel solar al final de la hora	Voltaje panel solar al final de la hora
Humedad relativa interna DCP al final de la hora	Humedad relativa interna DCP al final de la hora
Puerta abierta (evento)	Alarma de puerta abierta a final de hora
Voltaje de la batería al final de la hora	Voltaje de la batería al final de la hora

**Tabla 6: Data en Estaciones Pluviométricas**

<b>Valores Calculados</b>	<b>Valores Enviados al GOES</b>
Acumulado pluviómetro	Acumulado pluviómetro
Corriente panel solar al final de la hora	Corriente panel solar al final de la hora
Voltaje panel solar al final de la hora	Voltaje panel solar al final de la hora
Humedad relativa interna DCP al final de la hora	Humedad relativa interna DCP al final de la hora
Puerta abierta (evento)	Alarma de puerta abierta a final de hora
Voltaje de la batería al final de la hora	Voltaje de la batería al final de la hora



**Tabla 7: Data en Estaciones Hidrométricas Tipo H1**

Valores Calculados	Valores Enviados al GOES
Media horaria nivel	Media horaria nivel
Nivel mínimo durante la hora	Nivel mínimo durante la hora
Nivel máximo durante la hora	Nivel máximo durante la hora
Nivel final hora	Nivel final hora
Corriente panel solar al final de la hora	Corriente panel solar al final de la hora
Voltaje panel solar al final de la hora	Voltaje panel solar al final de la hora
Humedad relativa interna DCP al final de la hora	Humedad relativa interna DCP al final de la hora
Puerta abierta (evento)	Alarma de puerta abierta a final de hora
Voltaje de la batería al final de la hora	Voltaje de la batería al final de la hora

**Tabla 8: Data en Estaciones Hidrométricas Tipo H2 (Moya-Quillón)**

Valores Calculados	Valores Enviados al GOES
Media horaria nivel	Media horaria nivel
Nivel mínimo durante la hora	Nivel mínimo durante la hora
Nivel máximo durante la hora	Nivel máximo durante la hora
Nivel final hora	Nivel final hora
Media horaria nivel 2	Media horaria nivel
Nivel 2 mínimo durante la hora	Nivel mínimo durante la hora
Nivel 2 máximo durante la hora	Nivel máximo durante la hora
Nivel 2 final hora	Nivel 2 final hora
Corriente panel solar al final de la hora	Corriente panel solar al final de la hora
Voltaje panel solar al final de la hora	Voltaje panel solar al final de la hora
Humedad relativa interna DCP al final de la hora	Humedad relativa interna DCP al final de la hora
Puerta abierta (evento)	Alarma de puerta abierta a final de hora
Voltaje de la batería al final de la hora	Voltaje de la batería al final de la hora

**Tabla 9: Data en Estaciones Pluviohidrométricas**

Valores Calculados	Valores Enviados al GOES
Media horaria nivel	Media horaria nivel
Nivel mínimo durante la hora	Nivel mínimo durante la hora
Nivel máximo durante la hora	Nivel máximo durante la hora
Nivel final de hora	Nivel final de hora
Acumulado pluviómetro	Acumulado pluviómetro
Corriente panel solar al final de la hora	Corriente panel solar al final de la hora
Voltaje panel solar al final de la hora	Voltaje panel solar al final de la hora
Humedad relativa interna DCP al final de la hora	Humedad relativa interna DCP al final de la hora
Puerta abierta (evento)	Alarma de puerta abierta a final de hora
Voltaje de la batería al final de la hora	Voltaje de la batería al final de la hora

**Tabla 10: Data en Estación Hidrometeorológica (Upamayo)**

<b>Valores Calculados</b>	<b>Valores Enviados al GOES</b>
Media horaria velocidad de viento	Media horaria velocidad de viento
Media horaria dirección de viento	Media horaria dirección de viento
Media horaria temperatura del aire	Media horaria temperatura del aire
Media horaria humedad relativa	Media horaria humedad relativa
Media horaria nivel	Media horaria nivel
Nivel mínimo durante la hora	Nivel mínimo durante la hora
Nivel máximo durante la hora	Nivel máximo durante la hora
Nivel final hora	Nivel final hora
Media horaria nivel tanque evaporación	Media horaria nivel tanque evaporación
Acumulado pluviómetro	Acumulado pluviómetro
Corriente panel solar al final de la hora	Corriente panel solar al final de la hora
Voltaje panel solar al final de la hora	Voltaje panel solar al final de la hora
Humedad relativa interna DCP al final de la hora	Humedad relativa interna DCP al final de la hora
Puerta abierta (evento)	Alarma de puerta abierta a final de hora
Nivel tanque evaporación alto (evento)	Alarma de nivel tanque evaporación alto final de la hora
Nivel tanque evaporación bajo (evento)	Alarma de nivel tanque evaporación bajo final de la hora
Voltaje de la batería al final de la hora	Voltaje de la batería al final de la hora

#### 4.4 Sensores

Los equipos e instrumentos descritos seguidamente cumplen con todas las exigencias y estándares de las normas internacionales para el tipo de medición requerida.

Los sensores están diseñados para un mínimo consumo de corriente. Las interfases para la conexión de los equipos proyectados en las Estaciones Hidrometeorológicas, están de acuerdo con estándares de entradas analógicas (0-20 mA, 4-20 mA, 0-5 VDC, etc).

#### 4.4.1 Evaporímetro

El modelo UC500-30GM-IUR2-V15 de Pepperl + Fuch es un evaporímetro con salida analógica proporcional al nivel del agua, adecuado para ser instalado en un tanque de evaporación tipo "A".

El instrumento consiste en un transmisor ultrasónico de evaporación, que mide el nivel de evaporación en un tanque de evaporación, con un alcance de medición de 0 a 150mm y una resolución de 12 bits.

**Figura 3: Transmisor Ultrasónico de Evaporación**



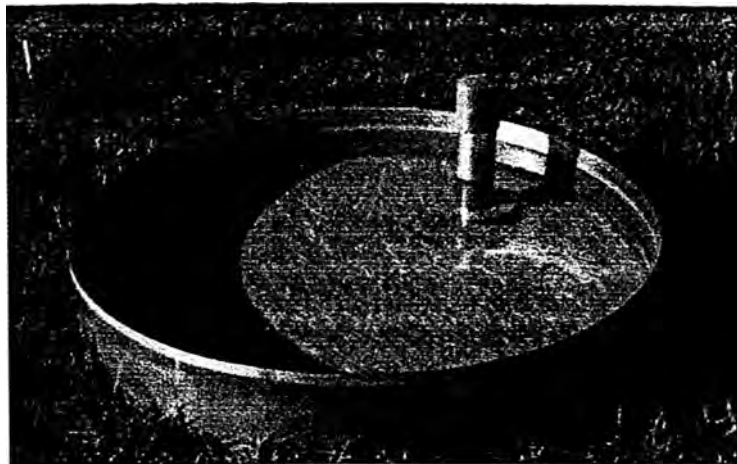
El conjunto consta de un pocillo tranquilizador de material metálico en cuya parte superior se encuentra apoyado el sensor ultrasónico, situado por encima de la superficie del agua.

El pocillo tranquilizador se encuentra sustentado por una base circular que dispone de tres tornillos niveladores, para mantener así la horizontalidad del mismo.

El instrumento está provisto de un dispositivo de compensación de temperatura.

Por su parte, el tanque de evaporación, es el modelo TEV-100 que es tipo "A", ligero, robusto y resistente a la intemperie, fabricado con acero inoxidable.

**Figura 4: Tanque de Evaporación + Pocillo Tranquilizador**



### **Principio de Medición**

Este transmisor de evaporación está compuesto por un pocillo tranquilizador en combinación con un sistema ultrasónico de medida de nivel de evaporación, el

cual emite un haz de ultrasonidos que rebota en el agua, llegando parte de él al transmisor-receptor en un tiempo que depende de la distancia hasta el agua, quedando determinada de este modo, la altura de la misma, o sea, el nivel del tanque reflejado al exterior como una señal de 4-20 mA.

La Estación Meteorológica calcula la evaporación de un período determinado mediante la diferencia de niveles al comienzo y fin de dicho período.

**Tabla 11: Características del Evaporímetro**

Ítem	Características	Unidad	Valor
1	Marca / Modelo		Pepperl+Fuch / UC500-30GM-IUR2-V1
2	Tipo de transductor		Ultrasónico
3	Alcance de medición	mm	0-500
4	Frecuencia del transductor	Khz	380
5	Señal de salida	mA	4-20
6	Resolución	bits	12
7	Tiempo de respuesta	ms	≤ 35
8	Tanque evaporación		Clase A
9	Medidas	“	10 x 47.5

Nota.- Información más detallada se tiene en:

APÉNDICE A: Hoja Técnica del Evaporímetro.

#### 4.4.2 Sensor de Nivel Piezorresistivo

Se ha seleccionado el sensor de nivel piezorresistivo marca Druck, modelo PTX1830 y consta de un cuerpo cilíndrico (elemento transductor), un cable sumergible apantallado de poliuretano moldeado al cuerpo para crear un montaje impermeable de alta integridad.

El elemento sensor es un diafragma de silicio piezorresistivo y micromecanizado de resolución infinita y alta estabilidad, con circuito de compensación térmica y diafragma de aislamiento del fluido de medida.

**Figura 5: Sensor de Nivel Piezorresistivo**



Cable de profundidad moldeado directamente al cuerpo del sensor para dar protección IP68 para inmersión permanente.

Cable de profundidad con tubo diametral a lo largo del cable. El cable apantallado incorpora un refuerzo Kevlar con una resistencia al rompimiento de 200 lb.

Los componentes electrónicos montados en la superficie encapsulada están en el interior de un tubo de cuerpo de titanio. El cuerpo del tubo esta adherido al módulo de presión dando mayor integración y confiabilidad.

Toma de presión con hoyos de entrada radiales. Cono roscado en acetal provee protección durante la instalación e incorpora una característica antichoque.

### **Principio de Medición**

Un elemento sensor de silicio, altamente estable, microfabricado es contenido dentro del módulo de presión de titanio. Este transductor se deforma debido a la diferencia de presiones entre sus dos caras y se mide su deformación.

Con la deformación del material se produce una variación en su impedancia, por consiguiente una variación de su corriente eléctrica cuando es sometida a una tensión eléctrica.

Los sensores de nivel piezorresistivos responden con variaciones de su resistencia frente a la variación de las magnitudes a las que son sensibles (a la presión del agua).

**Tabla 12: Características del Sensor de Nivel Piezorresistivo**

Ítem	Características	Unidad	Valor
1	Marca / Modelo		Druck / PTX1830
2	Transductor		Piezorresistivo
3	Alcance de medición	m	0.75-600
4	Tensión de excitación	VDC	9-30
5	Señal de salida	mA	4-20
6	Rango de temperatura	°C	-20 a 60
7	Grado de protección		IP68
8	Precisión de medida	% F.S.	0.06
9	Tipo de cable		Poliuretano con tubo de referencia atmosférica

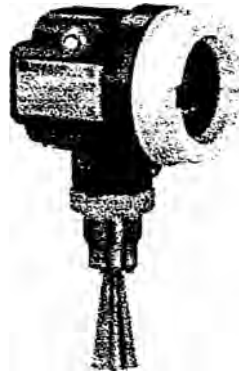
Nota.- Información más detallada se tiene en:

APÉNDICE B: Hoja Técnica del Sensor de Nivel Piezorresistivo.

#### 4.4.3 Sensor de Nivel por Radar

Se ha seleccionado el sensor de nivel por radar marca Endress+Hauser, modelo Micropilot FMR240. La medida no se ve afectada por el cambio del medio, temperatura, altitud. Está asegurada una precisión de % 0.03.



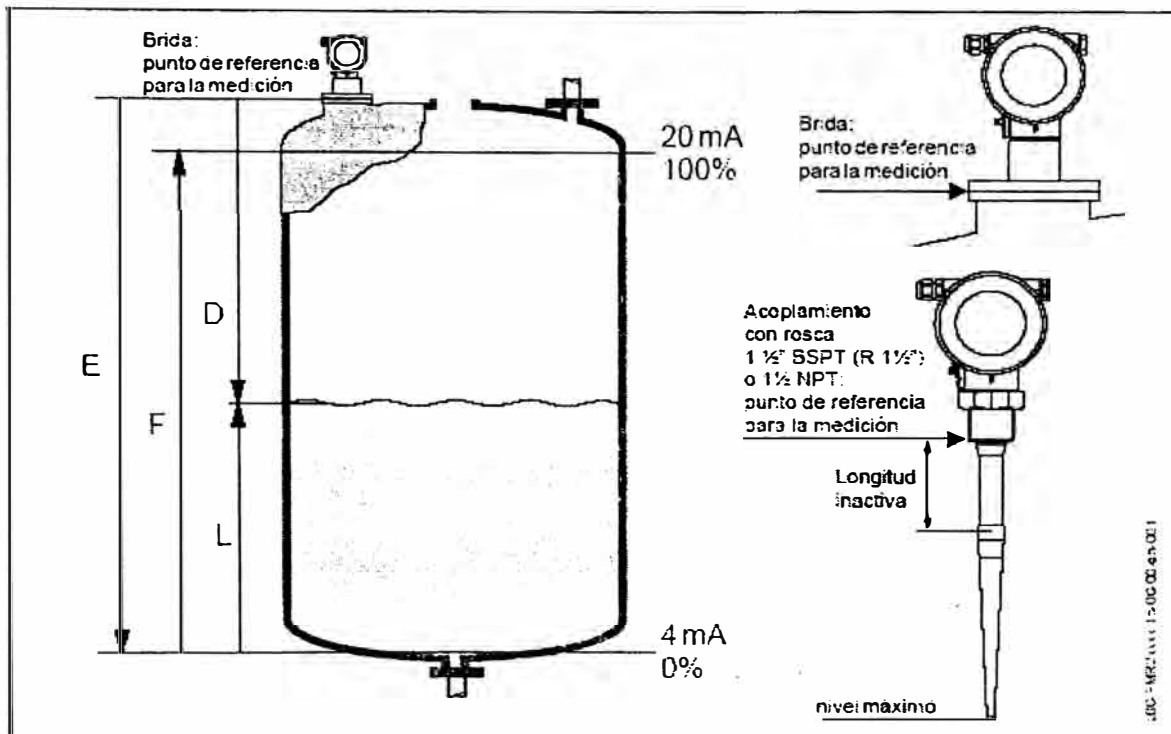
**Figura 6: Sensor de Nivel por Radar**

La tecnología del modelo Micropilot FMR240 permite realizar la medida sin necesidad de introducir el sensor en el líquido, con todas las ventajas que ello supone de reducción de la necesidad de protección, de los costos de mantenimiento, facilidad de operación.

**Principio de Medición**

Se basa en el método de retorno de señal. Mide la distancia que hay desde el punto de referencia hasta la superficie del producto. Una antena emite impulsos de radar que se reflejan en la superficie del producto y el mismo radar las recibe de vuelta.

**Figura 7: Principio de Medición del Sensor de Nivel por Radar**



**Entrada**, la antena recibe los impulsos de radar reflejados y los transmite hacia la electrónica del sistema. Un microprocesador evalúa la señal e identifica el eco que origina la propia reflexión de impulso de radar en la superficie del producto. La distancia  $D$  a la superficie del producto es proporcional al tiempo de vuelo del impulso.  $D = c \cdot t/2$ , donde  $c$  es la velocidad de la luz. Una vez se conoce la distancia de la parte vacía del recipiente, el nivel  $L$  se obtiene a partir de la expresión siguiente:

$L = E - D$ , obsérvese el punto de referencia “E” en la figura de más arriba.

**Salida**, al poner en marcha el Micropilot se introduce la distancia correspondiente al recipiente vacío E (= cero), una distancia F que corresponde al recipiente lleno (F = fondo de escala) y un parámetro que depende de la aplicación. Los puntos “E” y “F” se corresponden con una salida de señal de 4mA y 20mA, respectivamente para instrumentos analógicos.

**Tabla 13: Características del Sensor de Nivel por Radar**

	<b>Características</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
1	Marca / Modelo		Endress+Hauser / Micropilot FMR 240
2	Tipo de sensor		Radar
3	Rango	m	4-20
4	Tensión de alimentación	VDC	20-28
5	Señal de salida	mA	4-20
6	Resolución	mm	1
7	Grado de protección de cabezal		IP65
8	Grado de protección de antena		IP68
9	Exactitud	%	0.03
10	Rango de temperatura	°C	-40 a 80

Nota.- Información más detallada se tiene en:

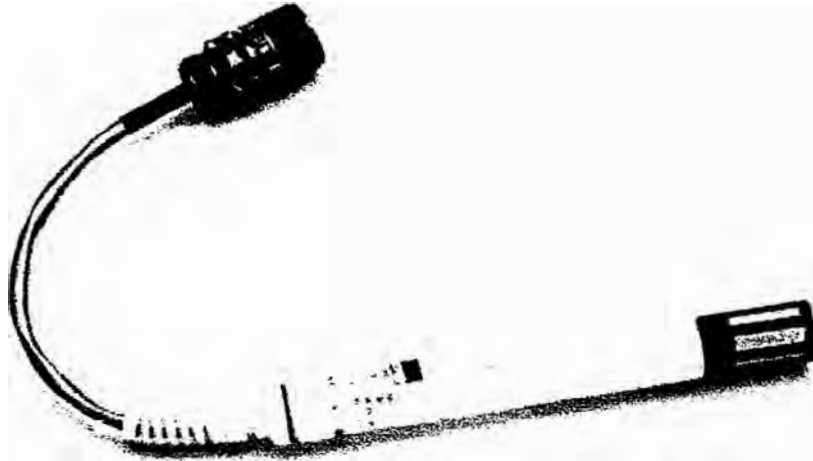
APÉNDICE C: Hoja Técnica del Sensor de Nivel por Radar.

#### **4.4.4 Sensor de Temperatura y Humedad Relativa**

Se ha seleccionado el sensor de temperatura del aire y humedad relativa marca Vaisala, modelo HMP45DUS.

Es una estructura cilíndrica compacta que contiene un termistor y sensor de humedad. Los dos sensores están montados a unos pocos milímetros el uno del otro en la parte superior de la estructura para asegurar que ambos trabajen con el mismo volumen de aire.

**Figura 8: Sensor de Temperatura y Humedad Relativa del Aire**



Se puede montar el sensor de TA/HR en una carcasa contra radiación solar. La carcasa protege los elementos del sensor tanto de la radiación solar directa y de las precipitaciones mientras se efectúan muestreos confiables del aire circundante.

**Figura 9: Carcasa de Protección + Sensor de TA/HR****Principio de Medición**

El sensor de humedad es un capacitor hecho de lámina delgada higroscópica como dieléctrico con electrodos porosos en cada lado. La permitividad de la lámina cambia con el cambio de humedad. La salida del sensor varía de 0 VDC como 0% RH a 1 VDC como 100% RH.

El termistor consiste en una resistencia que decrece con el incremento de la temperatura. La resistencia es medida por un circuito divisor de voltaje y el resultado linealizado por una rutina de tabla de verificación.

**Tabla 14: Características del Sensor de Temperatura y Humedad Relativa**

Item	Características	Unidad	Valor
1	Marca / Modelo		Vaisala / HMP45DUS
2	Tensión de alimentación	VDC	4.8-30
3	Tipo de Sensor: humedad / temperatura		Capacitivo / Termistor
4	Rango de medida	%, °	0-100, -40 a 60
5	Salida: humedad / temperatura	VDC, K $\Omega$	0-1, 440-2.8
6	Precisión: humedad / temperatura	%	$\pm 1$ , $\pm 0.02$
7	Temperatura de operación: humedad / temperatura	°C	-40 a 60, -50 a 60
8	Tiempo de respuesta	s	15

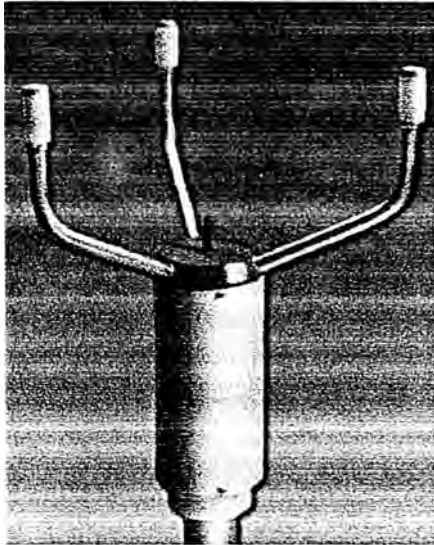
Nota.- Información más detallada se tiene en:

APÉNDICE D: Hoja Técnica del Sensor de Temperatura y Humedad Relativa.

#### 4.4.5 Sensor de Viento

Se ha seleccionado el sensor de viento ultrasónico marca Vaisala, modelo WAS425A que determinan la velocidad y la dirección del viento.

El sensor de viento está conformado por un juego de tres transductores ultrasónicos espaciados equidistantemente en un plano horizontal. Este sensor tiene una resistencia a la contaminación y a la corrosión puesto que las superficies expuestas son de acero inoxidable y de aluminio anodizado.

**Figura 10: Sensor de Viento****Principio de Medición**

El sensor mide el tiempo del tránsito, el tiempo que toma la onda ultrasónica en recorrer desde un transductor a otro y se mide en ambas direcciones.

El tiempo del tránsito depende de la velocidad del viento a lo largo de la trayectoria ultrasónica, aumenta en la dirección contraria al viento y disminuye en la dirección a favor del viento.

El microprocesador del sensor calcula la velocidad del viento a partir de los tiempos de tránsito usando la siguiente fórmula:

$$V_w = 0.5 * L * (1/t_f - 1/t_r)$$

- $V_w$ : velocidad del viento.
- L: distancia entre los dos transductores.
- $t_f$ : el tiempo del tránsito en la dirección delantera.
- $t_r$ : el tiempo del tránsito en la dirección contraria.

Midiendo los seis tiempos transmitidos permite que  $V_w$  sea calculada para cada una de las tres trayectorias ultrasónicas. La velocidad del viento más afectada se elimina, así que la velocidad del viento y la dirección del viento se calculan de los mejores dos vectores.

**Tabla 15: Características del Sensor de Viento**

Item	Características	Unidad	Valor
1	Marca / Modelo		Vaisala / WAS425A
2	Tipo de sensor		Ultrasónico
3	Frecuencia del transductor	Khz	100
4	Rango de operación	m/s	0-65
5	Tiempo de respuesta	s	0.35
6	Precisión: velocidad / dirección	m/s , °	± 0.13 , ± 2
7	Resolución: velocidad / dirección	m/s , °	0.1 , 1
8	Tensión de Alimentación	VDC	10-15
9	Salida: velocidad/dirección	VDC	0-1 (0-125m.p.h.) , 1-5 (0-359°)
10	Temperatura de operación	°C	-40 a 50

Nota.- Información más detallada se tiene en:

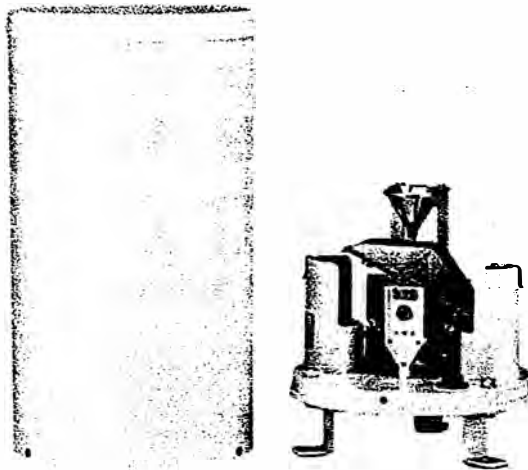
APÉNDICE E: Hoja Técnica del Sensor de Viento.



#### 4.4.6 Pluviómetro

Se ha seleccionado el pluviómetro marca Vaisala, modelo 444A. Este equipo recoge la lluvia a través de su colector de 20cm de diámetro. A continuación, se produce un pulso de balancín cada 0,25mm de precipitación, según lo indicado por la OMM (Organización Meteorológica Mundial). Además, el modelo dispone de un calefactor para realizar su operación a bajas temperaturas.

**Figura 11: Pluviómetro**



#### **Principio de Medición**

El pluviómetro consta de 2 recipientes de perfil triangular. Ambos recipientes componen una sola estructura montada sobre un punto pivot. El agua fluye a través del embudo superior y embudo inferior hacia el recipiente. A medida que el recipiente se llena de agua, el centro de gravedad del recipiente más el agua se mueve alejándose del stop. Cuando cruza el pivote, el recipiente gotea hasta que

alcanza el otro tornillo de stop. El agua es descargada hacia un tubo de drenaje y el segundo recipiente se pone bajo el embudo.

Un imán permanente esta adherido a la estructura del recipiente. Cuando el recipiente gotea, el imán se balancea cerca a la lengüeta del switch y produce que el switch cierre. A medida que el recipiente se aproxima al otro extremo de su recorrido, el campo magnético cae y el swicth abre nuevamente. Por ello el switch esta cerrado solo cuando el recipiente esta inclinándose y el número de inclinaciones puede ser contado por la DCP y cuenta los estados cerrados del switch.

**Tabla 16: Características del Pluviómetro**

Item	Características	Unidad	Valor
1	Marca / Modelo		Vaisala / 444A
2	Tipo de sensor		Reed Switch
3	Exactitud	%	± 0.5
4	Capacidad		ilimitado
5	Señal de salida		Switch cierra cada 0.25mm de lluvia
6	Diámetro del colector	mm	200
7	Rango de temperatura	°C	-40 a 50
8	Peso	Kg	3.9

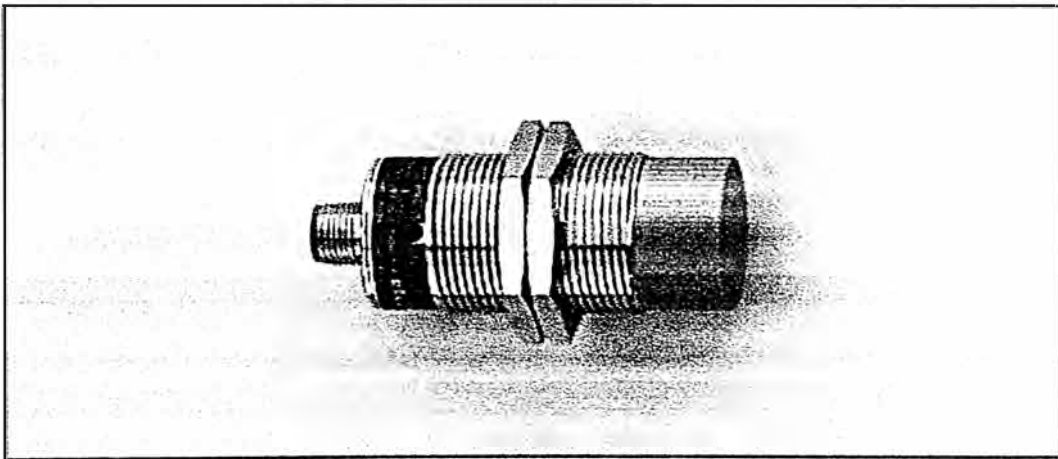
Nota.- Información más detallada se tiene en:

APÉNDICE F: Hoja Técnica del Pluviómetro.

#### 4.4.7 Sensor de Intrusismo

Se ha seleccionado el sensor de intrusismo por proximidad marca IFM, modelo II5733. Este sensor de proximidad suelen tener una salida binaria que indica la presencia de un objeto dentro de un intervalo de distancia especificado.

**Figura 12: Sensor de Intrusismo**



#### **Principio de Medición**

Este sensor inductivo, que consiste fundamentalmente en una bobina, situada junto a un imán permanente. El efecto de llevar el sensor a la proximidad de un material ferromagnético produce un cambio en la posición de las líneas de flujo del imán permanente. En condiciones estáticas no hay ningún movimiento en las líneas de flujo y, por consiguiente, no se induce ninguna corriente en la bobina. Sin embargo, cuando un objeto ferromagnético penetra en el campo del imán o lo abandona. El cambio resultante en las líneas de flujo induce un impulso de

corriente, cuya amplitud y forma son proporcionales a la velocidad de cambio de flujo.

La salida binaria se mantiene a nivel bajo en tanto que el valor integral permanezca por debajo de un umbral especificado. Luego se conmuta a nivel alto (indicando la proximidad de un objeto) cuando se supera el umbral.

**Tabla 17: Características del Sensor de Intrusismo**

Item	Características	Unidad	Valor
1	Marca / Modelo		IFM / II5733
2	Tipo de sensor		Inductivo
3	Señal de salida		NA / NC
4	Tensión de alimentación	VDC	10-55
5	Corriente de salida	mA	400
6	Alcance de trabajo	mm	0-12
7	Rango de temperatura	°C	-20 a 80
8	Grado de protección		IP67

Nota.- Información más detallada se tiene en:

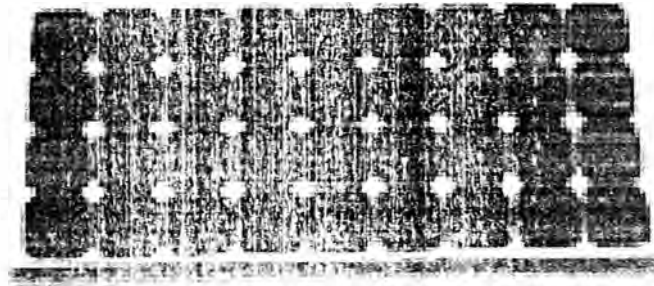
APÉNDICE G: Hoja Técnica del Sensor de Intrusismo.

#### **4.5 Sistema de Alimentación**

Además de la tarjeta adquisidora de datos, el gabinete dispone en su interior de un regulador fotovoltaico y una batería de 26 Ah como elementos que

conforman, junto a las placas solares de 80 W, BP580-U, de BP-Solar, el sistema de alimentación eléctrica de cada instalación.

**Figura 13: Panel Solar**



El regulador se encarga de controlar, en función de la carga a alimentar en cada momento, la circulación de la energía. Si las condiciones ambientales lo permiten, las placas solares suministran la energía necesaria. No obstante, dicha placa es un generador imperfecto, en el sentido en que no proporciona una tensión estable. Para ello el regulador tira de la batería como elemento que sí es estable en cuanto a la tensión de salida, controlando el flujo de energía de tal manera que se alimente de forma regulada a la carga y se recargue a la batería, todo a partir de la energía proporcionada por la placa.

Si las placas no pueden proporcionar la energía suficiente el regulador se encarga de que sea la batería la que proporcione completamente la alimentación a la carga. Además controla que el estado de carga de la batería sea el adecuado

de tal forma que impida una sobrecarga de la misma así como una descarga completa que resultarían perjudiciales para la vida de la misma.

**Tabla 18: Características del Panel Solar**

Item	Características	Unidad	Valor
1	Marca / Modelo		BP-Solar / BP580U
2	Potencia nominal máxima	W	80
3	Tensión de $P_{max}$	V	18
4	Corriente de $P_{max}$	A	4.44
5	Corriente de cortocircuito	A	4.7
6	Tensión de circuito abierto	V	22

Nota.- Información más detallada se tiene en:

APÉNDICE H: Hoja Técnica del Panel Solar.

La capacidad del sistema de alimentación eléctrica proyectado es suficiente para el alcance de cada una de nuestras estaciones hidrometeorológicas como ya quedo justificada en:

APÉNDICE I: Cálculo del Consumo de Energía del Sistema.

#### **4.6 Sistema de Comunicación**

La transmisión de los datos desde las estaciones hasta el Centro de Control de Tablachaca se realiza por medio del satélite GOES.

Se han definido dos tipos de transmisión:

- Self-Timed, o transmisión regular, en la que se envían los datos adquiridos por la DCP cada cierto tiempo.
- Random, o transmisión de alarmas.

Previo a realizar cualquier tipo de transmisión, la NOAA-NESDIS, organismo que gestiona las comunicaciones por medio del referido satélite asignó para cada estación los siguientes parámetros:

- ID de cada estación.
- Canal de transmisión, tanto para Sel-Timed (primary channel) como para Random (secondary channel).
- Velocidad de transmisión, en este caso 300bauds.
- Horario de transmisión.
- Ventana de tiempo.

**Tabla 19: Parámetros de cada Estación asignados por NOAA-NESDISS**

#	Name Station	Coordinates		Id Address	Prim Chan	First Trans	Report Rate	Xmt Window	Sec Chan
1	Hayarragra	10°49'58"	76°23'31"	09900246	167	003100	010000	015	121
2	Tambo De Sol	10°51'57"	76°07'00"	09901130	167	003115	010000	015	121
3	Upamayo	10°55'25"	76°16'46"	099024AA	167	003130	010000	015	121
4	Ondores	11°04'58"	76°08'44"	0990414C	167	003200	010000	015	121
5	Junin	11°08'50"	75°59'42"	099067A0	167	003230	010000	015	121
6	Hueghue	11°14'21"	76°16'57"	099074D6	167	003245	010000	015	121
7	Pte. Chulec	11°30'36"	75°55'26"	0990A2BE	167	003330	010000	015	121
8	Señal Juni	11°35'45"	75°41'28"	0990B1C8	167	003345	010000	015	121
9	Huari	11°38'36"	75°49'35"	0990C758	167	003400	010000	015	121

10	Yauli	11°42'58"	76°07'12"	0990D42E	167	003415	010000	015	121
11	Suitocancha	11°45'02"	75°54'29"	0990E1B4	167	003430	010000	015	121
12	Pte. Stuart	11°48'08"	75°29'24"	0990F2C2	167	003445	010000	015	121
13	Chicche	11°49'13"	75°18'20"	099100BC	167	003500	010000	015	121
14	Pachacayo	11°49'24"	75°43'44"	099113CA	167	003515	010000	015	121
15	Mantaro	11°50'01"	75°23'27"	09912650	167	003530	010000	015	121
16	Vichecocha	11°52'44"	75°52'18"	09913526	167	003545	010000	015	121
17	Yauricocha	11°55'58"	75°56'08"	099143B6	167	003600	010000	015	121
18	Huaytapallana	11°57'18"	75°02'29"	099150C0	167	003615	010000	015	121
19	Angasmayo	12°01'43"	75°24'10"	0991655A	167	003630	010000	015	121
20	Chichicocha	12°10'03"	75°36'56"	0991762C	167	003645	010000	015	121
21	Chupuro	12°10'40"	75°14'32"	099186A8	167	003700	010000	015	121
22	Moya-Quillon	12°23'44"	75°08'48"	099195DE	167	003715	010000	015	121
23	Huichicocha	12°30'57"	75°30'42"	0991A044	167	003730	010000	015	121
24	Mejorada Met	12°31'58"	74°55'52"	0991C5A2	167	003800	010000	015	121
25	Chinchi	12°32'19"	74°55'37"	0991D6D4	167	003815	010000	015	121
26	Chilicocha	12°42'29"	75°23'51"	0991E34E	167	003830	010000	015	121

#### 4.6.1 Transmisión Self-Timed

Dado que conforme a la asignación de la NOAA-NESDIS cada estación podrá transmitir en modo Self-Timed cada hora durante un intervalo de quince (15) segundos, todas las estaciones transmitirán los datos correspondientes a todos los sensores programados, aunque la estación no tenga algún sensor instalado. Esto es factible ya que los datos transmitidos apenas suponen un gasto del 40% de la ventana de transmisión, por lo que queda margen suficiente para transmitir más datos en el futuro.

En este caso, será el SCADA el que discriminará los datos que se corresponden con señales reales de sensores y aquellos valores que se corresponden con sensores no instalados. Haciéndolo de esta manera, se facilita la futura labor de



instalación de nuevos sensores en cada estación sin tener que actuar sobre el software de la DCP.

**Tabla 20: Datos enviados al GOES modo Self-Timed**

<b>Item</b>	<b>Concepto</b>	<b>Formato</b>	<b>Unidad</b>
1	Hora	hh:mm:ss	
2	Media horaria velocidad de viento	.XXX.X	millas/hora
3	Media horaria dirección de viento	.XXX	grados
4	Media horaria temperatura del aire	.XX	grados Fahrenheit
5	Media horaria humedad relativa	.XXX	porcentaje
6	Media horaria nivel	.XXXX.X	mm
7	Nivel mínimo durante la hora	.XXXX.X	mm
8	Nivel máximo durante la hora	.XXXX.X	mm
9	Media horaria nivel tanque evaporación	.XXX.X	mm
10	Acumulado pluviómetro	.XX.XX	pulgadas
11	Corriente panel solar al final de la hora	.XXX.X	mA
12	Voltaje panel solar al final de la hora	.XX.X	Voltios
13	Humedad relativa interna de la DCP al final de la hora	.XXX	porcentaje
14	Alarma de puerta abierta al final de hora	.X	0 ó 1
15	Nivel tanque evaporación al final de hora	.XXX.X	mm
16	Voltaje de la batería al final de la hora	.XX.XX	Voltios
17	Media horaria nivel 2	.XXXX.X	mm
18	Nivel 2 mínimo durante la hora	.XXXX.X	mm
19	Nivel 2 máximo durante la hora	.XXXX.X	mm
20	Nivel final de la hora	.XXXX.X	mm
21	Nivel 2 final de la hora	.XXXX.X	mm

#### 4.6.2 Transmisión Random

El modo de transmisión Random, permite el envío de una señal en caso de que haya sucedido un evento que deba ser resaltado.

Conforme a esto, se han definido tres alarmas que podrán ser transmitidas por las estaciones:

- Puerta Abierta
- Tanque de Evaporación Lleno (sólo aplica en las estaciones M1)
- Tanque de Evaporación Vacío (sólo aplica en las estaciones M1)

Una transmisión random, como su propio nombre indica, se produce de manera aleatoria al constatarse un evento. Esto implica que no hay garantía por parte de la NOAA-NESDIS de que la transmisión llegue correctamente pues puede haberse cruzado con otra transmisión, sea del sistema al que atañe este proyecto o de otro sistema que transmite por GOES.

Dado que el hecho de que haya sucedido el evento considerado y se haya enviado la correspondiente transmisión random no implica que esta transmisión sea recibida correctamente por el sistema SCADA, se ha previsto que cada transmisión se repita tres veces, con lo que se asegura un 98% de posibilidades de que la señal sea recibida en el Centro de Control.

#### **4.7 Sistema SCADA**

Se describe funcionalmente, a nivel hardware y software el SCADA del proyecto de “Automatización del Sistema Hidrometeorológico del Complejo Hidroeléctrico Mantaro”, para ELECTROPERU.

#### 4.7.1 Definiciones Relevantes

- SCADA: Sistema de Adquisición de señales vía protocolo de comunicaciones y su posterior gestión y tratamiento.
- Interfaces Hombre-Máquina: Forma de relacionarse de un SCADA con el usuario de la información.
- CMX: Núcleo SCADA en tiempo real para la máscara de procesos, el control en tiempo real, la generación de transacciones y la gestión en tiempo real de la base de datos.
- XIS: Base de Datos relacional para información histórica.
- XOS: Interfaces Hombre-Máquina para presentaciones gráficas dinámicas y el control de dispositivos por parte del operador.

#### 4.7.2 Descripción General del Sistema

El proyecto, desde el punto de vista del Centro de Control, comprende:

- Adquisición e integración de la Red Hidrometeorológica.
- Visualización, configuración y explotación de la información más reciente en el SCADA, que estará en Tablachaca.
- Incorporación de los datos a la base de datos histórica hidrometeorológica. Esta base de dato será ORACLE y tendrá la información necesario para la ejecución del modelo de pronóstico hidrológico.

La red de control hidrometeorológico de la cuenca del Mantaro diseñada para este proyecto cuenta con 26 estaciones, disponiendo el sistema SCADA de capacidad suficiente para la incorporación de un número superior a 250 estaciones. Las estaciones transmitirán la información mediante el satélite GOES con la frecuencia determinada por la NESDIS, que es el organismo que regula el satélite. Las estaciones de la red hidrometeorológica serán de tres tipos básicos:

- Estaciones Hidrométricas.
- Estaciones de Precipitación.
- Estaciones Meteorológicas.

#### **4.7.3 Arquitectura del Sistema**

El Centro de Control está basado en un SCADA de arquitectura abierta y distribuida, denominado OASyS, que se instalará sobre servidores.

El sistema informático ha sido configurado en un ambiente de procesamiento distribuido, basándose en una red de área local (LAN) y una red ancha (WAN), consistente en la conexión de diversos nodos con funciones específicas, e integrando en su conjunto la plataforma de adquisición de datos, supervisión y control en tiempo real SCADA OASyS.

## A. Arquitectura Hardware

El sistema SCADA objeto de este proyecto se soporta sobre la siguiente arquitectura hardware:

- Dos servidores SCADA/Sistema de Información (XIS), marca HP-COMPAQ, modelo DS10, dotado cada uno de ellos de procesador ALPHA a 600MHz, 512MB de memoria RAM, disco duro de 36GB, interfase fast ethernet, tarjeta gráfica y monitor de 21". Ambos ordenadores comparten mediante bus SCSI cuatro discos de 36Gb donde reside la Base de Datos de Información y la Base de Datos Histórica Hidrometeorológica sustentada en ORACLE. Además comparten una cinta DAT 12/24 GB.
- Dos servidores ICCP-CMX, marca HP-COMPAQ, modelo DS10, dotado cada uno de ellos con procesador ALPHA a 600MHz, 256Mb de memoria RAM, disco duro de 18Gb, interfase fast ethernet, tarjeta gráfica y monitor de 17".
- Cuatro puestos de Operación (una Estación de Base de Datos Histórica, dos Estaciones de Supervisión y una Estación de Entrenamiento, Ingeniería y Mantenimiento), marca HP-COMPAQ, modelo EVO D310, dotado cada uno de ellos con procesador Pentium IV a 2.4GHz, 1Gb de memoria RAM, dos discos duros de 40Gb, doble red ethernet, lector

DVD, tarjeta gráfica y monitor de 21". La estación de B.D. históricos lleva asociada un proyector de vídeo

- Impresora láser color, modelo HP Laserjetcolor 2500 con conexión de red.
- GPS modelo TKR2-1B de la empresa Aplicaciones GPS, SL. Contiene en su interior reloj GPS de la marca Trimble.
- Estación de Recepción – Monitoreo (GOES) de Vaisala, modelo DGRS 2000.
- Dos servidores de comunicaciones de la marca XYplex para 8 puertos.
- Doble red local Ethernet para enlace entre los servidores, los equipos de comunicaciones, los puestos de operación y el hardware de periféricos e impresoras.
- Ordenador personal para modelos hidrológicos, marca HP-COMPAQ, procesador Pentium IV a 1.8 GHZ, 512Mb de RAM, 40Gb de disco duro.
- Equipo de alimentación segura (SAI), modelo Salicru Electronics.
- Switch para la conexión con la subLAN de Jefatura.

## **B. Arquitectura Software**

El CC está basado en la plataforma software para sistemas SCADA denominada OASyS (Open Architecture System), diseñado y realizado por Metso

Automation. Dentro de este marco de operación, el CC incorpora los siguientes motores genéricos de funciones:

- Sistema Operativo: UNIX, versión 5.1 de Tru64 UNIX de COMPAQ.
- Interfaz Humano: XOS bajo Autocad y Windows 2000.
- Base de Datos:
  - Tiempo Real (CMX): Base de datos con estructura y diseño realizada en función de los requerimientos de tiempo real y que permite dos tipos de acceso: Acceso directo para aplicaciones y acceso mediante funciones predefinidas y lenguaje SQL a nivel simbólico que permite lectura/escritura y mecanismos de protección.
  - Base de Datos de Información (XIS): Base de datos accesible desde la interfaz de usuario o a través de aplicaciones de terceros para uso en otros sistemas de información. Está basada en la RDBMS Sybase.
  - Histórica: Base de datos histórica hidrometeorológica, sustentada en ORACLE.
- Código fuente: El lenguaje de programación que se utilizará en el software a desarrollar será C y C++.

Tru64 UNIX ha sido diseñado con el ánimo de crear un sistema operativo UNIX moderno, completo y unificado:

- **Moderno:** Se basa en un kernel nativo UNIX. Está escrito íntegramente para soportar los 64 bits.
- **Unificado:** Se ha provisto de software que permite a las aplicaciones ser portadas a otras plataformas. Es la unión de los mundos UNIX existentes.
- **Completo:** Ofrece todas las funciones de red o networking. Implementa X/Window release 11.6 del MIT, además del Common Desktop Environment y OSF/Motif. Soporta todo tipo de lenguajes: C, FORTRAN, COBOL, Ada, Pascal, BASIC. Admite tiempo real y multiproceso simétrico. Permite entornos de desarrollo cliente/servidor y orientación a objetos. Existen más de 5.600 aplicaciones ya portadas.

Las características de Tru64 UNIX más importantes son:

- Cumple con todos los estándares UNIX.
- Threads en el kernel, en las llamadas al sistema y en las librerías estándar de C. Mejora las prestaciones y simplifica el desarrollo en multiproceso. La ejecución de un proceso puede dividirse en hebras de ejecución independientes.



- Sistema de ficheros avanzado, Advanced File System. Sistema de ficheros con el valor añadido de proporcionar una recuperación inmediata del sistema de ficheros después de una parada imprevista del equipo. No es necesario utilizar el comando de recuperación fsck, que puede tardar muchos minutos dependiendo del volumen de datos almacenados.
- Sistema de ficheros multivolumen: el sistema operativo maneja volúmenes que cubren más de un disco físico. Asimismo, aporta paralelismo y soporte de 64 bits para mejorar en las prestaciones.
- Soporta ficheros mapeados en memoria: los ficheros son abiertos dentro de la memoria y la aplicación recibe un puntero a los mismos.
- Librerías compartidas: Ahorra espacio en disco y mejora el manejo de la memoria RAM.
- Altas prestaciones en el manejo de red.
- Nivel de seguridad C2.
- Orientado al tiempo real

El Sistema Operativo Windows 2000 para los puestos de operación en Windows aporta muchas ventajas, ya que nos permite:

- Poder ver en el proyector imágenes del modelo y del SCADA.

- Se pueden compatibilizar labores de ofimática con consultas al SCADA. Este factor es muy importante para los equipos de SUBLAN y para futuros usuarios ocasionales.
- Se dispone de herramientas de explotación más conocidas (Autocad, Excel). De esta manera se disminuye el tiempo de aprendizaje de operación y administración.

La plataforma software OASyS permite ser soportado por una estructura distribuida de ordenadores para la supervisión y control de datos de tiempo real y el almacenamiento de datos históricos. La apertura del sistema se logra mediante la utilización de un sistema operativo ampliamente aceptado como es UNIX, base de datos de información compatible SQL (Sybase) , una base de datos histórica ORACLE y unas comunicaciones sustentada en el estándar TCP/IP. La comunicación entre Centros será mediante el protocolo ICCP.

El sistema OASyS se basa fundamentalmente en una filosofía de transacciones cliente/servidor, la cual se aplica a todas las interacciones entre los distintos bloques del sistema. El concepto cliente/servidor permite la interrelación de numerosas fuentes de datos, entre las cuales se encuentra OASyS, que está compuesto por cuatro subsistemas independientes:

- CMX. Núcleo SCADA de Tiempo Real. Realiza el control, manejo, carga, transacciones sobre la base de datos de tiempo real y gestión las comunicaciones con todos los elementos del sistema. Realiza diversas funciones, tales como Procesamiento de Alarmas, Tendencias, Cálculos, Control de la Configuración, etc. Su funcionalidad sirve como base para la toma de decisiones sobre la operación y gestión de la red de distribución.
- XOS. Software para puesto de operación. Contiene la Interfaz Hombre - Máquina para la presentación de datos y el Control de Dispositivos.
- XIS. Software para Sistema de Información. Consiste en una Base de Datos Relacional que almacena la evolución del sistema.
- OMS. Módulo encargado de la configuración y mantenimiento del SCADA.

Además se incorpora el módulo histórico (BDH) soportado en ORACLE.

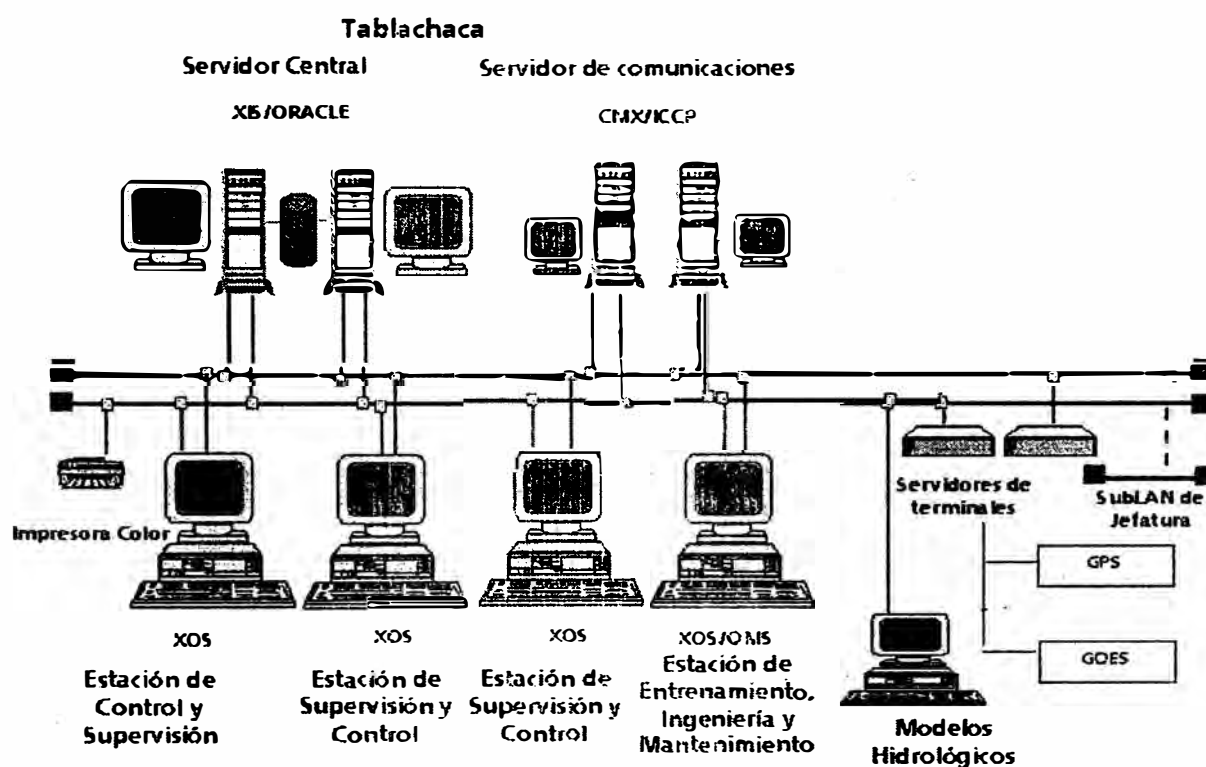
La configuración ofertada consiste en dos servidores duales donde residen los subsistemas XIS y BDH, en una configuración on-line/backup. Existen luego dos parejas de servidores duales, una en Tablachaca y otra en Campo Armiño, donde residen los servicios CMX y se dispone del protocolo ICCP. Se utilizarán además cuatro ordenadores como puestos de operación, interfaz hombre-

máquina (XOS). Una de ellas, la Estación de Entrenamiento, Ingeniería y Mantenimiento será donde resida además el servicio OMS.

El software instalado sobre la arquitectura hardware incluida en el apartado anterior incluye por tanto las siguientes licencias y programas:

- Una (1) licencia dual SCADA / Información (XIS) de OASyS para un número de puntos ilimitados.
- Licencia de diez (10) de ORACLE estándar edition.
- Dos (1) licencia dual SCADA/ Tiempo Real (CMX) de OASyS.
- Un pack de 6 licencias de Puesto de Operación (XOS) de OASyS. Estas licencias incluyen la de los 3 Puestos de Operación del Centro de Control y la de los 3 usuarios de la Sublan de Jefatura.
- Una (1) licencia de Consola de Operación / Mantenimiento (OMS, incluye XOS) OASyS.
- Una (1) licencia de Autocad 2000.
- Cuatro (4) licencias de Office 2000 en los puestos XOS para informes.
- Software personalizado para las Instalaciones de Electroperú,S.A que se definen en este Documento.

**Figura 14: Arquitectura del Centro de Control**



#### 4.7.4 Flujo de la Información

En todo Sistema de Información es fundamental determinar el flujo de los datos que allí se tratan. Hay que determinar el camino que debe recorrer un dato desde su captación hasta su explotación.

Se pretende explicar el flujo de la información, definiendo las distintas interfaces. El flujo de la información es el siguiente:

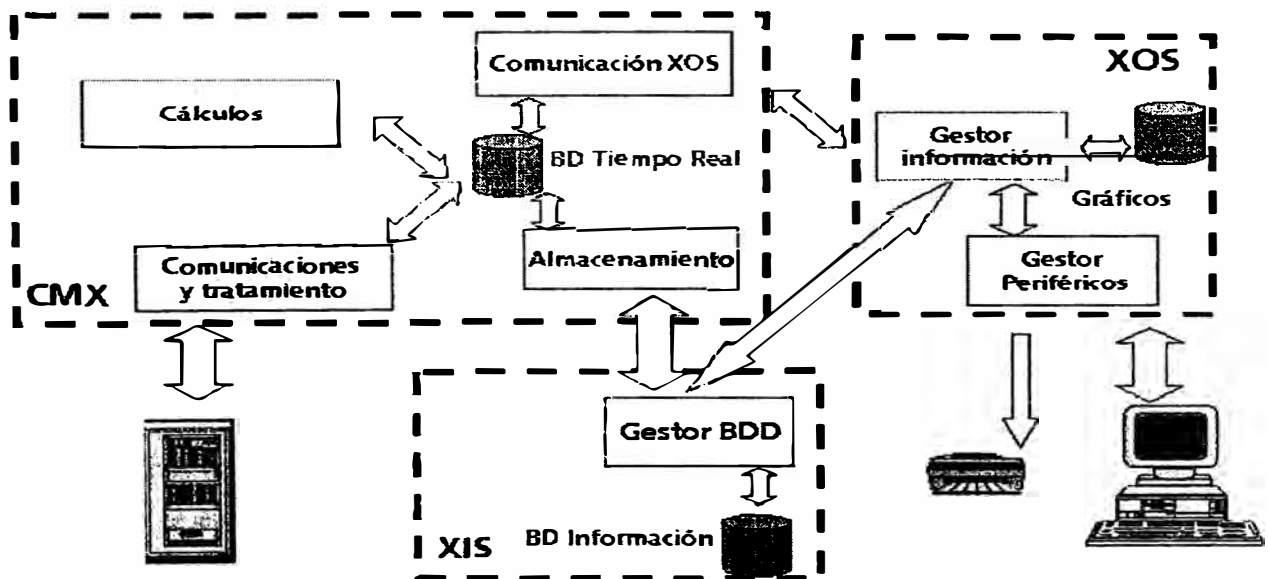
- El dato es obtenido en los Puntos de Control (Estaciones Hidrometeorológicas).

El SCADA actualiza su hora mediante GPS (2).

Además de contener su propia base de datos para uso en tiempo real reportará simultáneamente a una gran base de datos hidrometeorológica ORACLE (3).

El SCADA y la Base de Datos Hidrometeorológica suministrarán la información al modelo hidrológico (4) cuyos resultados podrán verse en el Centro de Control.

**Figura 16: Estructura de Bloques del SCADA**



En el núcleo CMX residen:

- La base de datos de tiempo real.

- El módulo de gestión de las comunicaciones con los equipos externos. Los datos procesados se almacenan en la BD de tiempo real.
- El módulo de cálculos.
- El módulo encargado del almacenamiento en la base de datos de información.
- El módulo encargado de atender las solicitudes de la interfaz hombre-máquina. Estas pueden ser de obtención de datos o de ejecución de comandos.

En el núcleo XIS reside:

- La base de datos de información.
- El gestor de la base de datos de información que atiende las solicitudes del núcleo de tiempo real, para almacenar información, y los módulos de presentación, para visualizar información.

El interfaz hombre máquina (XOS) tiene:

- Un módulo encargado de hacer la interfaz con los periféricos.
- El módulo que obtiene la información a presentar. Esta la obtiene de los datos que existen en los ficheros de definición de los gráficos y de los módulos de XIS y CMX que atienden sus peticiones.

#### **4.7.5 Base de Datos Hidrometeorológica**

La base de datos hidrometeorológica residirá en ORACLE. En esta base de datos se almacenarán datos contrastados y validados.

El SCADA tendrá una interfaz de acceso a la Base de Datos Hidrometeorológica para el almacenamiento de la información que dispone. La fuente de datos será el Sistema de Información (XIS).

La validación podrá ser:

- Automática, según que los valores cumplan unos requisitos que nos permitan darlos por correctos.
- Manual. El Operador valida de manera explícita la información que debe almacenarse.

La estructura de la BD Hidrometeorológica debe estar orientada a las necesidades de los modelos, a la de los datos existentes y se definirá de manera que sea fácil el acceso para cualquier otra aplicación externa.

Se incorporarán los datos históricos en soporte magnético ya existentes.



#### **4.7.6 Interfaz con Modelo**

Los modelos hidrológicos se alimentarán de datos residentes en el Sistema de Información y de la Base de Datos Hidrometeorológica.

Se creará una interfaz que permita al modelo hidrológico capturar de manera automática o a petición información.

#### **4.7.7 Interfaz GOES**

El flujo de información con el satélite GOES es unidireccional. La información va desde la estación remota al Centro de Control, sin posibilidad de que este último pueda solicitar información o ejecutar un comando.

Para la comunicación con el receptor utilizamos en un puerto serie asíncrono del servidor de terminales.

Existe también un PC que permite configurar las comunicaciones del receptor y realizar diagnósticos de la calidad de la información recibida.

La forma de comunicar es periódica. Consiste en envío de información cada cierto tiempo. Este valor es asignado por la NESDIS. Cada transmisión de datos constará de:

- Estado de todas las indicaciones digitales de la estación remota.
- Pulsos acumulados en cada una de las horas por cada contador de la estación remota.
- Valores promedio de las variables meteorológicas en cada hora.
- Valores instantáneos para las variables hidrológicas en cada hora.
- Si además fuera posible, se añadirán datos estadísticos de cada uno de los periodos horarios comprendidos en la transmisión, para toda señal analógica de la estación remota.

#### **4.7.8 Interfaz GPS**

Existirá un GPS en el Centro de Control de la marca TRIMBLE. Su funcionalidad será fechar toda la información.

El servidor de comunicaciones activo (CMX) leerá, mediante el protocolo correspondiente y por el puerto RS232 del GPS, la fecha y hora. Con el valor leído fijará la hora del servidor.

El resto de los equipos se sincronizarán con dicho servidor mediante NTP.

## **Capítulo 5**

### **EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

El objeto del este capítulo es hacer un enfoque general del suministro, montaje, pruebas y puesta en servicio de los equipos, así como la capacitación del personal y la operación del sistema.

#### **5.1 Suministro**

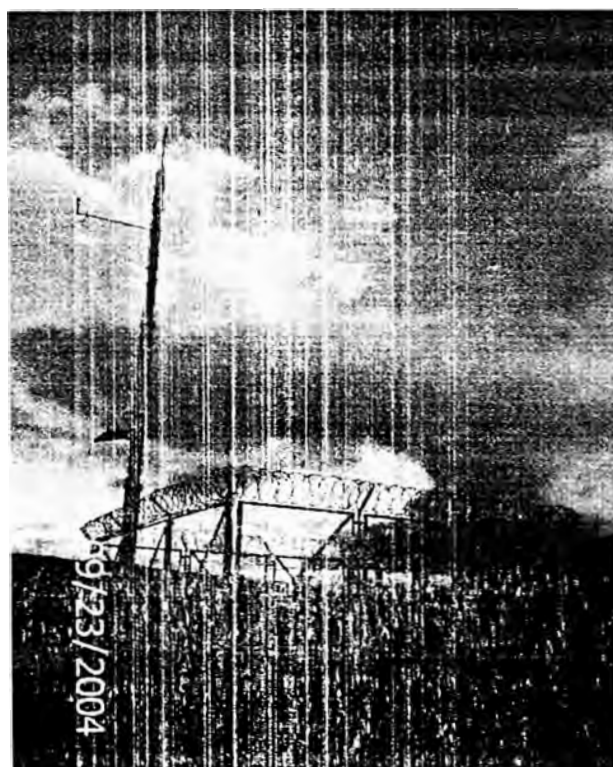
El suministro de los equipos a los lugares de trabajo para la instalación se realiza por medio de tres puntos principales designados como los centros de operación (Huancayo, La Oroya y Junín). Se ha procedido antes con obtener en la ciudad de Huancayo un almacén para alojar todos los equipos en el transcurso de Lima-Cuenca Mantaro. Se realiza 1 viaje en un camión de gran capacidad para poder trasladar todos los suministros. Luego, a partir de aquí se procede a distribuir todos los suministros correspondientes a cada zona perteneciente a los centros

de operaciones designados. Una vez distribuido todos los suministros en cada centro de operación, se procede con iniciar los trabajos en las estaciones.

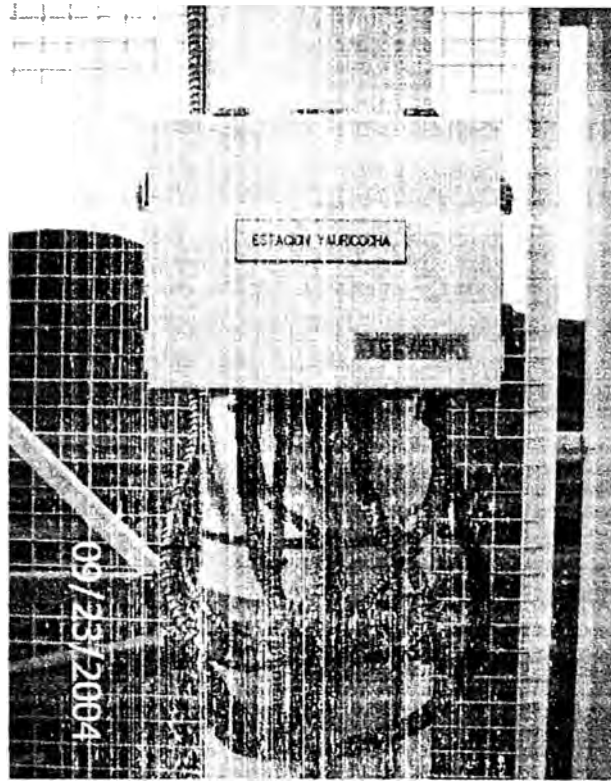
## 5.2 Montaje

Las instalaciones eléctricas se realizan habiendo ya hecho el transporte de equipos de instrumentación a cada centro de operación; desde cada centro de operación se procede a suministrar los equipos a instalarse a cada estación en camionetas 4x4. El tiempo que toma para los trabajos es de 3 días por estación.

**Figura 17: Estación Hidrometeorológica Terminada**



**Figura 18: DCP Instalada**



**Figura 19: Evaporímetro Instalado**



de operaciones designados. Una vez distribuido todos los suministros en cada centro de operación, se procede con iniciar los trabajos en las estaciones.

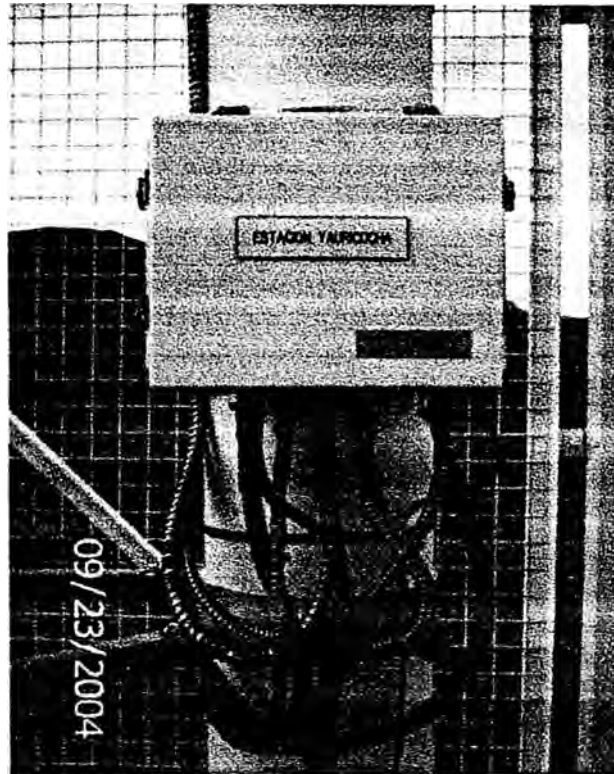
## 5.2 Montaje

Las instalaciones eléctricas se realizan habiendo ya hecho el transporte de equipos de instrumentación a cada centro de operación; desde cada centro de operación se procede a suministrar los equipos a instalarse a cada estación en camionetas 4x4. El tiempo que toma para los trabajos es de 3 días por estación.

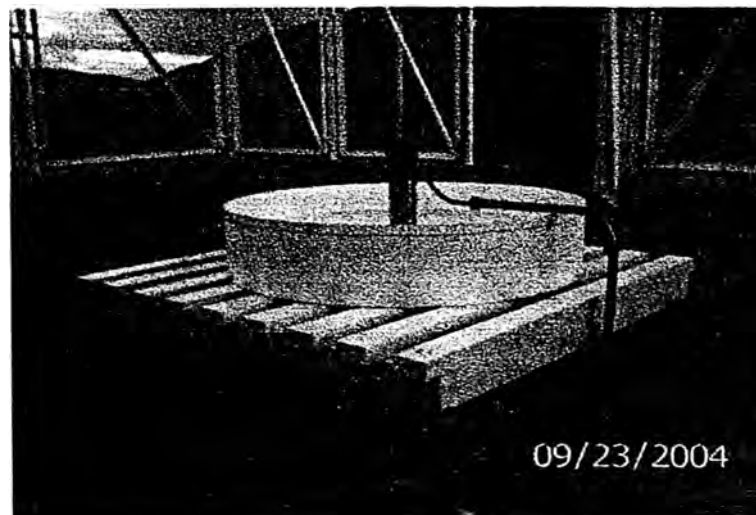
**Figura 17: Estación Hidrometeorológica Terminada**



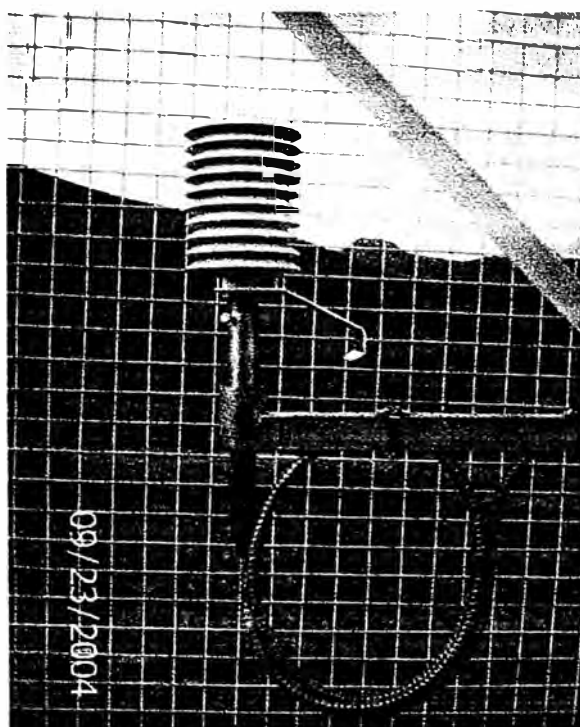
**Figura 18: DCP Instalada**



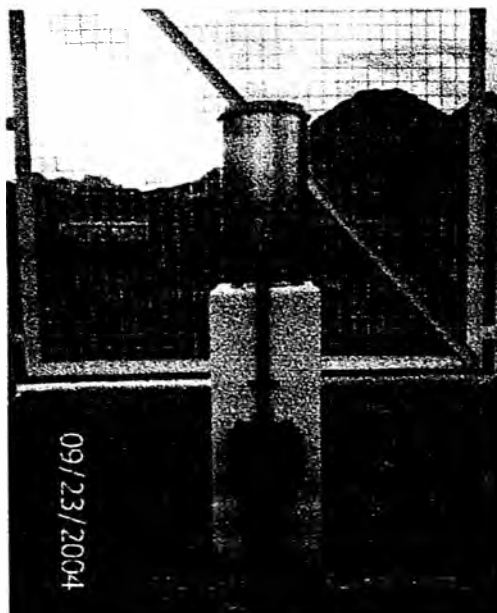
**Figura 19: Evaporímetro Instalado**



**Figura 20: Sensor de TA/HR Instalado**



**Figura 21: Pluviómetro Instalado**





El suministro e instalación de todos los soportes, elementos de fijación y accesorios temporales o permanentes, que se requirieren para su montaje se observan en el apartado de planos.

### **5.3 Pruebas**

Una vez realizado todo el montaje de instrumentación y cableado de todas las señales a los correspondientes equipos, se procede con las pruebas de todas las señales.

A continuación se definen los procedimientos de pruebas de aceptación de los distintos subsistemas que conforman una estación hidrometeorológica:

#### **A. Subsistema Hardware**

Con esta prueba se garantiza el acabado, montaje y correcta disposición de los elementos instalados relacionados con el módulo de adquisición de datos DCP 555ES.

Se comprueba también el correcto cableado de los sensores a la DCP. Se comprueba igualmente los números de serie de los distintos equipos instalados.

## **B. Subsistema de Alimentación Eléctrica**

Con esta prueba se garantiza la correcta alimentación eléctrica de la DCP 555ES y consecuentemente de los sensores. Se procede con un multímetro a medir la tensión de entrada a la DCP proveniente de los paneles solares, comprobándose que la tensión es la correcta (margen  $\geq 12V$ ).

Se comprueba también que la batería de la DCP tiene suficiente capacidad para dar energía al sistema durante un período de siete (7) días, en ausencia de luz solar. Se procede a desconectar la entrada del panel solar a la DCP durante el plazo especificado.

Mediante la página web de la Nesdis se accede diariamente a los datos que envía la estación, comprobándose que la estación está funcionando correctamente y que el voltaje que da la batería es el adecuado ( $\geq 12V$ ).

## **C. Subsistema de Comunicación**

Con esta prueba se garantiza el correcto funcionamiento de la comunicación de la Estación Remota DCP 555ES. Se visualiza a través de la página web de la NOAA que se reciben los datos de la estación.

#### **D. Subsistema Software DCP**

Con esta prueba se verifica que el software instalado en la DCP corresponde con lo especificado en el Análisis de Sistema Propuesto. Se comprueba mediante un equipo PDA la adquisición de todas las señales correspondientes a los distintos sensores instalados en la estación.

#### **E. Subsistema Señales**

Con esta prueba se verifica que la DCP realiza correctamente la adquisición de las señales provenientes de los sensores. Se conecta un equipo generador de señal de 4-20mA en cada una de las entradas de este tipo a la DCP. Se varía la señal generada y mediante una Lap-Top conectada a la DCP se comprueba el valor dado por la DCP. Este valor medido es igual a la señal generada.

Nota.- Se adjunta formato empleado en las pruebas:

- APÉNDICE J: Hoja de Registro de Prueba.
- APÉNDICE K: Informe de Desviación.

#### **5.4 Puesta en Servicio**

Una vez realizadas las pruebas, se procede a la operación experimental que dura 3 meses, y tras cuya finalización satisfactoria se procede a la aceptación provisional del sistema por parte de ELECTROPERU.

## **5.5 Capacitación del Personal**

La capacitación tiene como objetivo traspasar al personal de ELECTROPERÚ la autonomía que les permita llevar a cabo la operación y mantenimiento del sistema.

Los cursos contemplados se agrupan de la siguiente forma:

- a. Curso de software y hardware del sistema SCADA. Su contenido básico es:
  - Introducción a los sistemas SCADA
  - Arquitectura hardware y software del sistema SCADA
  - Módulos del sistema: RealTime, Historical y XOS
  - Selección del modo de operación de las ER: local o remoto
  - Alarmas y eventos
  - Curvas históricas y en tiempo real
  - Seguridad.
- b. Comunicaciones. Su contenido básico es:
  - Equipos de comunicaciones
  - Protocolos de comunicaciones

- Gestión de las comunicaciones desde el sistema SCADA.
- c. Automatización y mantenimiento de las ER. Su contenido básico es:
- Principios de utilización de una DCP
  - Hardware, entorno y configuración de DCP
  - Introducción a los sensores
  - Sensor de viento
  - Sensor de temperatura y humedad relativa
  - Sensor de nivel piezorresistivo
  - Sensor de nivel por radar
  - Evaporímetro
  - Pluviómetro
  - Sensor de Intrusismo
  - Instalación y montaje

Las clases son teórico / prácticas y el número de horas es de 40 horas.

## **5.6 Operación del Sistema**

Las estaciones de la Red Hidrometeorológica Básica tienen una operación muy sencilla ya que la misma se reduce únicamente a adquirir los datos de la DCP.

Se pueden adquirir dos tipos de datos:

- Datos en tiempo real.
- Datos históricos.

La adquisición de estos datos se hace a partir de una PDA.

El procedimiento a seguir para la lectura local de datos es el siguiente:

- Conectar la PDA a la DCP a través del puerto Program I/O
- Arrancar el programa Vaisala Pocket Online en la PDA
- Para el caso de los datos en tiempo real, activar la opción de “Force Scan”, para el caso de datos históricos, activar la opción “Retrieve Data”
- Especificar el sensor del que se quieren obtener los datos y el intervalo de datos históricos en su caso

## **CONCLUSIONES**

1. La Automatización de las Estaciones Hidrometeorológicas utilizando tecnologías de punta en la adquisición, transmisión y recepción de la data, da como resultado un alto grado de confiabilidad al Modelo Hidrológico para su tratamiento.
2. En los 3 meses de la operación experimental el sistema funcionó el 98% del periodo sin problemas mayores.
3. En la actualidad, la información procesada es también derivada a la Junta de Riego del Valle de Mantaro.

4. Por el éxito obtenido y la importancia de regular con eficiencia el agua, está en ejecución la Automatización del Sistemas de Estaciones Telemétricas de EDEGEL, así como los estudio ya concluidos para la Automatización de la Estaciones Telehidrométricas del Valle de Cañete y Huaral, del Ministerio de Agricultura.



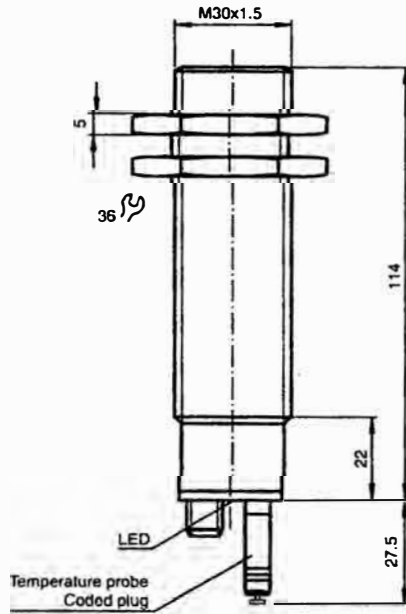
**BIBLIOGRAFÍA**

1. Antonio Creus Sole, INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL.
2. Juan Carlos Álvarez Antón. INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA.
3. José Manuel Huidobro. Guía ESENCIAL DE TELECOMUNICACIONES.
4. William Stallings, DATA AND COMPUTER COMMUNICATIONS.
5. José Manuel Comes Ramón. ELECTRÓNICA DE SISTEMAS.
6. Juan Ramón Alarcón Gómez. DESARROLLO DE PROYECTOS DE PRODUCTOS ELECTRÓNICOS.
7. Julián Cócera Rueda. SEGURIDAD EN LA INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES E INFORMÁTICA.
8. José Manuel Huidobro Moya. SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE INFORMACIÓN.
9. Ronal J. Tocci. SISTEMAS DIGITALES.
10. Savan Roden Carpenter. DISEÑO ELECTRÓNICO.
11. Instituto Nacional de Meteorología, ATLAS DE IMÁGENES DE GOES.
12. Telvent. SISTEMA SCADA OASYS.
13. Vaisala. PLATAFORMA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

**APÉNDICE A:**  
**HOJA TÉCNICA DEL EVAPORÍMETRO**

**Ultrasonic sensor  
UC500-30GM-IU-V1**

**Dimensions**



**Features**

- Current and voltage output
- 12 bit D/A transducer
- Evaluation limits can be taught-in
- Temperature compensation
- Compact design
- Plug connection

**Technical data**

**General specifications**

Sensing range	60 ... 500 mm
Unusable area	0 ... 60 mm
Standard target plate	100 mm x 100 mm
Transducer frequency	approx. 380 kHz
Response delay	≤ 35 ms

**Indicators/operating means**

LED yellow	permanently yellow: object in the evaluation range yellow, flashing: TEACH-IN function evaluation limits, slope
LED red/green	permanently green: Power on green, flashing: TEACH-IN function, object detected permanently red: Connector removed red, flashing: Error, TEACH-IN function object not detected
Temperature/TEACH-IN connector	temperature compensation, TEACH-IN for evaluation range, output function setting

**Electrical specifications**

Operating voltage	10 ... 30 V DC, ripple 10 % <sub>SS</sub>
Power consumption P <sub>0</sub>	≤ 800 mW
<b>Output</b>	
Output type	1 current output 4 ... 20 mA 1 voltage output 0 ... 10 V
Deviation of the characteristic curve	≤ 0,2 % of final value
Repeat accuracy	≤ 0,1 % of final value
Resolution	0,172 mm
Load impedance	current output: ≤ 500 Ohm Voltage output: ≥ 1000 Ohm
Temperature influence	< 2 % of full-scale value (≤ 0,2 % / K without temperature compensation)

**Standard conformity**

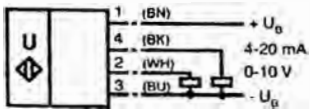
Standards	EN 60947-5-2
<b>Climatic conditions</b>	
Ambient temperature	-25 ... 70 °C (248 ... 343 K)
Storage temperature	-40 ... 85 °C (233 ... 358 K)

**Mechanical specifications**

Protection degree	IP65
Connection type	V1 connector (M12 x 1), 4-pin
Material	
Housing	high grade steel (stainless)
Transducer	epoxy resin/hollow glass sphere mixture; foam polyurethane, cover PBT
Mass	175 g

**Electrical connection**

Standard symbol/Connection:  
(version IU)



Core colours in accordance with EN 60947-5-2.

**Connector V1**



**UC500-30GM-IU-V1**

**Description of the sensor functions**

This ultrasonic sensor features a four-pole temperature/TEACH-IN plug, that can be connected in four different positions. These have the following significance.

Plug position	Meaning
A1	TEACH-IN evaluation limit A1
A2	TEACH-IN evaluation limit A2
E2/E3	Switching: falling/rising ramp
T	Temperature compensation

**Description of the TEACH-IN procedure**

- Remove temperature plug
- Cut and restore supply voltage (e.g. by removing and replacing unit plug)

**TEACH-IN of evaluation limits A1 or A2**

- Set object to desired evaluation limit
- Connect TEACH-IN plug in pos. A1 or A2
- Green LED flashes when object detected, red LED flashes when no object detected
- Pull the plug (the current object position is taught and stored when the plug is removed!!)

**TEACH-IN of output function**

- Connect TEACH-IN plug in pos. E2/E3
- The yellow LED indicates the output function
  - E2: falling ramp
  - E3: rising ramp
- Pull the plug when the desired function is activated, otherwise reconnect the TEACH-IN plug in pos. E2/E3
- Pull plug

**Completing the TEACH-IN procedure**

- Connect TEACH-IN plug in pos. T. Temperature compensation is now activated.

If the temperature plug has not been plugged in within 5 minutes, the sensor will return to normal mode without temperature compensation.

**Default setting**

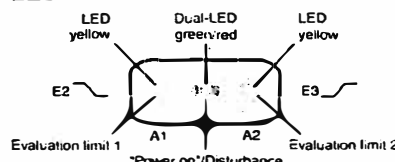
- A1: unusable area
- A2: nominal sensing range
- Mode of operation: rising ramp

**LED Displays**

Displays depending on position of temperature/TEACH-IN plug	Green dual LED	Red dual LED	Yellow LED A1/ \	Yellow LED A2/ /
TEACH-IN evaluation limit A1				
Object detected	flashes	off	flashes	off
No object detected	off	flashes	flashes	off
TEACH-IN evaluation limit A2				
Object detected	flashes	off	off	flashes
No object detected	off	flashes	off	flashes
TEACH-IN mode of operation				
rising ramp	on	off	flashes	off
falling ramp	on	off	off	flashes
Normal operation			on/off <sup>1)</sup>	on/off <sup>2)</sup>
temperature compensated	on	off		
Plug pulled or shorted	off	on		
Interference (e.g. compressed air)	off	flashes	previous state	previous state

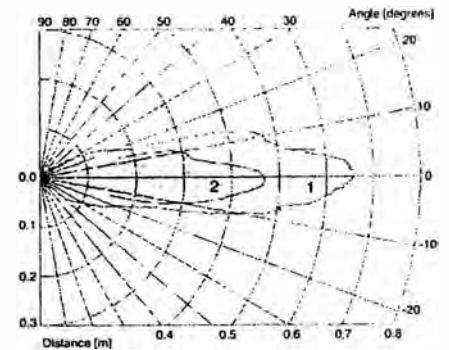
- 1) on, when object in evaluation range
- 2) on, when object in detection range

**LED-Window**



**Characteristic curves/additional information**

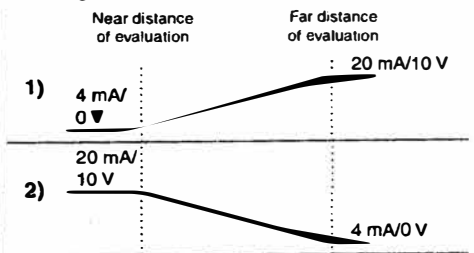
**Characteristic response curves**



Curve 1: flat plate 100 mm x 100 mm  
Curve 2: round bar, Ø 25 mm

**Programmed analogue output function**

**Analogue function**



**Accessories**

**Mounting aids**

BF30  
BF30F  
BF5-30  
M-105

**Sound deflectors**

UVW90-M30  
UVW90-K30

**External temperature probe**

UC-30GM-TEMP

**Extension cable**

UC-30GM-PROG

**Process indication- and control unit**

DA5-IU-2K-V

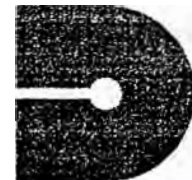
**Cable sockets <sup>1)</sup>**

V1-G-2M-PVC  
V1-W-2M-PVC

<sup>1)</sup> For additional cable sockets see section „Accessories“.

**APÉNDICE B:**

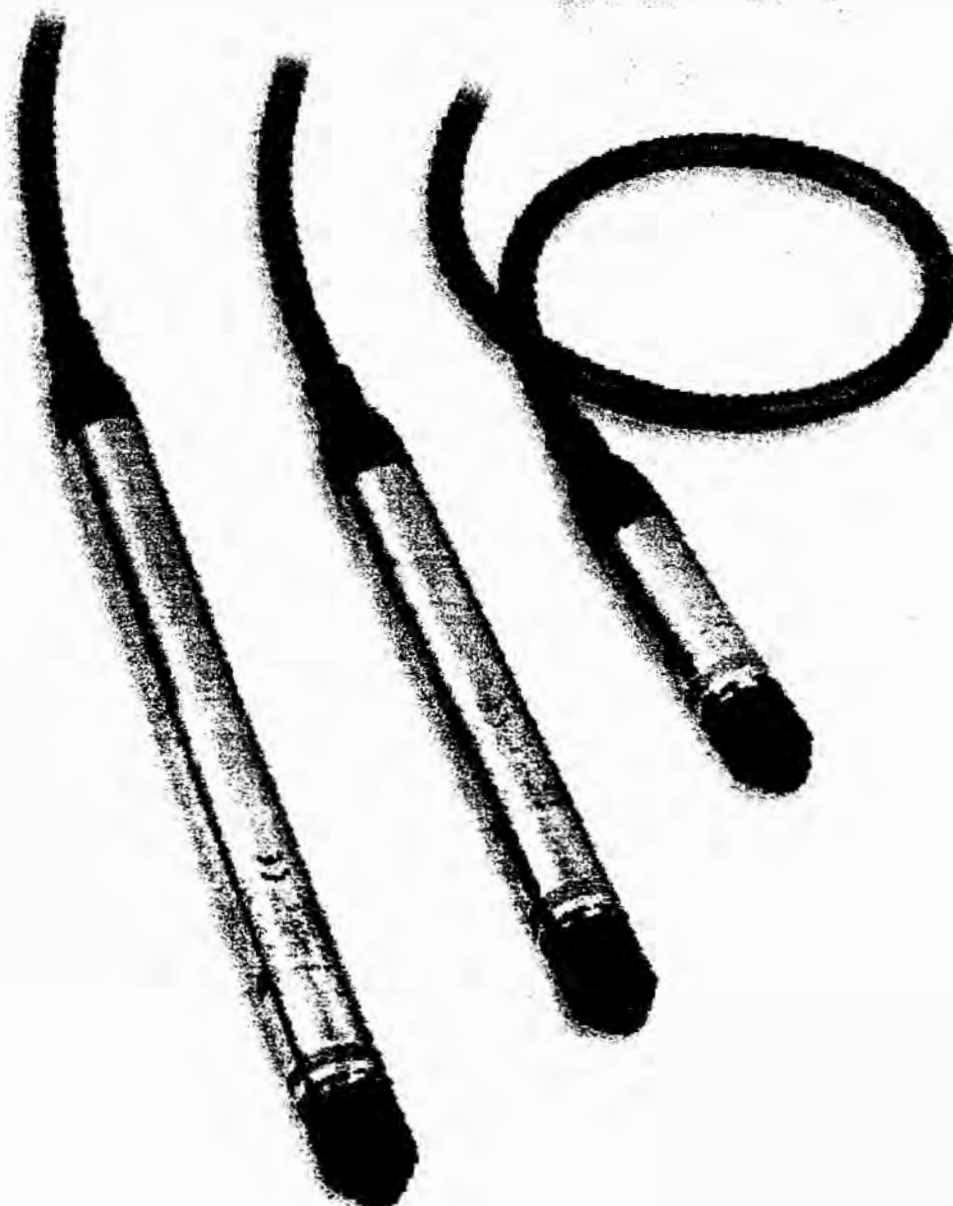
**HOJA TÉCNICA DEL SENSOR DE NIVEL PIEZORRESISTIVO**



# **PDCR/PTX 1830 Series Druck**

High Performance Level Pressure Sensors

- Ranges from 0.75mH<sub>2</sub>O to 600mH<sub>2</sub>O
- Accuracy  $\pm 0.06\%$
- Fully welded titanium construction
- Integral lightning surge arrestor
- Compact 17.5mm diameter package
- Full range of installation accessories



# PDCR / PTX 1830 Series

## High Performance Level Pressure Sensors

### ADVANCED PRESSURE SENSORS FOR A WORLD OF LEVEL MEASUREMENTS

Established in 1972, Druck specialises in the manufacture of high performance pressure measurement and related control equipment. The PDCR 1830 transducer (mV output) and PTX 1830 transmitter (4-20mA output) are the latest generation of fully submersible high performance sensors for measurement of hydrostatic liquid levels.

The PDCR/PTX 1830 series incorporate many enhanced features gained from Druck's experience in supplying thousands of sensors for small and large scale installations worldwide. Example applications include:

#### ● Potable water

From ground water borehole to surface water level measurements in rivers, canals and reservoirs.

#### ● Waste water and remediation

Monitoring of secondary and outflow sewage levels within certified hazardous areas; contaminated ground water levels in land fill sites.

#### ● Tank Level

From land based liquid storage vessels to on-board ship ballast tank monitoring within safe and certified hazardous areas.

#### ● Sea Water

Marine environmental applications including tide gauging, coastal/flood protection and wave profiling amongst others.

### Reliability and Data Quality

The combination of high technology sensor together with advanced signal conditioning and packaging techniques provide an ideal long term solution for reliable, accurate and economical level measurements.

The Druck micromachined silicon element is sealed within an all-titanium pressure module assembly, fully isolated from the pressure media. This is contained in a slimline, welded titanium body terminated in an injection moulded cable assembly. The cable features a kevlar strain cord and is IP68 rated for indefinite immersion in 700mH<sub>2</sub>O.

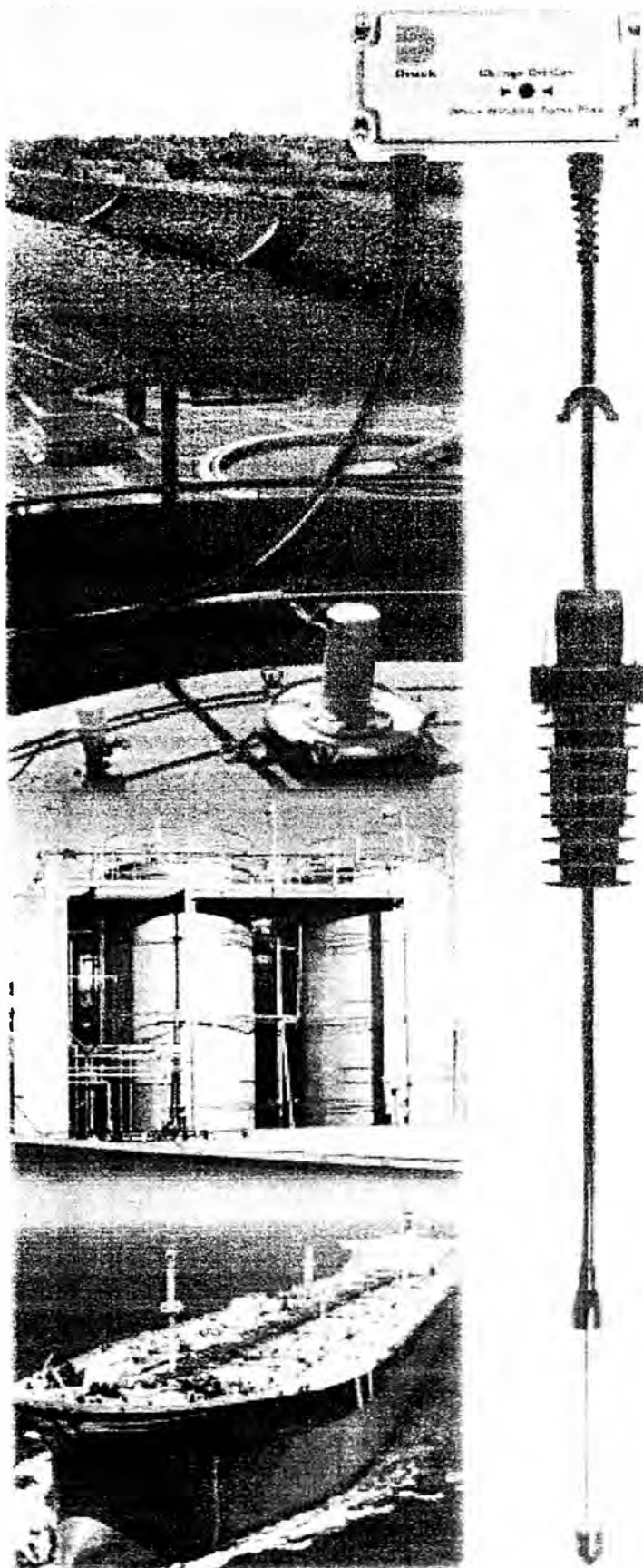
### Lightning Surge Protection

An optional integral lightning surge arrester is available, qualified to the highest European standard IEC 61000-4-5 (level 4). This protects the sensor from raised earth potentials caused by lightning strikes, which often occur in surface water applications.

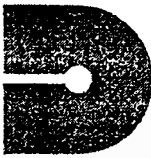
### Ease of use

A simple datum marked cable system is provided for ease of installation. Incremental 1m datum points are clearly marked for quick and accurate alignment below ground level. In addition, a full range of related accessories simplify installation, operation and maintenance.

- Quick-release cable clamp assembly
- Slimline and short profile sink weights
- Moisture proof Sensor Termination Enclosure
- In-situ pressure test/calibration adaptors







**Druck**

## STANDARD SPECIFICATIONS

### Pressure Measurement

#### Operating Pressure Ranges

##### PDCR 1830 (mV)

0.75, 1.5mH<sub>2</sub>O gauge, 3.5, 7, 10, 15, 20, 35, 50, 70, 100, 150, 200, 350, 600mH<sub>2</sub>O gauge and absolute

##### PTX 1830 (mA)

Any zero based full scale (FS) from 0.75 to 600mH<sub>2</sub>O gauge.  
3.5 to 600mH<sub>2</sub>O absolute.

*Elevated zero, compound and reversed output ranges available.  
Refer to Druck for further information.*

*Other units may be specified e.g. ftH<sub>2</sub>O, InH<sub>2</sub>O, bar, mbar, psi, kpa, kg/cm<sup>2</sup>*

### Overpressure

The operating FS pressure range may be exceeded by the following multiples with negligible effect on calibration:

8 x for ranges up to 1.5mH<sub>2</sub>O

6 x for ranges above 1.5mH<sub>2</sub>O to 3.5mH<sub>2</sub>O

4 x for ranges above 3.5mH<sub>2</sub>O (1400mH<sub>2</sub>O max.)

### Pressure Containment

10 x for ranges up to 3.5mH<sub>2</sub>O gauge

6 x for ranges above 3.5mH<sub>2</sub>O gauge (1400mH<sub>2</sub>O max.)

200 bar for absolute ranges.

### Media Compatibility

Fluids compatible with titanium (body), acetal (nose cone) and polyurethane (cable assembly).

### Excitation Voltage

#### PDCR 1830 (mV)

10V at 5mA nominal

Output is fully ratiometric to supply within 2.5V to 12V limits.

#### PTX 1830 (mA)

9 to 30V

9 to 28V for Intrinsically Safe version.

The minimum supply voltage (V<sub>MIN</sub>) which must appear across the pressure transmitter terminals is 9V and is given by the following equation:-

$$V_{MIN} = V_{SUP} - (0.02 \times R_{LOOP})$$

Where V<sub>SUP</sub> is supply voltage in Volts

R<sub>LOOP</sub> is total loop resistance in Ohms

### Pulse Power Excitation

Recommended power-on time before output sample is taken

PDCR 1830 - 10msec

PTX 1830 - 30msec

For pulse power operation refer to technical note.

### Output Signal

#### PDCR 1830

25mV for 0.75mH<sub>2</sub>O range

50mV for 1.5mH<sub>2</sub>O and 3.5mH<sub>2</sub>O ranges

100mV for ranges 7mH<sub>2</sub>O and above

#### PTX 1830

4 to 20mA proportional for zero to FS pressure.

### Common mode voltage - PDCR 1830

Typically +3.5V to +9V with respect to the negative supply

### Output Impedance - PDCR 1830

2 K $\Omega$  nominal

## Performance Specification

### Accuracy

Combined effects of Non-linearity, Hysteresis and Repeatability:

Standard:  $\pm 0.1\%$  FS BSL maximum

Option D:  $\pm 0.06\%$  FS BSL maximum ( $\pm 0.08\%$  max. for 1mH<sub>2</sub>O and below).

### Zero Offset and Span Setting

#### PDCR 1830

Typical:  $\pm 1.5$ mV

Maximum:  $\pm 3$ mV

#### PTX 1830

Maximum:  $\pm 0.05$ mA

### Long Term Stability

$\pm 0.1\%$  typically per annum.

### Operating Temperature Range

-20° to 60°C.

### Compensated Temperature Range

-2° to 30°C.

### Temperature Effects

$\pm 0.3\%$  FS for 3.5mH<sub>2</sub>O range and above

For ranges below 3.5mH<sub>2</sub>O multiply x 2.

### Shock and Vibration

MIL-STD-810E, method 514.4. Category 10 min. Figure 514.4-16

Product will withstand 20g peak shock half sine wave 9mS duration in all axes, also 2000g peak shock 0.5mS duration in all axes.

### Insulation

Standard: >100M $\Omega$  at 500V d.c.

Intrinsically Safe version: <5mA at 500V a.c.

### EMC and Surge Protection

CE Marked. PTX 1830: IEC 61000-6-2: 1999 (10V/m Heavy Industrial)

### Intrinsic Safety

#### PDCR 1830

Certified (Ex 94C2539) for use with IS barrier systems to EEx ia IIC T4 (80°C ambient) for cable lengths up to 29 metres maximum.

#### PTX 1830

Certified (BAS 01 ATEX 1018X) for use with IS barrier systems to EEx ia IIC (-40°C  $\leq$  T<sub>amb</sub>  $\leq$  80°C) for cable lengths up to 300metres maximum.

## Physical Specification

### Pressure Connection

Standard: Radial holed M14 x 1.5mm male thread fitted with protective acetal nose cone.

Option C: Screw on welded male pressure connectors available

G<sup>1</sup>/<sub>8</sub>B (60° Int Cone)

G<sup>1</sup>/<sub>4</sub>B (60° Int Cone or Flat End)

1/4" NPT

7/16 UNF to MS33656-4

### Electrical Connection

Vented polyurethane cable with integral Kevlar strain relief cord rated to 54kg load. Water ingress protection IP68 to 700mH<sub>2</sub>O.

### Cable Lengths

To be specified as required in 1 metre increments up to 500 metres.

For longer lengths refer to Druck.

### Documentation

Detailed user instructions are provided with specific calibration data. Supplied in English, French, German, Italian, Spanish or Portuguese language - selected on order.

# PDCR/PTX 1830 Series



## High Performance Level Pressure Sensors

Druck

### OPTIONS

#### (A) Lightning Surge Arrestor (PTX 1830)

Integral lightning protection assembly certified to European standard IEC 61000-4-5 (level 4).

#### (B) Intrinsically Safe Version

#### (C) Alternative Pressure Connection

In place of the standard acetal nose cone, a screw-on welded male pressure connection can be supplied. Refer to specifications.

#### (D) Improved Accuracy

An improved accuracy of  $\pm 0.06\%$  FS BSL is available ( $\pm 0.08\%$  FS BSL for ranges below  $1\text{mH}_2\text{O}$ ).

### ACCESSORIES

A full range of accessories is available to enhance installation, operation and maintenance of the 1830 series as listed below:



STE moisture proof Sensor Termination Enclosure (202-034-01)



Slimline Sink Weight  
17.5mm Diameter  
(DA2608-1-01)



Short Sink Weight  
25.4mm Diameter  
(DA4608-1-01)



Cable Clamp System  
(192-373-01)



360° Rotatable Calibration Adaptor  
(DA4112-1-01)



Economical Direct Calibration Adaptor  
(DA2536-1-01)

### RELATED PRODUCTS

Druck manufactures a wide range of pressure transducers and transmitters, associated digital indicators, barometers, and a complete range of precision process calibrators and controllers for the field, workshop and laboratory. A selection of these is shown below.



RTX 1000 rangeable transmitter  
PTX 7500 industrial transmitter



DPI 610 portable pressure calibrator  
UPS III Loop calibrator



DPI 280 programmable level digital indicator



DPI 515 high speed precision pressure controller/calibrator

Please refer to Druck for further information on related products.

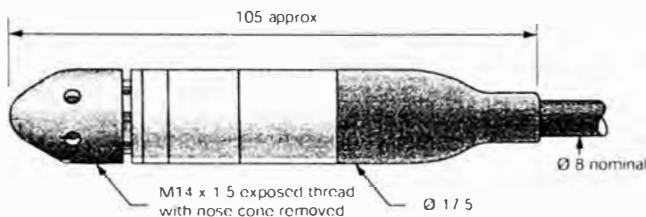
### ORDERING INFORMATION

Please state the following:

- (1) Model PDCR 1830 (mV) or PTX 1830 (mA)
- (2) Pressure range and scale units
- (3) Options (if required)
- (4) Cable length required
- (5) End user instruction manual language
- (6) Accessories (order as separate items)

*Continuing development sometimes necessitates specification changes without notice.*

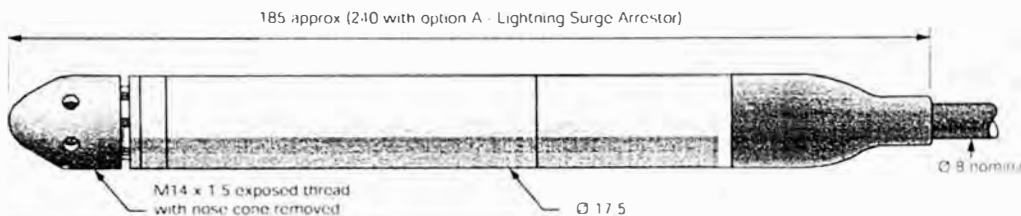
### INSTALLATION DRAWINGS - Dimensions mm



Electrical Connections

#### PTX 1830

Red Supply positive  
White Supply negative  
Yellow Output positive  
Blue Output negative  
Screen wire connected to case  
(IS version - screen not connected)  
Remaining cores not connected



#### PDCR 1830

Red Supply positive  
Blue Supply negative  
Screen wire connected to case  
(IS version - screen not connected)  
Remaining cores not connected

### Druck Limited

Fir Tree Lane, Groby  
Leicester, LE6 0FH, England

Tel: +44 (0) 116 231 7100  
Fax: +44 (0) 116 231 7103  
E-Mail: sales@druck.com  
Internet: www.druck.com



0221



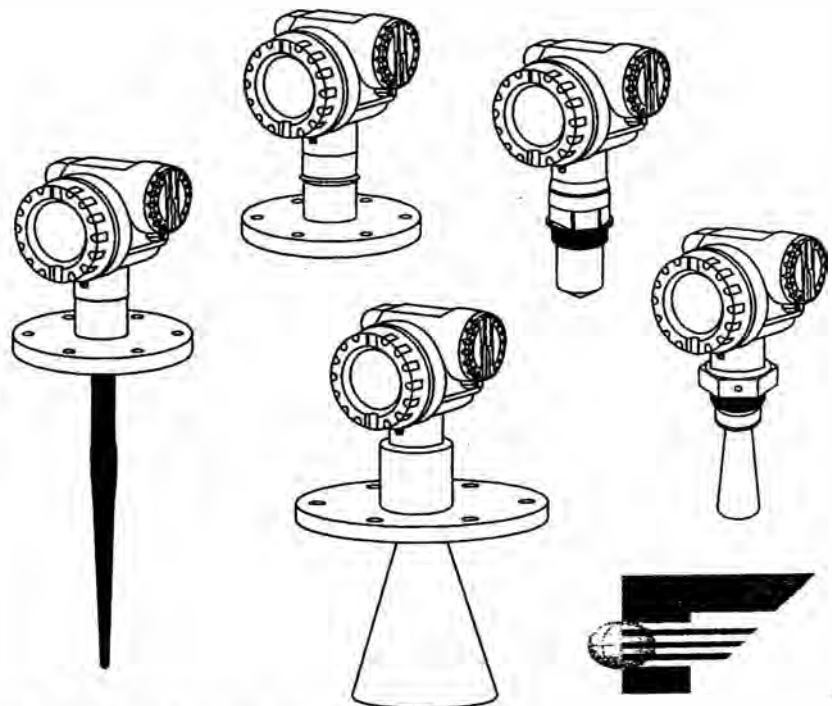
Agent:

**APÉNDICE C:**

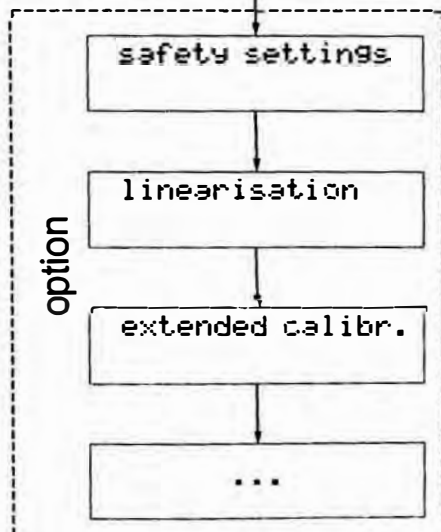
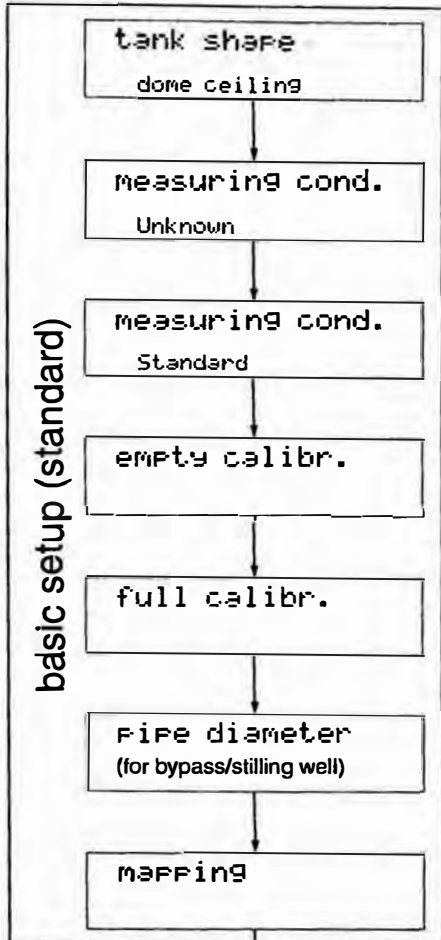
**HOJA TÉCNICA DEL SENSOR DE NIVEL POR RADAR**

# *micropilot M* FMR 230/231/240/244/245 with HART, PROFIBUS-PA and Foundation Fieldbus Level-Radar

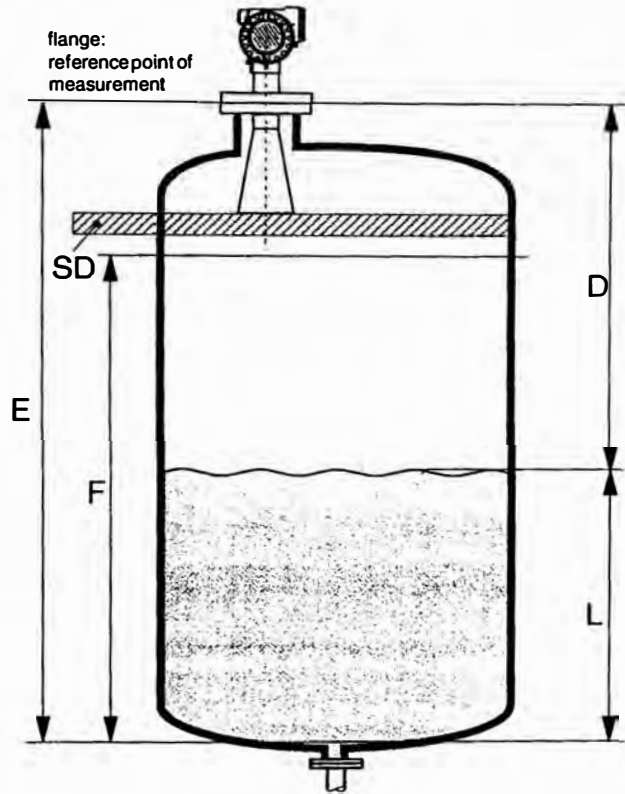
## Description of Instrument Functions



# Basic Setup



(description see BA 221F)



- E = empty calibr. (= zero)  
setting in 005
- F = full calibr. (= span)  
setting in 006
- D = distance (distance flange / product)  
display in 0A5
- L = level  
display in 0A6
- SD = safety distance  
setting in 015



## 1.5 Display and operating elements

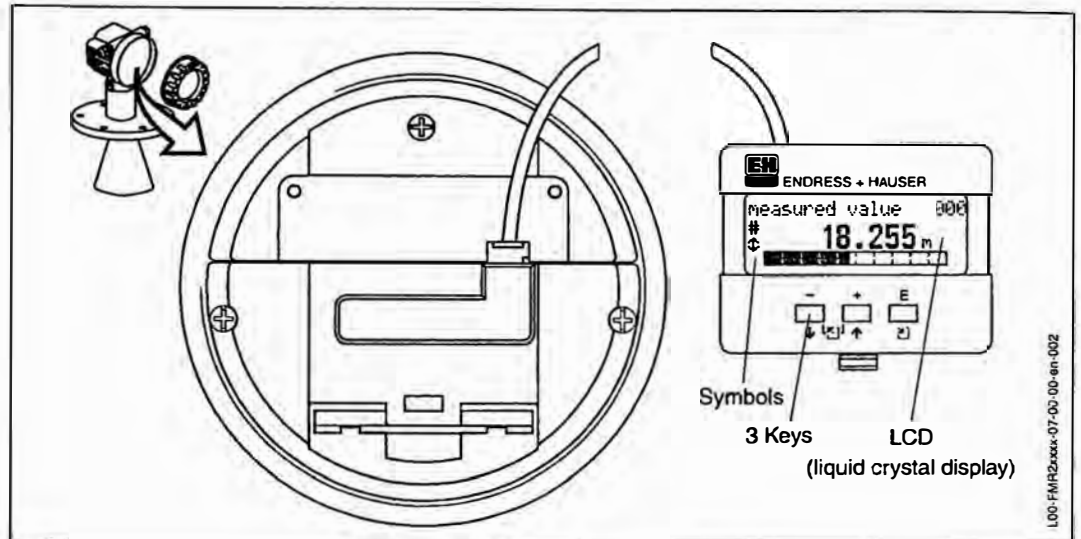


Abb. 3 Layout of the display and operating elements

### 1.5.1 Display

#### Liquid crystal display (LCD):

Four lines with 20 characters each. Display contrast adjustable through key combination.

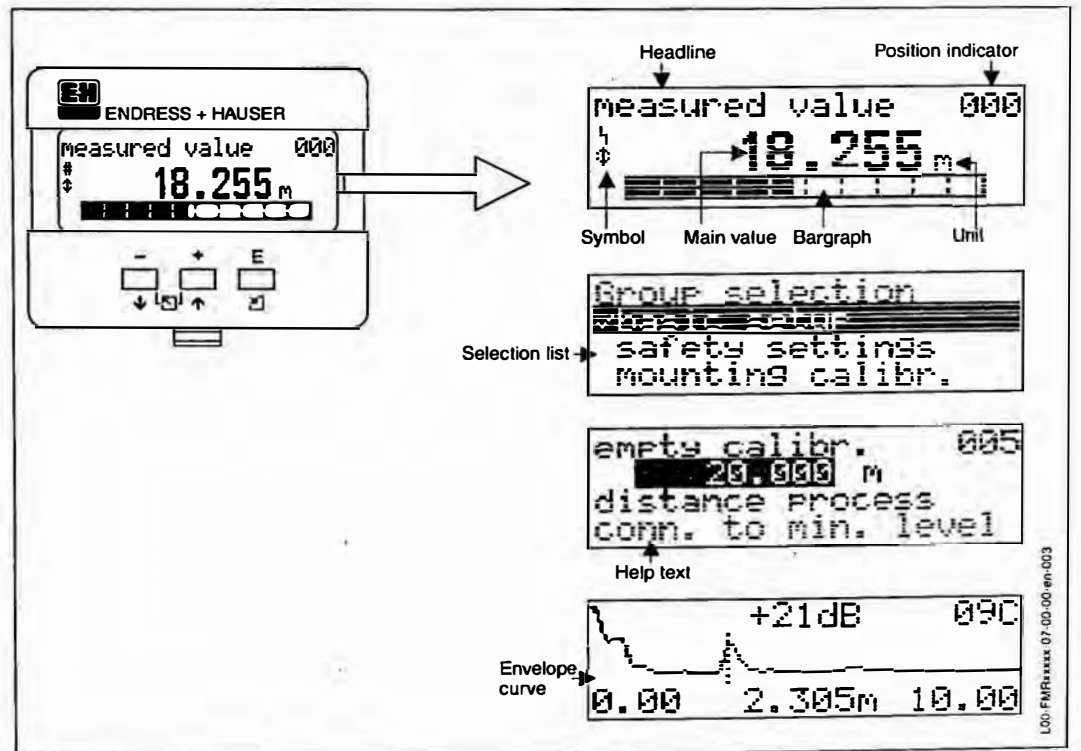




Abb. 4 Display

### 1.5.2 Display symbols

The following table describes the symbols that appear on the liquid crystal display:
















Symbols	Meaning
	<b>ALARM_SYMBOL</b> This alarm symbol appears when the instrument is in an alarm state. If the symbol flashes, this indicates a warning.
	<b>LOCK_SYMBOL</b> This lock symbol appears when the instrument is locked, i.e. if no input is possible.
	<b>COM_SYMBOL</b> This communication symbol appears when a data transmission via e.g. HART, PROFIBUS-PA or Foundation Fieldbus is in progress.
	<b>SIMULATION_SWITCH_ENABLE</b> This communication symbol appears when simulation in FF is enabled via the DIP switch.

Tab. 1 Meaning of Symbols

### 1.5.3 Key assignment

The operating elements are located inside the housing and are accessible for operation by opening the lid of the housing.

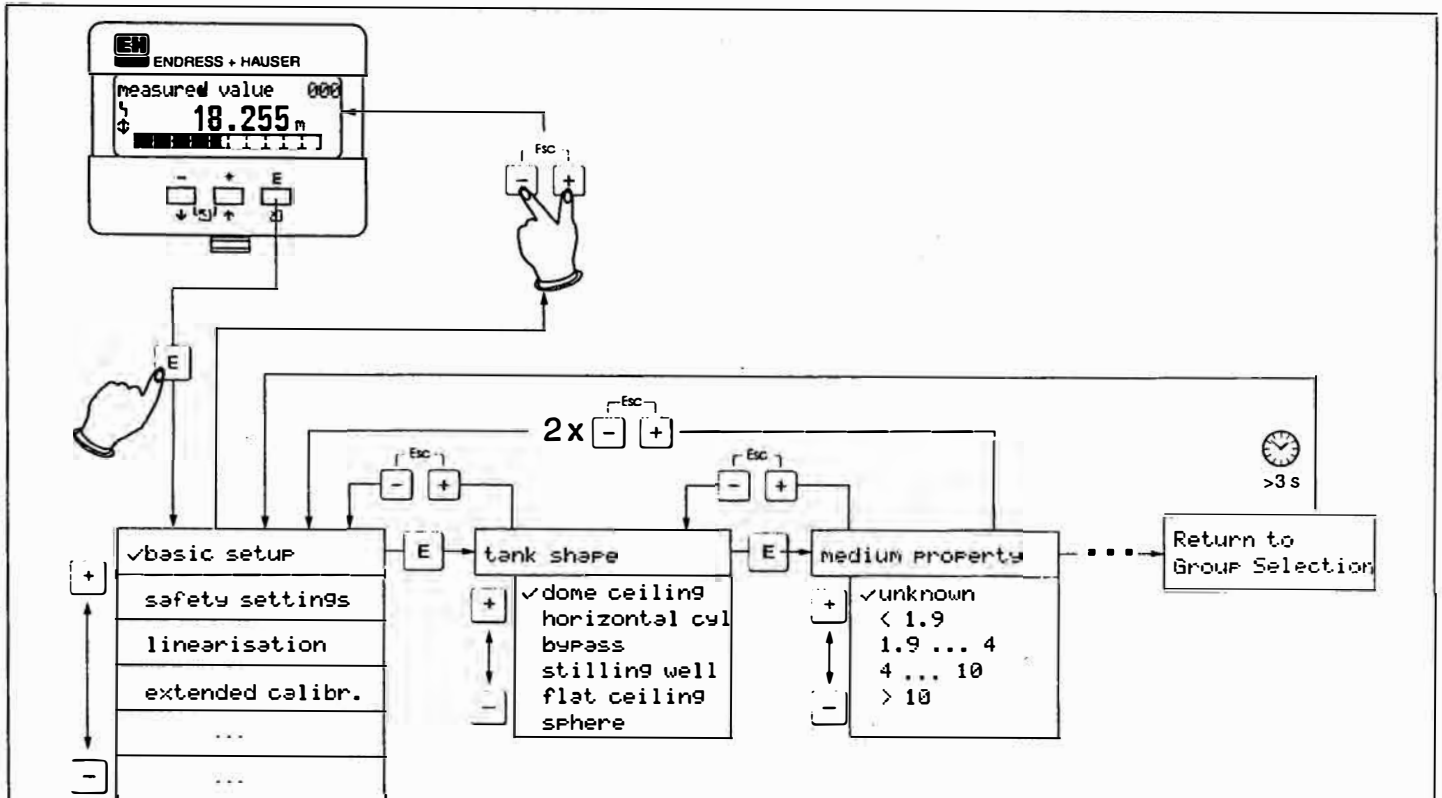
#### Function of the keys

Key(s)	Meaning
 or 	Navigate upwards in the selection list Edit numeric value within a function
 or 	Navigate downwards in the selection list Edit numeric value within a function
 or 	Navigate to the left within a function group 1
 or 	Navigate to the right within a function group, confirmation:
 and   or 	Contrast settings of the LCD
 and  and 	Hardware lock / unlock After a hardware lock, an operation of the instrument via display or communication is not possible! The hardware can only be unlocked via the display. An unlock parameter must be entered to do so.

Tab. 2 Function of the keys



### 1.5.4 Operation with the VU 331



**Selection and configuration in Operation menu:**

- 1.) Change from Measured Value Display to **Group Selection** by pressing **[E]**
- 2.) Press **[+]** or **[-]** to select the required **Function Group** (e.g.. "basic setup (00)") and confirm by pressing **[E]** → **First function** (e.g. "tank shape (002)") is selected.

**Note!**

The active selection is marked by a ✓ in front of the menu text.

- 3.) Activate Edit mode with **[+]** or **[-]**.

**Selection menus:**

- a) Select the required **Parameter** in selected function (e.g. "tank shape (002)") with **[+]** or **[-]**.
- b) **[E]** confirms selection → ✓ appears in front of the selected parameter
- c) **[E]** confirms the edited value → system quits Edit mode
- d) **[+]** + **[-]** (= **[↔]**) interrupts selection → system quits Edit mode

**Typing in numerals and text:**

- a) Press **[+]** or **[-]** to edit the first character of the **numeral / text** (e.g. "empty calibr. (005)")
- b) **[E]** positions the cursor at the next character → continue with (a) until you have completed your input
- c) if a **←** symbol appears at the cursor, press **[E]** to accept the value entered → system quits Edit mode
- d) **[+]** + **[-]** (= **[↔]**) interrupts the input, system quits Edit mode

- 4) Press **[E]** to select the next **function** (e.g. "medium property (003)")
- 5) Press **[+]** + **[-]** (= **[↔]**) once → return to previous **function** (e.g. "tank shape (002)")  
 Press **[+]** + **[-]** (= **[↔]**) twice → return to **Group selection**
- 6) Press **[+]** + **[-]** (= **[↔]**) to return to **Measured value display**

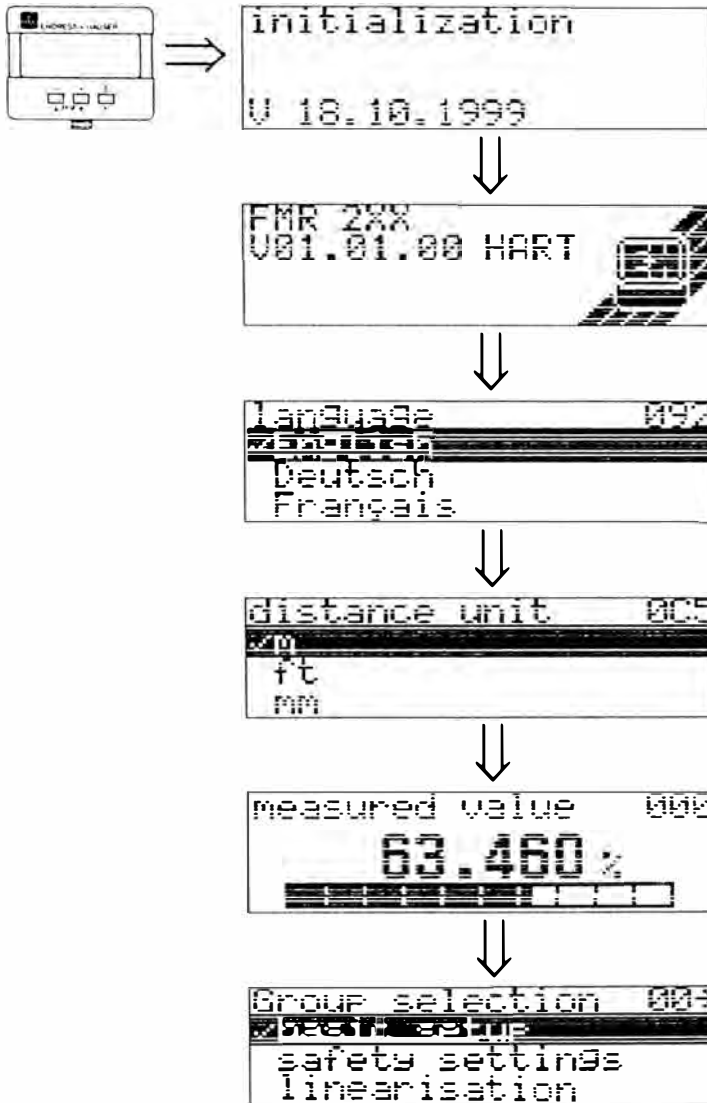
Abb. 5 Selection and configuration in operation menu

L00-FMR2xxx-19-00-00-en-001

## 1.6 Commissioning

### 1.6.1 Switching on the measuring device

When the instrument is switched on for the first time, the following messages appear on the display:



After 5 s, the following message appears

After 5 s or after you have pressed **↵** the following message appears

Select the language  
(this message appears the first time the instrument is switched on)

Select the basic unit  
(this message appears the first time the instrument is switched on)

⇒ The current measured value is displayed

After **↵** is pressed, you reach the group selection.

This selection enables you to perform the basic setup

## 2 Function menu Micropilot M

Function group	Function	Description
<b>basic setup 00</b> (see Page 13) ↓	measured value 000 →	Page 13
	tank shape 002 →	Page 13
	medium property 003 →	Page 14
	process cond. 004 →	Page 14
	empty calibr. 005 →	Page 16
	full calibr. 006 →	Page 17
	pipe diameter 007 →	Page 18
	check distance 051 →	Page 20
	range of mapping 052 →	Page 21
	start mapping 053 →	Page 21
<b>safety settings 01</b> (see Page 23) ↓	output on alarm 010 →	Page 23
	output on alarm (HART only) 011 →	Page 25
	outp. echo loss 012 →	Page 25
	ramp %span/min 013 →	Page 26
	delay time 014 →	Page 27
	safety distance 015 →	Page 27
	in safety dist. 016 →	Page 27
	ackn. alarm 017 →	Page 29
	overspill prot. 018 →	Page 29
<b>linearisation 04</b> (see Page 30) ↓	level/ullage 040 →	Page 30
	linearisation 041 →	Page 31
	customer unit 042 →	Page 35
	table no. 043 →	Page 36
	input level 044 →	Page 36
	input volume 045 →	Page 37
	max. scale 046 →	Page 37
	diameter vessel 047 →	Page 37
<b>extended calibr. 05</b> (see Page 38) ↓	selection 050 →	Page 38
	check distance 051 →	Page 38
	range of mapping 052 →	Page 39
	start mapping 053 →	Page 39
	pres. map dist. 054 →	Page 40
	cust. tank map 055 →	Page 40
	echo quality 056 →	Page 41
	offset 057 →	Page 41
	output damping 058 →	Page 42
	blocking dist. 059 →	Page 42

Function group	Function	Description
<b>output 06</b> <b>profibus param. 06</b> PROFIBUS-PA only (see Page 43) ↓	commun. address (HART only) 060	→ Seite 43
	instrument addr. (PROFIBUS-PA only) 060	→ Page 43
	no. of preambels (HART only) 061	→ Page 44
	ident number (PROFIBUS-PA only) 061	→ Page 44
	thres. main val. (HART only) 062	→ Page 45
	set unit to bus (PROFIBUS-PA only) 062	→ Page 45
	fixed current (HART only) 063	→ Page 46
	out value (PROFIBUS-PA only) 063	→ Page 46
	fixed cur. value (HART only) 064	→ Page 47
	out status (PROFIBUS-PA only) 064	→ Page 47
	simulation 065	→ Page 48
	simulation value 066	→ Page 48
	output current (HART only) 067	→ Page 48
	2nd cyclic value (PROFIBUS-PA only) 067	→ Page 50
	select v0h0 (PROFIBUS-PA only) 068	→ Page 51
	display value (PROFIBUS-PA only) 069	→ Page 51
<b>display 09</b> (see Page 52) ↓	language 092	→ Page 52
	back to home 093	→ Page 52
	format display 094	→ Page 53
	no.of decimals 095	→ Page 53
	sep. character 096	→ Page 53
	display tes* 097	→ Page 54
	plot settings 09A	→ Page 54
	recording curve 09B	→ Page 54
	envelope curve 09C	→ Page 55
<b>diagnostics 0A</b> (see Page 57) ↓	present error 0A0	→ Page 58
	previous error 0A1	→ Page 58
	clear last error 0A2	→ Page 58
	reset 0A3	→ Page 59
	unlock parameter 0A4	→ Page 60
	measured dist. 0A5	→ Page 61
	measured level 0A6	→ Page 62
	application par. 0A8	→ Page 62
<b>system parameter 0C</b> (see Page 63) ↓	tag no. 0C0	→ Page 63
	device tag (Foundation Fieldbus only) 0C0	→ Page 63
	Profile Version (PROFIBUS-PA only) 0C1	→ Page 63
	protocol+sw-no. 0C2	→ Page 63
	serial no. 0C4	→ Page 64
	device id (Foundation Fieldbus only) 0C4	→ Page 64
	distance unit 0C5	→ Page 64
	download mode 0C8	→ Page 65
<b>service D00</b> ⇒ service level D00	→ Page 66	

## Output

### Output signal

- 4...20 mA with HART protocol
- PROFIBUS-PA
- Foundation Fieldbus (FF)

### Signal on alarm

Error information can be accessed via the following interfaces:

- Local display:
  - Error symbol (see page 31)
  - Plain text display
- Current output
- Digital interface

### Linearization

The linearization function of the Micropilot M allows the conversion of the measured value into any unit of length or volume. Linearization tables for calculating the volume in cylindrical tanks are pre-programmed. Other tables of up to 32 value pairs can be entered manually or semi-automatically.

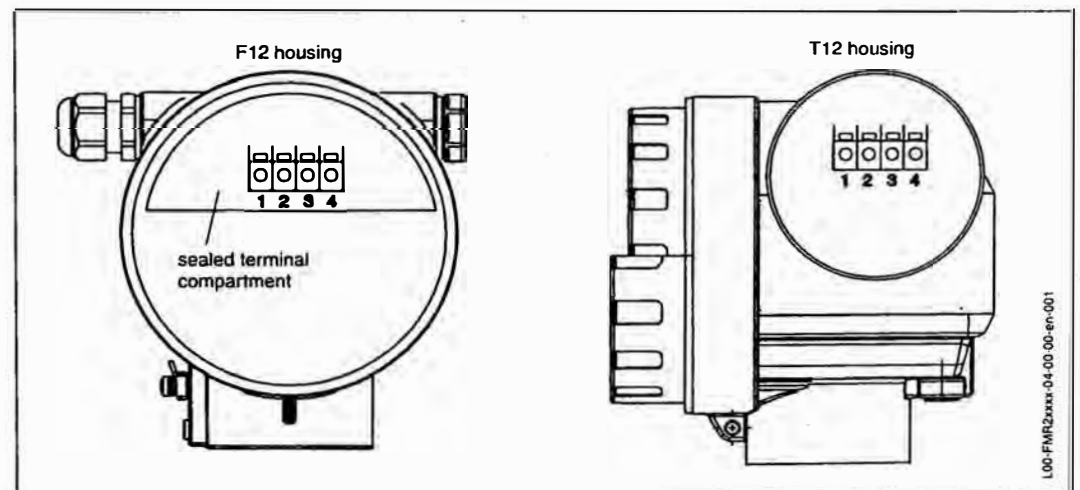
## Auxiliary energy

### Electrical connection

#### Terminal compartment

Two housings are available:

- Housing F 12 with additionally sealed terminal compartment for standard or EEx ia
- Housing T 12 with separate terminal compartment for standard, EEx e or EEx d.

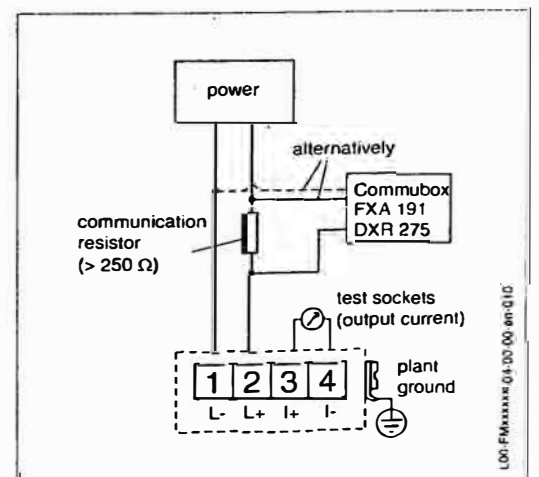


#### Terminal assignment 4...20 mA with HART

The 2-wire cable is connected to the screw terminals (wire diameter 0.5...2.5mm) in the terminal compartment.

Use 2-wire twisted pair cable with screen for the connection.

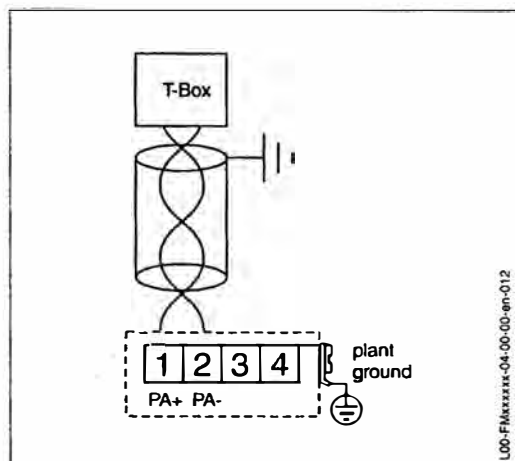
Protective circuitry against reverse polarity, RFI, and over-voltage peaks is built into the device (refer to T1 241F »basics for EMC-tests«).



**Terminal assignment PROFIBUS-PA**

The digital communication signal is transmitted to the bus via a 2-wire connection. The bus also provides the auxiliary energy. Please use 2-wire twisted pair cable with screen.

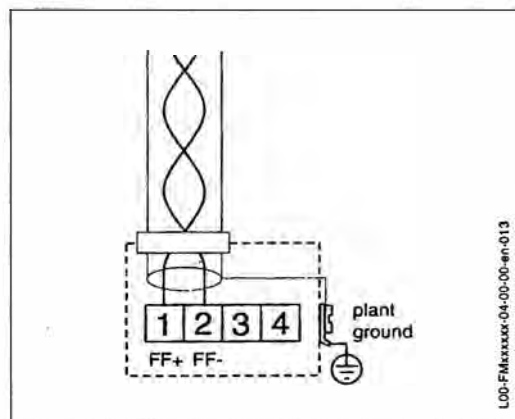
Hints regarding architecture and grounding of the network can be found in BA 198F »projecting hints PROFIBUS-PA« and the specification for PROFIBUS-PA.



**Terminal assignment Foundation Fieldbus**

The digital communication signal is transmitted to the bus via a 2-wire connection. The bus also provides the auxiliary energy. Please use 2-wire twisted pair cable with screen. Further cable specifications can be found in the FF specification or the IEC 61158-2.

Further hints regarding architecture and grounding of the network can be found at the Internet address »<http://www.fieldbus.org>«.



**Load HART**

Minimum load for HART communication: 250 Ω

**Cable entry**

Cable gland: M20x1.5 (with EEx d cable entry only) or Pg13.5  
 Cable entry: G ½ or ½ NPT  
 PROFIBUS-PA M12 plug  
 Fieldbus Foundation 7/8" plug

**Supply voltage**

The following values are the voltages across the terminals directly at the instrument:

Communication		Current consumption	Terminal voltage	
			minimal	maximal
HART	standard	4 mA	16 V	36 V
		20 mA	7.5 V	36 V
	EEx ia	4 mA	16 V	30 V
		20 mA	7.5 V	30 V
	EEx em EEx d	4 mA	16 V	30 V
		20 mA	11 V	30 V
Fixed current (measured value transferred at HART)	standard	11 mA	10 V	36 V
	EEx ia	11 mA	10 V	30 V

**Power consumption** Normal operation: min. 60 mW, max. 900 mW

**Current consumption**

Communication	Current consumption
HART	3.6...22 mA
PROFIBUS-PA	max. 13 mA
Foundation Fieldbus (FF)	max. 15 mA

**Ripple HART** 47...125 Hz: Upp = 200 mV (measured at 500 Ω)

**Max. noise HART** 500 Hz...10 kHz: Urms = 2,2 mV (bei 500 Ω)

## Performance characteristics

**Reference operating conditions**

- temperature = +20 °C (68 °F) ±5 °C (9 °F)
- pressure = 1013 mbar abs. (14.7 psia) ±20 mbar (0.3 psi)
- relative humidity (air) = 65 % ±20%
- ideal reflector
- no major interference reflections inside the signal beam

**Maximum measured error**

Typical statements for reference conditions, include linearity, repeatability, and hysteresis:

Type of device	to 10 m	ex 10 m
FMR 230	±10 mm	±0.1% of measuring range
FMR 231	±10 mm	±0.1% of measuring range
FMR 240	±3 mm	±0.03% of measuring range
FMR 244	±3 mm	±0.03% of measuring range
FMR 245	±3 mm	±0.03% of measuring range

**Resolution**

- Digital / analog in % 4...20 mA
- FMR 230: 1mm / 0.03 % of measuring range
  - FMR 231: 1mm / 0.03 % of measuring range
  - FMR 240: 1mm / 0.03 % of measuring range
  - FMR 244: 1mm / 0.03 % of measuring range
  - FMR 245: 1mm / 0.03 % of measuring range

**Reaction time**

The reaction time depends on the parameter settings (min. 1 s). In case of fast level changes, the instrument needs the reaction time to indicate the new value.

**Influence of ambiente temperature**

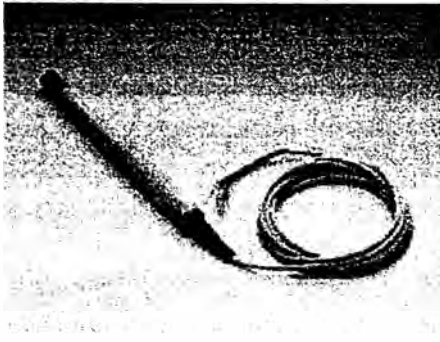
0.006% / 10 K referring to max. measuring range

**APÉNDICE D:**

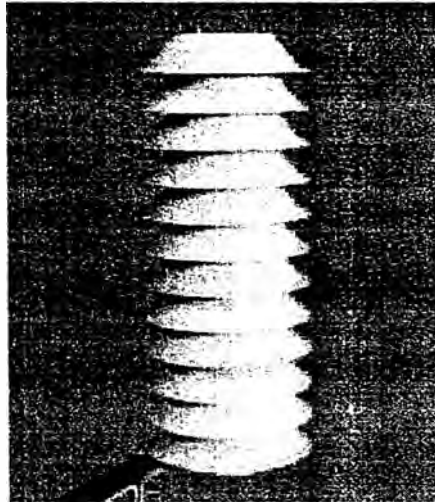
**HOJA TÉCNICA DEL SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA**



# HMP45A & HMP45D Relative Humidity and Temperature Probes; Solar Radiation Shield



*The HMP45A and HMP45D Humidity and Temperature Probes are excellent for measuring humidity in weather stations.*



*The DTR503A shield provides protection from both scattered and direct solar radiation, and precipitation.*

## Versatile probes

The HMP45A and HMP45D humidity and temperature probes are designed for a wide range of instrumentation (e.g. recorders, data loggers, laboratory equipment and weather stations.)

The probes interface easily, are simple to service, operate from a wide range of supply voltages and consume little power.

The HMP45A/D is an excellent solution for measuring humidity in weather stations. However, the HMP243, with warmed sensor head, is a better solution if condensation continuously disturbs measurement.

## Vaisala's HUMICAP® Sensor

The combined performance of the HUMICAP®180 sensor and IP65 protected probe provides accurate and repeatable humidity and temperature measurements in high humidity.

## Easy field maintenance

Field calibration is easy. The probe head containing the sensor and electronics can be quickly removed from the probe body, a replacement installed and the measurements continued while the other sensor head is calibrated in a laboratory.

## On-site, one-point calibration

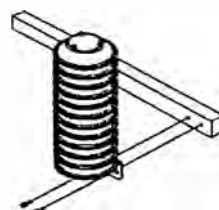
One-point calibration of relative humidity and temperature can be done in the field using Vaisala's HMI41 Humidity Indicator.

## Shield protects sensor

Vaisala's DTR503A Radiation Shield is a naturally ventilated, maintenance-free, 12 plate plastic shield that protects the humidity and temperature sensors from both scattered and direct solar radiation, and precipitation. The plastic material in the plates offers excellent thermal characteristics and UV stabilized construction. The white outer surface reflects radiation, while the black inside absorbs accumulated heat.

The shield is easy to install and is suitable for a wide range of applications. It can be installed on a vertical pole, horizontal beam, or flat surface.

DTR503A horizontal beam installation.



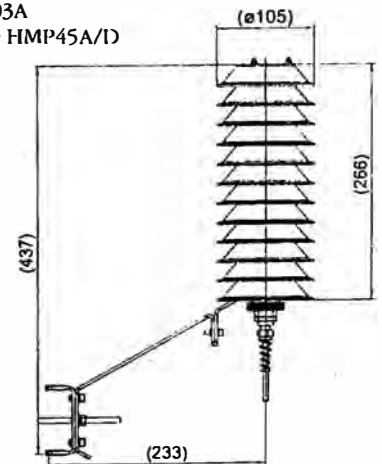
## Features/Benefits

- HMP45A/D provides up to 100 %RH with high accuracy
- HUMICAP®180 Sensor for excellent accuracy, negligible hysteresis and long-term stability in high humidities, and its resistance to dust and most chemicals.
- Easy field calibration
- DTR503A Solar Radiation Shield
- IP65 housing protects against dust, water spray, and electromagnetic interference.
- NIST traceable (certificate included)

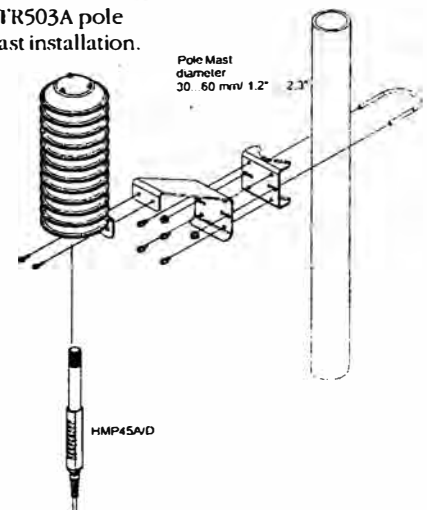
## Dimensions

Dimensions in mm.

DTR503A for the HMP45A/D



DTR503A pole mast installation.



# Technical Data

## General

Operating temperature range	-40...+60 °C
Storage temperature range	-40...+80 °C
Supply voltage	7...35 VDC
Settling time	500 ms
Power consumption	<4 mA
Output load	>10kohm (to ground)
Weight	350 g (incl. package)
Cable length	3.5 m
Housing material	ABS plastic
Housing classification (electronics)	IP65
Sensor protection:	
standard:	membrane filter                      part no. 2787HM
optional:	sintered filter 37 µm                      part no. 6685
	sintered filter 216 µm                    part no. 6686
	grid    part no. 6597

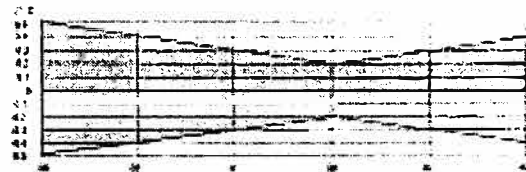
## Relative Humidity

<b>HMP45A &amp; HMP45D</b>	
Measuring range:	0.8 to 100 %RH
Output scale	0...100 %RH equals 0...1 VDC
Accuracy at +20 °C (incl. nonlinearity and hysteresis)	
against factory references	±1 %RH
field calibration against references	
	±2 %RH (0...90 %RH)
	±3 %RH (90...100 %RH)
Typical long-term stability	< 1% RH / year
Temperature dependence	±0.05 %RH/°C
Response time (90% at +20 °C)	10 s with membrane filter
Humidity sensor	HUMICAP® 180

## Temperature

<b>HMP45A</b>	
Measurement range	-39.2...+60 °C
Output scale	-40...+60 °C equals 0...1 VDC
Accuracy at +68 °F (+20 °C)	±0.2 °C

Accuracy over measurement range:



Temperature sensor Pt 1000 IEC 751

## HMP45D

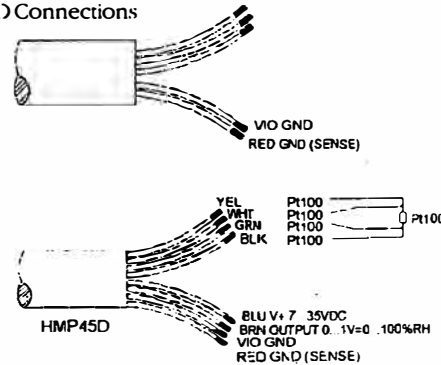
Measurement range	-40...+60 °C
Output signal	resistive four wire connection
Temperature sensor	Pt 100 IEC 751 1/3 Class B

Complies with EMC standard EN61326-1:1997 + Am 1:1998; Generic Environment.

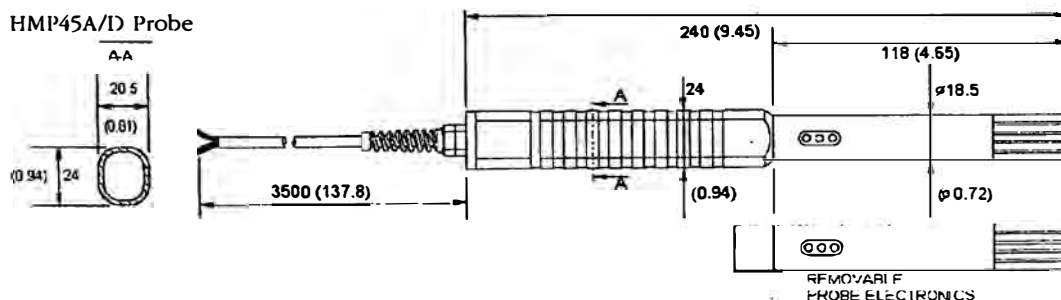
## Dimensions

Dimensions in mm.

HMP45A/D Connections



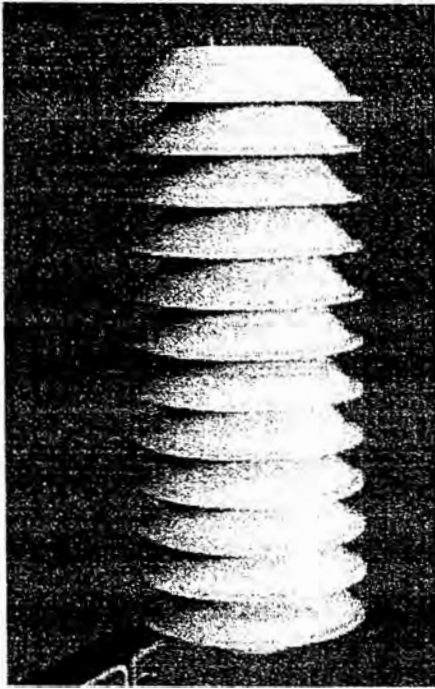
HMP45A/D Probe



HUMICAP® is a registered trademark of Vaisala.  
 Specifications subject to change without prior notice.  
 ©Vaisala Oyj



# DTR Solar Radiation and Precipitation Shields



*DTR50 Solar Radiation and Precipitation Shields are available in either a 9 or 12-plate, model.*

The DTR Series of solar radiation and precipitation shields support humidity probe installations in outdoor applications.

## Shield protects sensor

The maintenance-free DTR Shields protect the humidity and temperature sensors from solar radiation and precipitation. They provide excellent ventilation while blocking both direct and reflected solar radiation.

The special plastic used in the plates has excellent thermal characteristics; the white outer surface reflects radiation; the black inside absorbs accumulated heat. The shields can be easily installed on either a vertical pole, horizontal beam, or a flat surface.

The DTR Shields can be used with the following Vaisala probes:

HMP45A/D  
HMP233/237  
HMD40/50  
HMD60/70

## Choice of models and installation accessories

Two models are available:

Nine-plate shield:  
DTR502A for HMP45A/D  
DTR502B for HMP233, 237

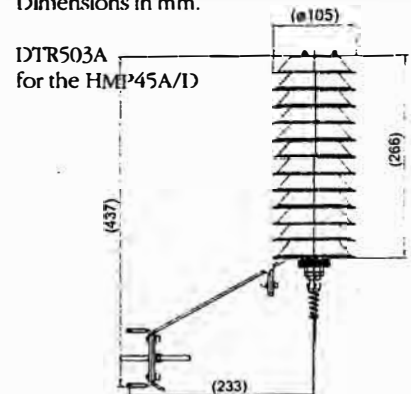
Twelve plate shield:  
DTR503A for HMP45A/D  
DTR503B for HMD60/70  
DTR503C for HMD40/50

## Features/Benefits

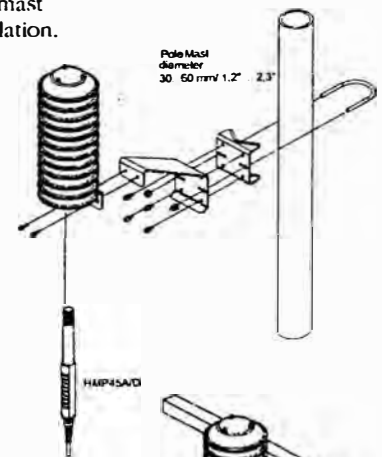
- Protects temperature and humidity probes from scattered, as well as, direct solar radiation and rain.
- Maintenance-free
- Naturally ventilated
- Installs easily on a vertical pole, horizontal beam or flat surface
- Suitable for a wide range of applications
- Choice of shields and mounting accessories

## Dimensions

Dimensions in mm.



DTR503A pole mast installation.



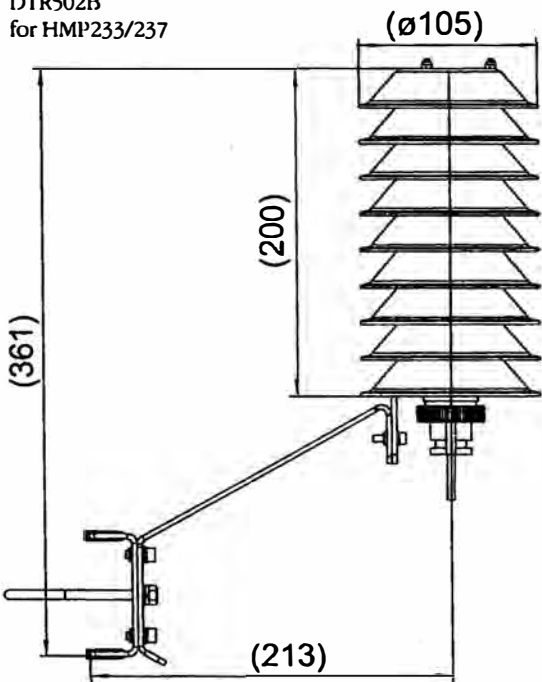
DTR503A horizontal beam installation.

# Technical Data

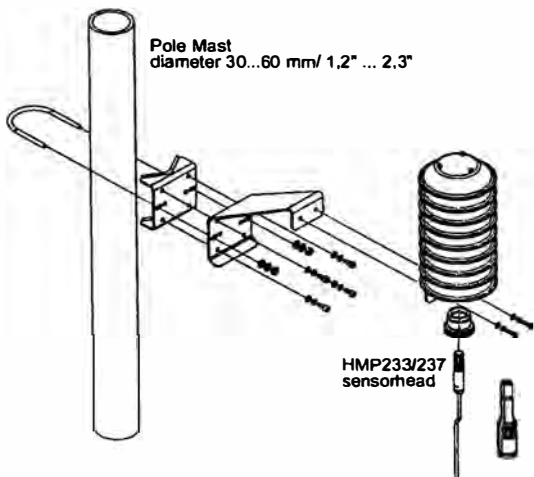
## Dimensions

Dimensions in mm.

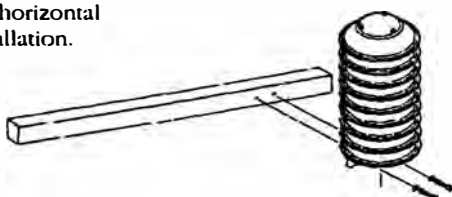
DTR502B  
for HMP233/237



DTR502B pole mast installation.



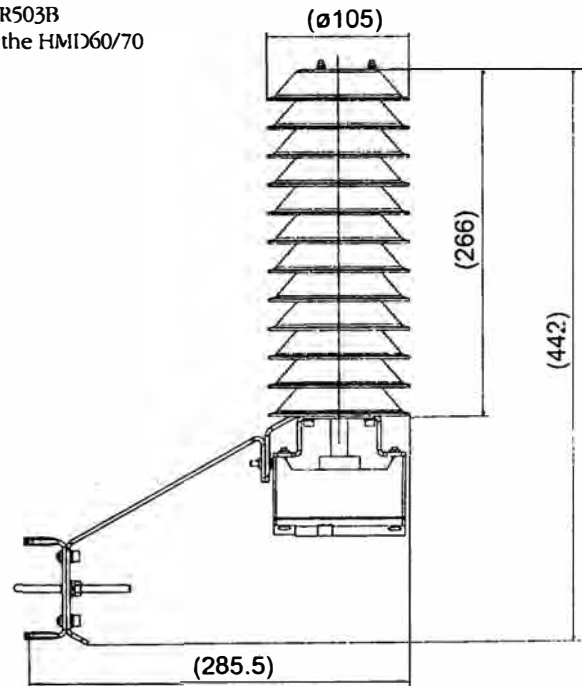
DTR502B horizontal beam installation.



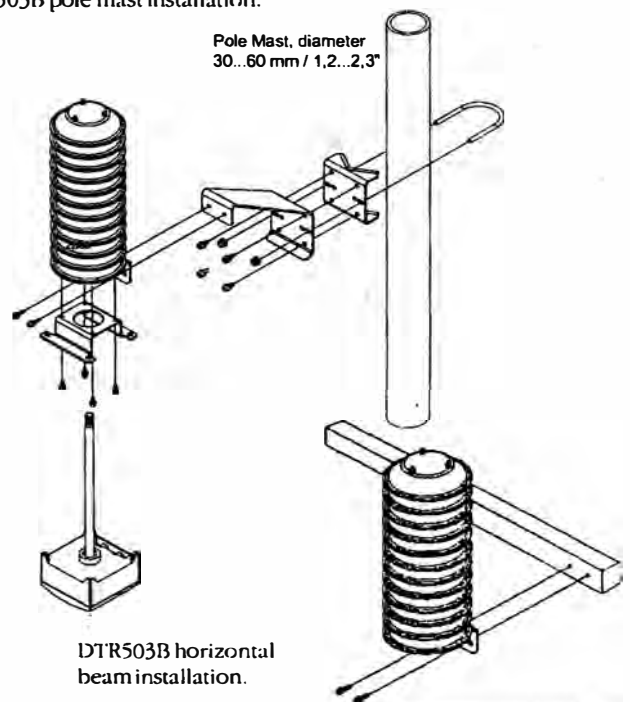
## Dimensions

Dimensions in mm.

DTR503B  
for the HMD60/70



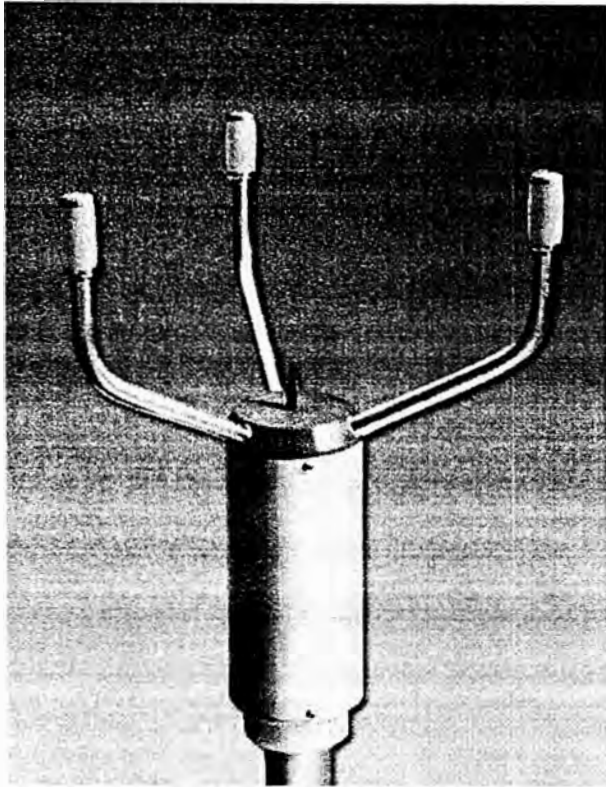
DTR503B pole mast installation.



Specifications subject to change without prior notice.  
©Vaisala Oyj

**APÉNDICE E:**  
**HOJA TÉCNICA DEL SENSOR DE VIENTO**

## Vaisala WAS425 Ultrasonic Wind Sensor



### Accurate and maintenance-free

With the new wind sensor WAS425 from Vaisala, meteorologists now have an alternative to the cup and vane mechanical sensors. The WAS425 has no moving parts, and is resistant to contamination and corrosion. The WAS425 eliminates on-demand and periodic maintenance requirements while improving accuracy and reliability of data in all wind conditions, in all climates.

### Technical Summary

The WAS425 Wind Sensor uses ultrasound to determine horizontal wind speed and direction. The measurement principle is based on transit time, the time it takes for the ultrasound to travel from one transducer to another, depending on the wind speed along the

ultrasonic path. The transit time is measured in both directions. For zero wind speeds, both the forward and reverse transit times are equal. With wind along the sound path, the upwind transit time increases and the downwind transit time decreases. Using these two transit time measurements, the WAS425A micro-controller computes the wind speed along the path. The computed wind speed is independent of altitude, temperature, and humidity.

The method described for one path is repeated to determine the wind speed along each of the three paths which are offset by 120° with respect to each other. The micro-controller computes the wind speed and direction, as well as the rectangular components and reports them to the data logging system.

### Features/Benefits

- Solid State Wind Speed and Direction
- Patented Technology
- MTBF of 26 Years
- No Regular Maintenance Required

### Two Models

The WAS425 is available in two models: Standard and Heated. The heated model has thermostatically controlled heaters in the transducer heads to prevent freezing rain or snow to build up. The heaters require 36-volt power, which is available as a power supply kit that can be mounted into any rain-tight enclosure. Analog and RS-232 outputs are available in the WAS425A and WAS425AH models.



# Technical Data

Type	Ultrasonic 100 kHz. Fully compensated over temperature, humidity and altitude
Range	Operating: 0-65 m/s (0-144 m.p.h.; 0-125 knots) Survival (tested) 0-129 m/s (0-288 m.p.h.; 0-250 knots)
<b>Response Characteristics</b>	
Maximum Reading Rate:	1 per second
Sonic Measurement Time:	0.2 second
Signal Processing Time:	0.15 second
Response Time:	0.35 second
<b>Accuracy</b>	
Wind Speed	± 0.135 m/s (0.3 m.p.h.; 0.26 knots) or ± 3% of reading, whichever is greater, up to 144 m.p.h.
Wind Direction	± 2 degrees (at wind speeds over 1 m/s) Additional error of -2° for analog output only when reference voltage is more than 4V and angle is more than 291°
<b>Resolution</b>	
Wind Speed	0.1 m/s (0.1 m.p.h.; 0.1 knots, 0.1 km/h)
Wind Direction	1 °
Power	10 to 15 VDC Operating: 12 mA (analog) Heater (WAS425AH): 36 VDC, ±10%, 0.7 A
Starting Threshold	Virtually zero
Delay Distance	Virtually zero
Dead Band Wind Direction	None

Output	Four different message formats, either polled or regular transmission. Bitrate adjustable from 1200 to 19200 bits/s.
RS-232, RS-422; RS-485	

**Analog Wind Speed**

Frequency:	5 Hz/m.p.h.; 0 to 625 Hz represents 0 to 125 m.p.h.
Voltage:	8.0 mV/m.p.h.; 0 to 1.0 V represents 0 to 125 m.p.h.
Output Impedance:	10 kΩ

**Analog Wind Direction**

Simulated Potentiometer:	0 to Vref represents 0 to 359°
Reference Voltage:	1.0 to 5.0 V
Output Impedance:	24 kΩ
Available Averages	RS-232: 1 to 9 seconds

Operating Temperature	425A: -40° to +50° C , 425AH: -55° to +55° C
-----------------------	--

Dimensions and weight	11 W X 9.5 D X 21 H (inches), 27.94 X 24.3 X 53.34 (cm) Sensor only: 2.92 lbs (1.32 kg), with shipping carton: 7 lbs (3.17 kg)
-----------------------	---

Material	Sensor Arms: 316 Stainless Steel Sensor Body: 6061-T6 Anodized Aluminum Transducer Heads: Silicone Rubber and PVC
----------	---

Traceability	The fundamental calibration constant used in the WAS425 Series was determined in a wind tunnel with an NIST traceable pressure sensor with pitot tube
--------------	---

Calibration	The WAS425 Series sensors require no calibration adjustments
-------------	--

Verification	The sensor geometry can be verified by physical measurement between transducers
--------------	---

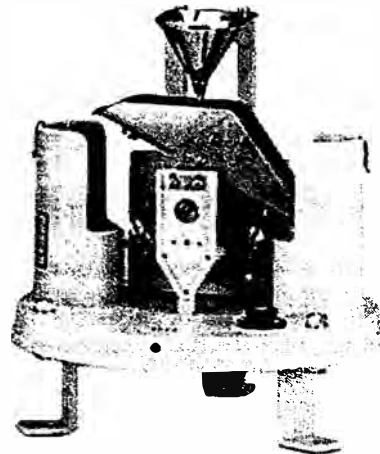
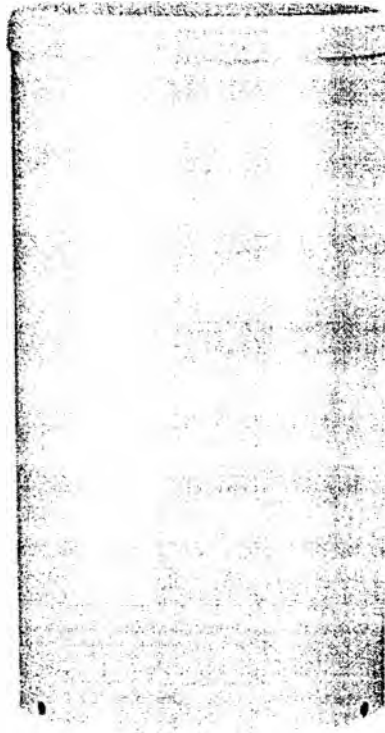
**APÉNDICE F:**  
**HOJA TÉCNICA DEL PLUVIÓMETRO**





# Model 444A Precipitation Sensor™

- **Unlimited Capacity**
- **Bubble Level Included**
- **8-inch Diameter Funnel**
- **Screen Protection from Falling Debris**



## Measures liquid precipitation in .01-inch increments.

The 444A Rain Gauge Tipping Bucket is composed of a funnel and tipping mechanism that measures liquid precipitation in 0.01-inch increments. Water is collected through an 8-inch diameter funnel and then directed to a tipping mechanism adjusted to tip and dump when 0.01 inches of water is collected. With each tip of the bucket, a magnet passes over a reed switch, which causes a momentary contact closure. The contact closure is counted by the circuitry in a data collection platform.

The tip also causes a second bucket to come into position below the funnel, ready to be filled and repeat the cycle. Measured precipitation is discharged through drain tubes at the base of the gauge.

The 444A Tipping Bucket requires signal interface cables. Available options include a pedestal and hardware mounting kit, grounding kit and refurbishment kits.

## Technical Data

## Model 444A Precipitation Sensor™

### Product Specifications

<b>Catch Bucket:</b>	Polycarbonate
<b>Event Resolution:</b>	0.01 in (0.25 mm)
<b>Accuracy</b>	
<b>Less than 1 in/hr of rain:</b>	
< ±0.02 in (less than 25 mm/hr: < ±0.5 mm)	
<b>More than 1 in/hr of rain:</b>	
< ±2% of FS (more than 25 mm/hr: < ±2% of FS)	
<b>Contact Closure:</b>	
Reed switch operated by magnet	
<b>Output:</b>	
Momentary switch closure (pulse length more than 0.1 sec)	
1 pulse/.01 (0.25mm) in of rain	

<b>Material:</b>	
<b>Catch Bucket:</b>	Polycarbonate
<b>Internal Funnel:</b>	Aluminum
<b>Bucket Mechanism Bearings:</b>	Sapphire
<b>Bearing Support:</b>	Polycarbonate
<b>Gauge Orifice Diameter:</b>	8 in (20.0 cm)
<b>Gauge Height:</b>	17 in (43.1 cm)
<b>Gauge Weight:</b>	444A: 8.6 lbs (3.9 kg)
<b>Mounting:</b>	Three pre-drilled feet

### Ordering Information

444A	Precipitation Sensor
------	----------------------

#### Interface Cable Required. Choose One:

##### Cable without conduit

570-3711NP	Cable Assy, Tipping Bucket to crimped pin termination, 11', no conduit, 555A/C
570-379XNP	Cable Assy, Tipping Bucket to crimped pin termination, 50' max, no conduit, 555A/C
530-3711N	Cable Assy, TB to 3 pin MS conn, 11' no conduit, 555B
555-3116	Cable Assy, Tipping Bucket to crimped pin termination, 11', teflon, 555A/C

##### Cable with conduit

530-3711	Cable Assy, TB to 3 pin MS conn, 11' w/conduit, 555B
530-37XX*	Cable Assy, TB to 3 pin MS conn, 50' max, w/conduit, 555B

#### Options

444-1	Pedestal Hardware Mounting Kit
444-2	Hardware/Earth Grounding Kit, for stand-alone sensor
444-8002	Pedestal, Rain Gauge, 4'
444A-4001	Refurbishment Kit

\*Specify if extra length is necessary



VAISALA Inc.  
Handar Business Unit  
1288 Reamwood Ave.  
Sunnyvale, CA 94089-2233  
USA  
Phone: +1 408 734 9640  
Telefax: +1 408 734 0655

VAISALA Inc.  
100 Commerce Way  
Woburn, MA 01801-1068  
USA  
Phone: +1 781 933 4500  
Telefax: +1 781 933 8029

Specifications are subject to change without notice.

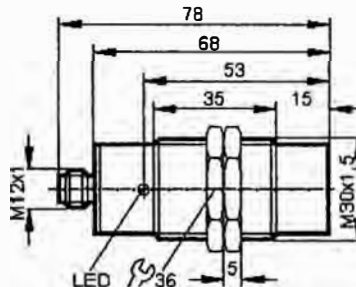
**APÉNDICE G:**

**HOJA TÉCNICA DEL SENSOR DE INTRUSISMO**

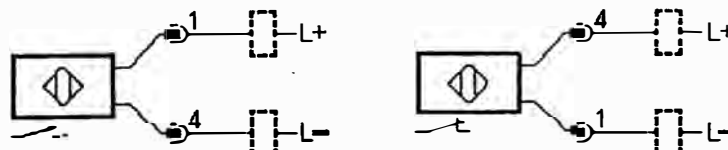
## II5733

IIA2015-FRKG/4/US  
Rosca metálica M30 x 1,5  
Conexión por conector

Alcance 15mm [nb]  
no enrasable



Tecnología	DC PNP/NPN
Salida	normalmente abierto / normalmente cerrado programable
Tensión de alimentación [V]	10...55 DC
Corriente de salida [mA]	400
Corriente de salida mínima [mA]	4
Prot.: corto-circuitos	•
Prot.: inv. de pol. / Prot.: inv. de sobrecargas	•/•
Caída de tensión [V]	< 4,6
Consumo [mA]	< 0,8
Alcance real [mm]	15 ± 10 %
Alcance de trabajo [mm]	0...12,1
Derivation d. punto d. conmutación [% / Sr]	-10...10
Histeresis [% / Sr]	3...15
Frecuencia de conmutación [Hz]	200
Factores de corrección	acero = 1 / V2A (303) aprox. 0,7 / latón aprox. 0,5 / aluminio aprox. 0,4 / cobre aprox. 0,3
Temperatura ambiente [°C]	-25...80
Protección	IP 67
CEM	EN 60947-5-2; EN 55011 clase B
Materiales del aparato	V4A (316 Ti) material no. 1.4571 cara activa: PBTP
Visualización	
Estatos de conmutación LED	rojo
Conexión	conector M12 con contactos dorados
Esquema de conexión	



### Accesorios (incluidos)

ifm electronic gmbh · Teichstraße 4 · D-45127 Essen

### 2 tuercas de fijación

— Nos reservamos el derecho de modificar características técnicas sin previo aviso! — MX - II5733 —  
06.03.2003

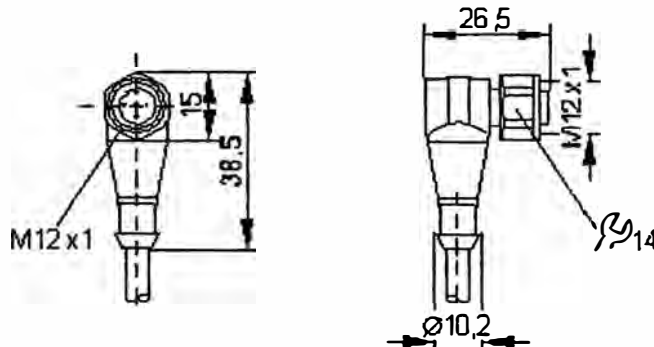
Accesorios

**E10700**

Conector  
ifm electronic

Para sensores con  
conector M12

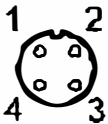
Libre de siliconas  
Contactos dorados



Tecnología	AC / DC
Tensión de alimentación [V]	250 AC / 300 DC
Corriente de salida [A]	4
Versión	angulado
Temperatura ambiente [°C]	-25...100
Protección	IP 68 / IP 69 K
Material cuerpo	PVC
Material anillo moleteado	V4A (316 Ti) material no. 1.4404/X6
Par de apriete para el tuerca [Nm]	0,7...0,9
Conexionado	cable PVC / 5 m 4 x 0,34 mm <sup>2</sup> (42 x Ø 0,1 mm); Ø 5,3 mm
Color de recubrimiento	naranja
Esquema de conexionado	

Color de los hilos

- BK negro
- BN marrón
- BU azul
- WH blanco



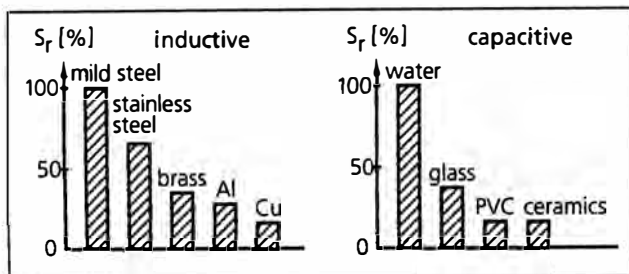
1	BN
2	WH
3	BU
4	BK



**efector 100**

Inductive and capacitive proximity switches

Correction factors



Configuration of cables and connectors

Colours: BK: black, BN: brown, BU: blue, WH: white

Standard configuration for 3-wire DC

	Cable	Terminal chamber	US-100-plug
L+	BN	1/3	pin 1/BN
L-	BU	2/4	pin 3/BU
Output	BK	X	pin 2/WH pin 4/BK

2-wire quadronorm units

	Cable	Terminal chamber	US-100-plug
	WH	-	1/4
	BK	-	1/4

Pin configuration of the US-100 connectors (view onto the plug at the unit)



For the cable and the pin configuration as well as the unit data of special versions please refer to the wiring diagrams in our efector 100 main catalogue or on our website.

By the way...

This info card is to be regarded as a supplement to the main position sensors catalogue and to the individual data sheets.

For further information and contact addresses please visit our homepage at [www.ifm-electronic.com](http://www.ifm-electronic.com).



**efector 100**

Inductive and capacitive proximity switches

Important terms

Active Zone / Active face	Area over the sensing face in which the proximity switch reacts to the approach of the target.
Output function	<p><i>Normally open:</i> Object within the active zone – output switched.</p> <p><i>Normally closed:</i> Object within the active zone – output blocked.</p> <p><i>Programmable:</i> Choice between normally closed or normally open.</p> <p><i>Positive switching:</i> Positive output signal (to L-).</p> <p><i>Negative switching:</i> Negative output signal (to L+)</p>
Power-on delay time	The time the proximity switch needs to be ready for operation after application of the operating voltage (in the millisecond range).
Hysteresis	The difference between the switch-on and the switch-off point.
Leakage current	Current for the internal supply of 2-wire units, also flows through the load when the output is unswitched.
Current consumption	Current for the internal supply of 3-wire DC units.
Switch point drift	The shifting of the switch point owing to changes in the ambient temperature.
Short circuit protection	ifm proximity switches which are protected against excessive current by means of a pulsed short-circuit protection. The inrush current of incandescent lamps, electronic relays and low resistance loads may cause this protection to cut in and turn the switch off!
Operating voltage	The voltage range in which the proximity switch functions safely. A stabilised and smoothed direct voltage should be used! Take into account residual ripple!
Switching time	(Switching frequency to EN 50010): Damping with standard target (mild steel) at half nominal sensing range. The damped - undamped ratio is 1:2.
Sensing range	<p><i>Capacitive:</i> The optimum sensing range is obtained with a grounded medium.</p> <p><i>Inductive:</i></p>
Nominal sensing range $s_n$ : design range of the unit	
Real sensing range $s_r$ : between 90% and 110% of $s_n$	
Useful sensing range $s$ : between 90% and 110% of $s_r$	
Operating distance $s_a$ : safe switching	

# Info card

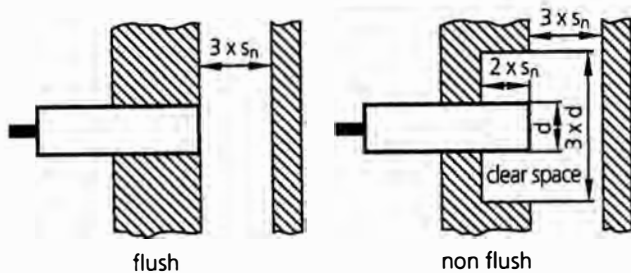


**efector**

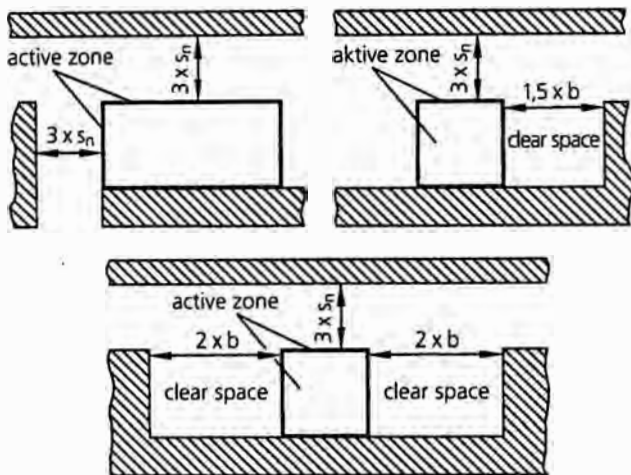
Inductive and capacitive proximity switches

## Tips on flush and non-flush mounting in metal

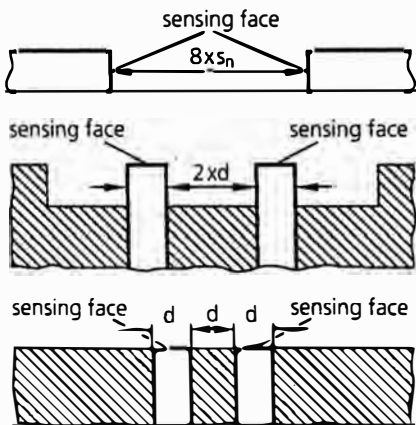
### Mounting instructions cylindrical designs



### Mounting instructions rectangular designs

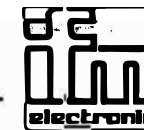


When mounting units of the same type, certain minimum distances have to be adhered to if the units are mounted opposite each other or in parallel.  
- applies to cylindrical and rectangular proximity switches



! If non-flush mountable units are mounted flush the device will be permanently switched !

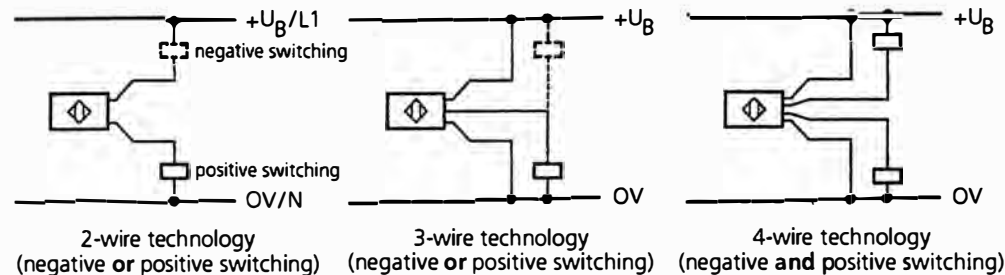
# Info card



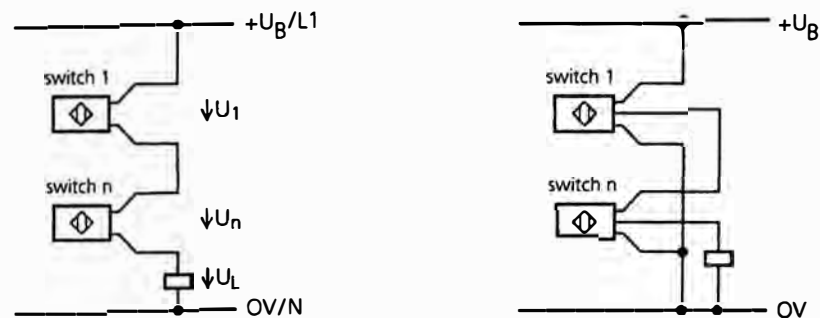
**efector**

Inductive and capacitive proximity switches

## Connection systems



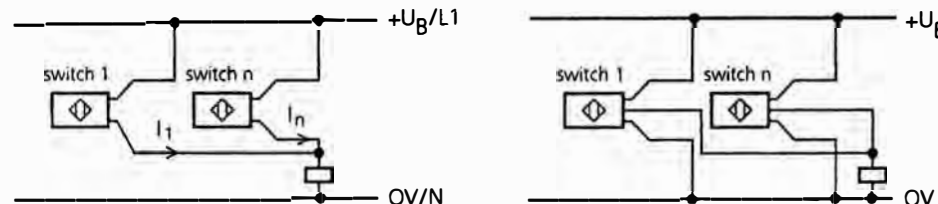
## Series connection



**Series connection of 2-wire units**  
Maximum of 3 units, however not recommended! Voltage drops add up, the load is provided with less voltage.

**Series connection of 3-wire units**  
Maximum of 10 units, each switch must switch the current consumption of the subsequent units in addition to the load current. The power-on delay times add up!

## Parallel connection



**Parallel connection 2-wire units**  
Maximum of 10 units, the leakage currents of all non-switched units add up. This sum of the leakage currents must be clearly below the holding current of the load.

**Parallel connection 3-wire units**  
Maximum of 30 units, the current consumption of all non-switched units adds up. The units can be used in combination with mechanical switches.

**APÉNDICE H:**  
**HOJA TÉCNICA DEL PANEL SOLAR**



Módulo fotovoltaico monocristalino  
de alta eficiencia de 85 W

El módulo fotovoltaico BP 585 utiliza la tecnología de proceso de células láser líder en el mundo de la producción de módulos fotovoltaicos a gran escala con eficacia excepcional. Sus células monocristalinas con estructura de contactos enterrados proporcionan una actuación energética de 85 vatios de energía nominal máxima y 12 voltios de salida nominal, para cargas de corriente continua o en sistemas equipados con inversor de corriente alterna. La alta eficacia del módulo BP 585 es particularmente apropiada para aplicaciones que necesitan la mayor generación de energía posible de un grupo limitado y para climas pobres en luz solar. Las aplicaciones incluyen sistemas de tejados comerciales y residenciales con toma a tierra, fachadas de edificios, sistemas de generación distribuida, sistemas de telecomunicaciones, bombeo de agua e irrigación, protección catódica, casas remotas y señalización terrestre para la navegación. Estos módulos utilizan nuestro Marco Universal, el más resistente de la industria.

Las versiones disponibles incluyen:

BP 585S – Módulo enmarcado con cables de salida y conectores polarizados.

BP 585L – Versión laminada del BP 585S sin marco.

BP 585U – Módulo enmarcado con una caja de conexiones de alto volumen Tipo A.

BP 585W – Módulo enmarcado con una caja de conexiones Tipo B.

## Materiales Probados y Construcción

La experiencia de 25 años de BP Solar en este campo está presente en cada aspecto de la construcción de este módulo y en sus materiales:

- El proceso y el diseño del láser minimiza la degradación de las células frontales y maximiza la eficacia.
- Las células están laminadas entre capas de etileno acetato de vinilo (EVA) y vidrio templado de 3mm con un contenido mínimo de óxido de hierro y elevada transmisividad.
- La resistencia del marco sobrepasa los requisitos de agencias tituladas.

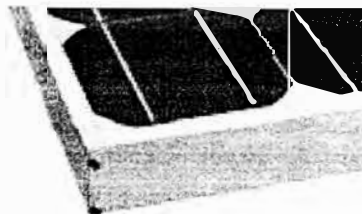


## Conectores de Corriente Continua

### Opciones de Salida

El BP 585 se ofrece con tres opciones de salida: cables equipados con conector y dos tipos de cajas de conexiones.

La salida del BP 585S y del BP 585L es a través de cables de salida de carga pesada (3 3mm<sup>2</sup>/AWG#12) con conectores polarizados impermeabilizados de CC que proporcionan conexiones fiables de baja resistencia, eliminando los errores de cableado y agilizando la instalación.



## Marco Universal Transparente Anodizado

Cables asimétricos permiten la colocación de los módulos en grupos lado a lado o extremo a extremo.

La salida del BP 585U es a través de nuestra caja de conexiones Tipo A. Esta caja de conexiones está sellada (porcentaje IP54) y acepta cables de accesorios eléctricos o conductos nominales PG13.5 o de media pulgada. Su volumen (441 centímetros cúbicos, 25 pulgadas cúbicas) y un bloque de conexión de seis terminales permiten a la mayoría de los sistemas de conexión de grupos (colocando módulos en serie o paralelos) el ajuste en la caja de empalmes.

Las opciones incluyen:

- Bloque terminal de gran tamaño con conductores aceptados de hasta 25mm<sup>2</sup> (AWG#4), terminales estándar aceptados de hasta 6mm<sup>2</sup> (AWG#10);
- Regulador de carga Solarstate™.

La salida del BP 585H es a través de nuestra caja de conexiones Tipo B. Esta caja de conexiones está sellada (porcentaje de IP65), y presenta una práctica tapa atornillada. Está equipada con terminales de tornillo y ofrece las mismas posibilidades de cableado que la caja de conexiones Tipo A. Están incluidos dos conexiones que aceptan cable con un diámetro entre 6 y 12mm con cada módulo BP 585H.



## BP 585

### Garantías Limitadas

- Potencia de salida durante 25 años
- Libre de defectos en materiales y mano de obra durante 5 años

Consulte nuestra web o a nuestro distribuidor local para conocer los términos completos de estas garantías.



## Calidad y Seguridad

El BP 585 está fabricado en fábricas homologadas con ISO 9001. Las siguientes estándares han sido otorgadas para el BP 585S, el BP 585U y el BP 585H.

- Certificación por TÜV Rheinland como equipos de clase II para uso en sistemas con voltaje de hasta 1000VCD;
- Listados por Underwriters Laboratories de seguridad eléctrica e incendios (Clase C contra incendios);
- Son conformes a las Directivas de la C.E. 89/33/EEC, 73/23/EEC y 93/68/EEC;
- Cumplen con los requerimientos de IEC 61215 e incluyen:
  - Ciclado repetitivo entre -40°C y 85°C a un 85% de humedad relativa;

- Impacto simulado de 25mm de diámetro (una pulgada) de granizo a la velocidad final;
- Prueba de calor húmedo (damp heat) consistente en 1000 horas de exposición a 85°C y 85% de humedad relativa.
- Carga estática delantera y trasera de 2400Pa (50psf); carga frontal (por ejemplo de nieve) de 5400 pa (113 psf).

El BP 585L está listado por los Underwriters Laboratories para seguridad eléctrica y a incendios (Clase C contra incendios). El BP 585U está aprobado por la Factory Mutual Research para su aplicación en NEC Clase 1, División 2, Grupos C y D de localizaciones peligrosas.

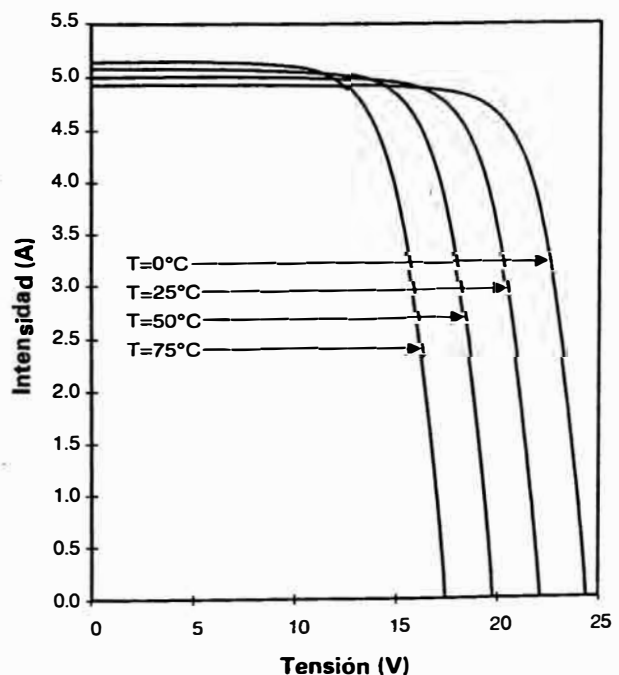
## Características Eléctricas<sup>1</sup>

	BP 585	BP 580 <sup>4</sup>
Potencia máxima <sup>2</sup> ( $P_{max}$ )	85W	80W
Tensión de $P_{max}$ ( $V_{mp}$ )	18.0V	18.0V
Intensidad de $P_{max}$ ( $I_{mp}$ )	4.72A	4.44A
$P_{max}$ mínima garantizada	80.8W	76W
Corriente de cortocircuito ( $I_{sc}$ )	5.0A	4.7A
Tensión a circuito abierto ( $V_{oc}$ )	22.1V	22.0V
Coefficiente de temperatura de $I_{sc}$	(0.065±0.015)%/°C	
Coefficiente de temperatura de $V_{oc}$	-(80±10)mV/°C	
Coefficiente de temperatura de la potencia	-(0.5±0.05)%/°C	
NOCT <sup>3</sup>	47±2°C	
Voltaje máximo del sistema	600V (US NEC Rating) 1000V (TüV Rheinland Rating)	
Valuación de fusión máxima del sistema	20A (modelos U y H) 15A (modelos S y L)	

## Notas

1. Estos datos representan el funcionamiento típico de los módulos BP 580 y BP 585 según sus terminales de salida. La información está basada en mediciones realizadas conforme a ASTM E1036 corregida según SRC (Condiciones de Información Estándar, también conocidas como STC o Condiciones de Prueba Estándar) que son:
  - Iluminación de 1kW/m<sup>2</sup> (un sol) a la distribución espectral de AM 1.5 (ASTM E892 de irradiación espectral global)
  - Temperatura de la célula de 25°C
2. Durante el proceso de estabilización que se produce durante los primeros meses de despliegue, la potencia del módulo puede decrecer aproximadamente el 3% de la  $P_{max}$  típica.
3. Las células de un módulo iluminado operan más calientes que la temperatura ambiente. NOCT (Temperatura nominal de trabajo de la célula) es un indicador de este diferencial de temperatura y es la temperatura de la célula en Condiciones de Trabajo Estándar: temperatura ambiente de 20°C, irradiación solar de 0.8 kW/m<sup>2</sup> y una velocidad de viento de 1 m/s.
4. La energía de las células solares varía en el curso normal de la producción; el BP 580 está ensamblado utilizando células de una energía ligeramente menor a la del BP 585.

Curvas I-V de BP 585



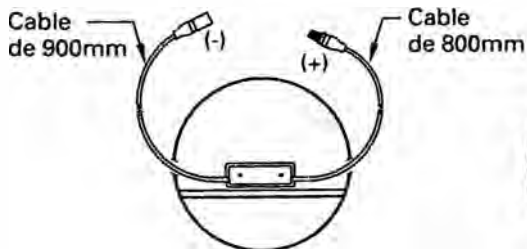
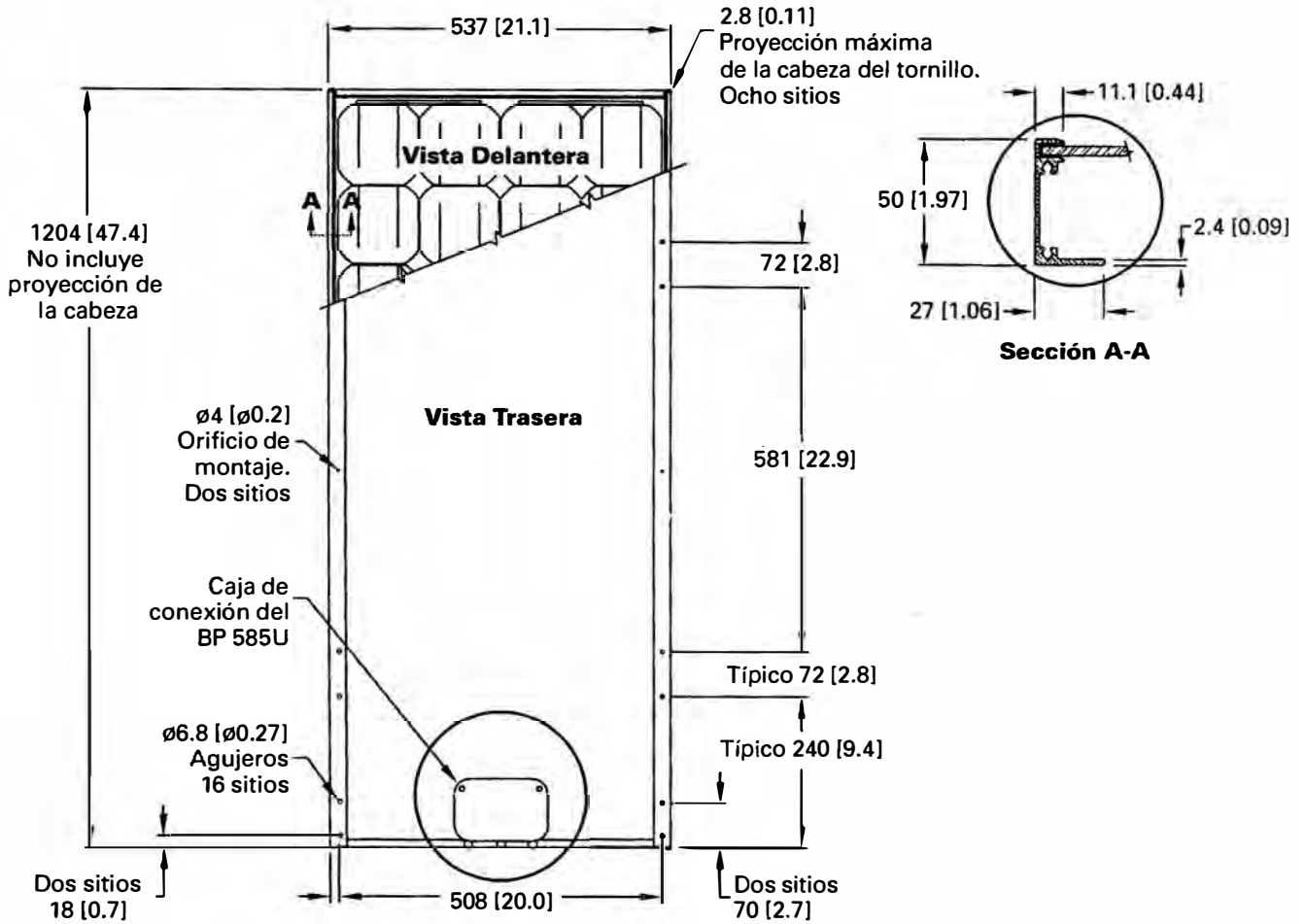
## Características Mecánicas

### Peso

BP 585U, 585S, 585H: 7.7 kg (17 libras)  
 BP 585L: 6.1 kg (13.4 libras)

### Dimensiones

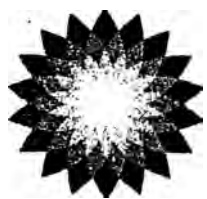
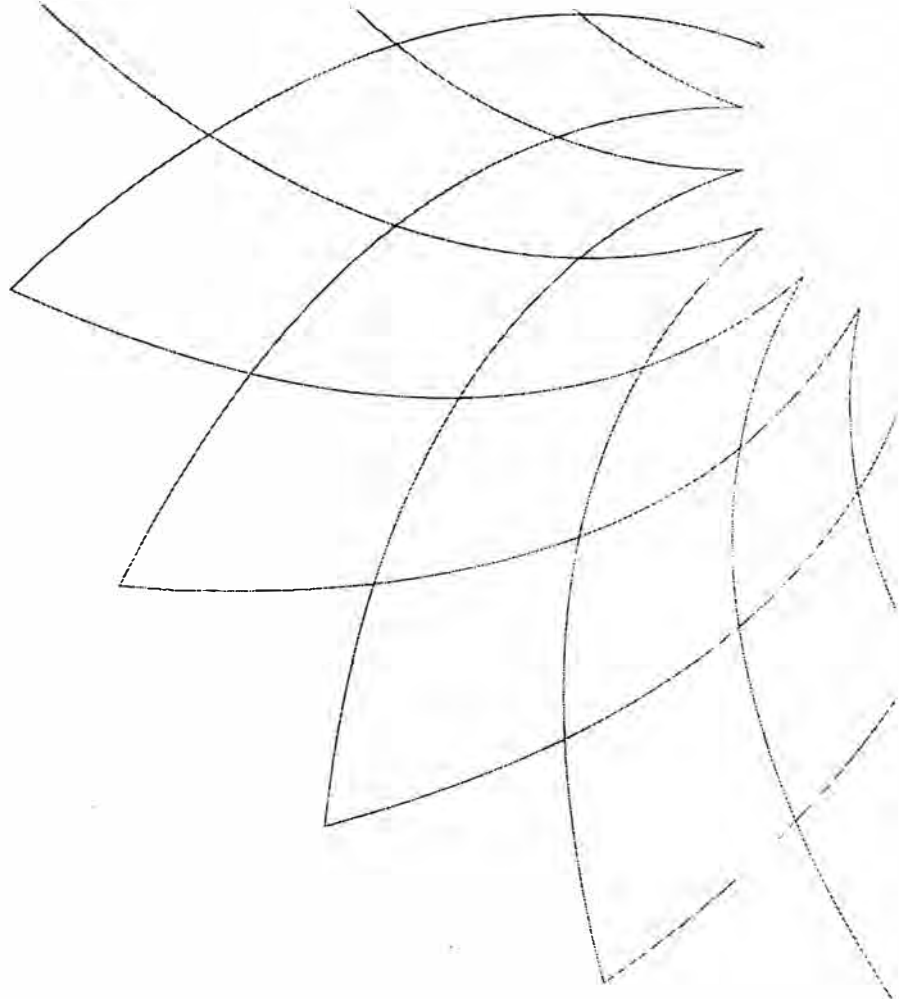
BP 585U, 585S, 585H: Ver plano.  
 BP 585L: 1197 [47.1] x 530 [20.9] x 18 [0.7]  
 Las dimensiones entre paréntesis son en pulgadas.  
 Las que aparecen sin paréntesis son en mm.  
 Las tolerancias globales son  $\pm 3\text{mm}$  (1/8")



Salida  
 BP 585S y BP 585L

Caja de conexión  
 BP 585H

**BP 585**



**bp solar**

Esta publicación resume las especificaciones y la garantía del producto, que están sujetas a cambios sin previo aviso y no deben tomarse como la fuente definitiva de información sobre el diseño final del sistema. Podrá encontrar garantías adicionales e información técnica en nuestra página web **[www.bpsolar.com](http://www.bpsolar.com)** o bien consultando a su proveedor local.



Impreso en papel reciclado con tintas de origen vegetal.

**APÉNDICE I:**  
**CÁLCULO DEL CONSUMO DE ENERGÍA DEL SISTEMA**

## 1. Objeto

El objeto del presente documento es detallar los cálculos justificativos del sistema de alimentación solar dentro del Proyecto Sistema Hidrometeorológico del Complejo Hidroeléctrico Mantaro.

## 2. Alcance

El objeto de este documento alcanza al conjunto de estaciones hidrometeorológicas que van a ser alimentadas por energía solar.

## 3. Estaciones Hidrometeorológicas

La red de estaciones hidrometeorológicas consta de 26 estaciones. Entre estas estaciones se tienen estaciones meteorológicas, hidrométricas y pluviométricas, así como combinaciones de ellas. Se distribuyen de la siguiente forma:

### **Estaciones Meteorológicas (10 Estaciones):**

Dentro de las estaciones Meteorológicas tendremos estaciones de dos tipos:

#### **Tipo M1:**

- Yauricocha
- Hayarragra
- Señal Juni
- Chicche
- Chilicocha
- Mantaro

- Mejorada

**Tipo M2:**

- Huichicocha
- Junin
- Tambo del sol

**Estaciones de Precipitación (7 Estaciones)**

- Chichicocha
- Huaytapallana
- Hueghue
- Yauli
- Ondores
- Suitocancha
- Vichecocha

**Estaciones Hidrométricas (4 Estaciones)**

- Chinchi
- Huari
- Moya-Quillon
- Chupuro

**Estaciones Meteorológicas+Hidrométricas (1 Estación)**

- Upamayo

**Estaciones de Precipitación+Hidrométricas (4 Estaciones)**

- Angasmayo
- Pachacayo

- Puente Chulec
- Puente Stuart

Cada una de las 26 estaciones hidrometeorológicas está formada por los siguientes elementos:

- Adquisidor de Datos
- Sensores
- Sistema de Alimentación
- Sistema de Comunicación por GOES

En las siguientes líneas se detallan las características particulares de los equipos que se instalan en este proyecto para cada elemento.

**a. Equipo Adquisidor de Datos (28.03.03)**

Las estaciones hidrometeorológicas están gobernadas por el adquisidor de datos 555ES de Vaisala. Este equipo se encarga de la alimentación de todos aquellos sensores que lo necesiten. Para ello disponen de dos switches que permiten, tras configuración a través del software, poder gestionar de forma óptima la energía disponible alimentando a los sensores sólo en el momento en el que se tenga previsto tomar la medida.



Se utilizará el primer canal para aquellos sensores cuyo tiempo de muestreo o scan sea más corto y el segundo canal para los que no necesiten un tiempo de muestreo tan crítico.

El tiempo que cada interruptor, que controla la alimentación de los equipos, está cerrado, es aproximadamente 2 segundos. Este tiempo es suficiente, según las características técnicas, para que cada sensor pueda estabilizar su medida y ser ésta leída por el adquisidor.

En la tabla adjunta se indica la frecuencia de muestreo de cada uno de los sensores previstos.

Medida	Marca	Tiempo de Muestreo
Viento	Vaisala	10 seg.
T&H	Vaisala	1 min.
Evaporímetro	Pepperl+Fuch	1 min.
Pluviómetro	Vaisala	Por evento
Nivel Piezorresistivo	Druck	1 min.
Nivel Radar	Endress	

**b. Equipos de Comunicación**

El transmisor GOES, HDR1200 de Vaisala, puede funcionar en dos modalidades, por ventana de tiempo fija o por eventos. El sistema de alimentación solar comunica por ventana de transmisión de quince segundos de duración cada hora.

**c. Cálculo del Sistema de Alimentación (28.03.03)**

Todo sistema de alimentación estará formado por un elemento generador de energía y otro de respaldo.

Debido a la ubicación geográfica de los puntos de control, el sistema común de alimentación eléctrica será por placas solares. El sistema de respaldo de energía estará formado por baterías.

El dimensionamiento de las placas solares depende de la carga que debemos alimentar y de las condiciones del lugar en donde se instalan los equipos en cuanto a radiación solar. En particular se toma como referencia la carga media diaria en amperios-hora y la máxima puntual, así como el mes más desfavorable en cuanto a horas de sol.

Las baterías de respaldo se dimensionan teniendo en cuenta, como en el caso de las placas solares, la carga a alimentar y además el número de días de autonomía del sistema para condiciones de nula generación eléctrica (condiciones atmosféricas adversas o pérdida de alimentación de red).

Con ello se asegura que, para las condiciones generales supuestas, nuestros equipos estarán alimentados permanentemente.

Para la realización del cálculo de consumo de los equipos necesitamos conocer los requerimientos de cada uno de los equipos así como la forma en la que van a trabajar que ya ha sido comentado en apartados anteriores.

Todas las estaciones que comprenden la red de estaciones hidrometeorológicas tienen el siguiente alcance de placas solares:

- **Equipos Adquisidores**

El consumo del adquisidor de datos 555ES, de Vaisala, resulta de la siguiente suma:

$$E = E_q + E_{sc}$$

Donde:

E: energía total consumida en amperios-hora/día

$E_q$ : energía consumida por el adquisidor cuando está encendido pero inactivo en amperios-hora/día.

$E_{sc}$ : energía consumida por el adquisidor durante los procesos de muestreo de sensores y procesamientos de datos en amperios-hora/día.

La corriente instantánea consumida por el adquisidor cuando se encuentra inactivo es de 0.25 mA.

La corriente consumida por el adquisidor durante el proceso de muestreo de sensores y procesamiento de datos es de 50 mA. El adquisidor está activo durante

este proceso menos de un segundo pero tomaremos como medida conservadora el valor de un segundo.

Esta energía es independiente del número de sensores que se estén muestreando y procesando durante un scan. Un aspecto a tener en cuenta es el funcionamiento del pluviómetro. Este equipo es muestreado cuando se produce un evento en el sensor, es decir, cuando se produce un pulso en el mismo. Por tanto se produce un scan exclusivamente para este equipo cuyo consumo debería ser sumado al del resto de sensores. No obstante, valorando los datos normales de precipitación y por tanto de eventos del sensor a lo largo de un día, resulta un valor despreciable respecto al muestreo “temporizado”.

Por ello, la energía instantánea equivalente a considerar será de  $50 / T_f$  (sg) mA.

La frecuencia de muestreos, y por tanto el consumo global, depende de la configuración cada estación. Además hay que tener en cuenta que, si se programa para ello, los muestreos de los sensores que tienen frecuencia de 60 segundos coinciden con los de 10 segundos por lo que el número de scans reales son los correspondientes a estos sensores. En función de los distintos tipos de estaciones previstos obtenemos los distintos valores.

En definitiva debemos considerar una potencia consumida media de:

$$(0.25 + 50 / T_f \text{ mA}) \times 12 \text{ Vdc} = 3 + 600 / T_f \text{ mW}$$

- **Sensores**

En la tabla adjunta se indica el consumo en miliamperios cuando está activo (y por tanto máximo) y el correspondiente valor medio. Este último valor resulta de multiplicar el consumo instantáneo cuando el sensor está activo por la razón entre el tiempo que está activo en cada muestreo (dos segundos) y la frecuencia del mismo.

Medida	W	W/freq scan
Viento	0.144	0.288/Tf
F&H	0.240	0.480/Tf
Evaporímetro	0.096	0.192/Tf
Pluviómetro	0.8	1.6/Tf
Nivel Piezorresistivo	0.240	0.480/Tf
Nivel Radar	1	2/Tf

Los sensores de pluviometría, 444A de Vaisala, no necesitan de alimentación eléctrica.

- **Comunicaciones**

El transmisor GOES, HDR1200 de Vaisala, consume durante el proceso de transmisión, según catálogos, 3.5 Amperios (consumo máximo) y 6 mA durante el proceso de espera. Teniendo en cuenta las consideraciones realizadas en el apartado "a", nuestro equipo de comunicación satelital está en transmisión 6 minutos al día y el resto queda a la espera, lo que equivale a un consumo medio:

$$(3500\text{mA} \times 6\text{min} + 6\text{mA} \times 1434\text{min}) / 1440\text{min} = 20.56\text{mA}$$

Al estar alimentado a 12 Vdc, la potencia media consumida es 0.25 W'.

- **Cálculos**

En definitiva, el consumo total por tipos de estaciones es el siguiente:

Equipo	M1		M2		P		H1		H2		MH		HP1		HP2	
	Ts	mW	Ts	mW	Ts	mW	Ts	mW	Ts	mW	Ts	mW	Ts	mW	Ts	mW
Datalogger	10	63	10	63	10	63	10	63	10	63	10	63	10	63	10	63
GOES		250		250		250		250		250		250		250		250
Viento	10	29									10	29				
T&H	60	8	60	8							60	8				
Evaporimetro	60	27									60	27				
Nivel Piezorresistivo							60	8	60	16	60	8	60	8		
Nivel Radar															60	33
Totales:		377		321		313		321		329		385		321		346

Observamos que para las estaciones con adquisidor 555ES de Vaisala, el caso más desfavorable es la estación hidrometeorológica Upamayo con un consumo de 0.346 W de media. A partir de este dato se calculará la placa solar necesaria.

El consumo medio en mAh/día equivale a:

$$0.346 \text{ W} / 12 \text{ Vdc} \times 24 \text{ h/d} = 0.692 \text{ Ah/d.}$$

Incrementando un 15% como margen de seguridad para compensar pérdidas en línea, suciedad de los módulos, rendimiento del inversor, etc., y otro 5% como margen para recarga de batería, tendremos que la carga a alimentar es:

$$3,28 \text{ Ah/día} \times 1.15 \times 1.05 = 0.8356 \text{ Ah/día}$$

Tomando como base los datos obtenidos en el libro "INTERNATIO AL H-WORLD DATABASE", tenemos que para orientación norte y una inclinación de 15° sobre la horizontal. la media de radiación en el mes más desfavorable es de:

5,00 horas de sol pico

Por tanto necesitamos un sistema solar que proporcione una intensidad pico a 12

Vdc de:

$$0.8356 \text{ Ah/día} / 5,00 \text{ horas de sol pico al día} = 0,1671 \text{ A}$$

Todas nuestras instalaciones están proyectadas bajo paneles solares de 75 W, que proporcionan una intensidad a máxima potencia de 4,35 A por lo que el sistema encuentra cubierto totalmente sus necesidades incluidas futuras ampliaciones que pudieran realizarse sobre el mismo.

Para obtener una autonomía de baterías de 7 días en la situación más desfavorable de carga, necesitaríamos una batería que proporcionara:

$$0.692 \text{ Ah/día} \times 7 \text{ días} = 4.844 \text{ Ah}$$

Lo cual confirma que nuestro sistema cumple con esta circunstancia puesto que disponemos de una batería de 26 Ah.

**APÉNDICE J:**  
**HOJA DE REGISTRO DE PRUEBA**



## Hoja de Registro de Pruebas

### 1. Identificación del Proyecto

Ref. Proyecto: AD/4392	División: Medio Ambiente
Nombre del proyecto: Modernización del Sistema Hidrometeorológico y del Sistema de Control de las Lagunas Reguladas del Complejo Hidroeléctrico Mantaro	
Cliente: Electroperú, S.A.	

### 2 – Identificación de la Prueba

Documento Ref.:SA-AD-4392-SAT-001	Apartado:	Nº de prueba:
Denominación:		

### 3 – Resultados Obtenidos

<b>Valoración Final</b>	<u>Modificaciones en la realización de prueba:</u>
<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>	
Pasa No Pasa	<u>Resultado</u>
Nº de IDS:  Nº de IRP:	<u>Observaciones</u>

### 4 – ACEPTACIÓN

<b>SAV</b>	<b>Cliente</b>
(Nombre, fecha y firma)	(Nombre, fecha y firma)

**APÉNDICE K:**  
**INFORME DE DESVIACIÓN**

## Informe de Desviación (IDS)

### 1. Identificación del Proyecto

Ref. Proyecto: AD/4392	Categoría:	Nº IDS:
Nombre del proyecto: Modernización del Sistema Hidrometeorológico y del Sistema de Control de las Lagunas Reguladas del Complejo Hidroeléctrico Mantaro		
Cliente: Electroperú, S.A		

### 2 – Descripción de la Desviación

SAV:	Fecha:	Firma:
Cliente:	Fecha:	Firma:

### 3. Resolución

SAV:	Fecha:	Firma:
Cliente:	Fecha:	Firma:

**PLANOS**

**APÉNDICE L:**  
**HOJA TÉCNICA DE ANTENA YAGI GOES**



## Model 443A Crossed Yagi Antenna™

- GOES Compatible
- Universal Mounting
- Calibrated
- Elevation Setting
- Convenient Breakdown for Shipment



### For Data Transmission via the GOES Satellite

The 443A GOES Crossed Yagi Antenna is a lightweight, all-weather antenna designed to operate in the 401 to 402 MHz frequency range. This antenna radiates right-hand circular polarized energy in a pencil beam pattern with a beam width of approximately 45 degrees measured at the half-power points. The input impedance is 50 ohms,

and the VSWR across the operating frequency range of the antenna is better than 2:1. Antenna gain is approximately 10 dB and is designed to provide optimum signal levels at the GOES satellite when connected to the Handar 10-watt GOES radio transmitter.

## Technical Data

## Model 443A Crossed Yagi Antenna™

### Product Specifications

<b>Frequency:</b>	401.8 MHz
<b>Input Impedance:</b>	50 ohms
<b>S.W.R.:</b>	1.50
<b>Axial Ratio:</b>	4.0 dB
<b>Directivity:</b>	+12.0 dBic
<b>Gain:</b>	+11.0 dBic
<b>Polarization:</b>	R.H.C.
<b>1/2 Power Beam Width:</b>	45°
<b>Connector:</b>	Type "N" Female
<b>Mounting:</b>	2" standard pipe (2.5 in.o.d. max) 5.08 cm standard pipe (6.35 cm o.d. max)
<b>Azimuth Adjustment:</b>	360°
<b>Elevation Adjustment:</b>	1 to 180°

<b>Environmental</b>	
<b>Wind:</b>	100 knots
<b>Ice and Snow:</b>	100 lbs/ft <sup>2</sup> (45.5 kg/30.48 cm <sup>2</sup> )
<b>Rain:</b>	5 in/hr (12.7 cm/hr)
<b>Temperature:</b>	-65 to 65°C
<b>Relative Humidity:</b>	0 to 100%
<b>Altitude:</b>	0 to 20,000 ft (0 to 6 km)
<b>Weight:</b>	7 lbs. (3.2 kg)
<b>Antenna Size, Installed:</b>	10.5" x 10.5" x 43.3" (25.67 cm x 25.67 cm x 110 cm)
<b>Shipping Size:</b>	4" x 4" x 40" (10.16 cm x 10.16 cm x 101.6 cm)

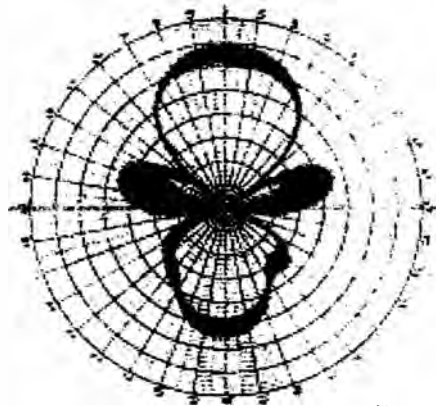
### Ordering Information

#### Crossed Yagi Antenna

443A GOES X-Yagi Antenna

<b>Choose one:</b>	(Specify if extra length is necessary)
524-35XX	Cable, 404 tower, 15 ft., "N" male connector (2), unshielded
530-35XX	Cable, 402/403/404 towers, 15 ft., "N" male connector (2), with aluminum rodent shield
530-3507	Cable, 7 ft., "N" male connector (2), with aluminum rodent shield
530-3507N	Cable, 7 ft., "N" male connector (2), unshielded

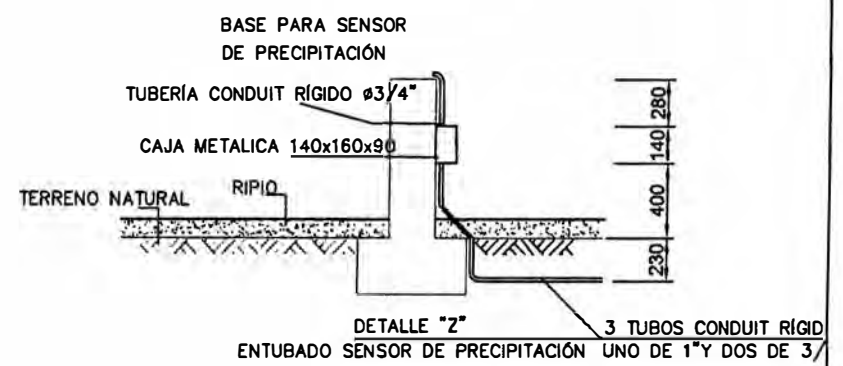
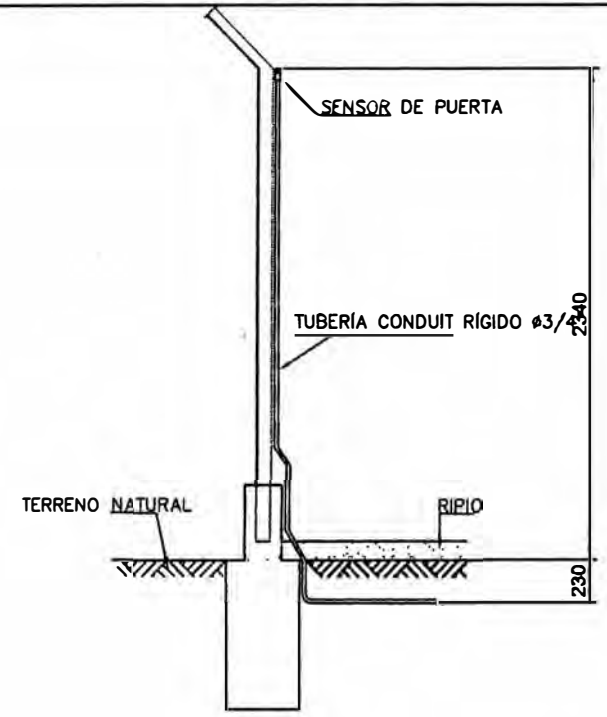
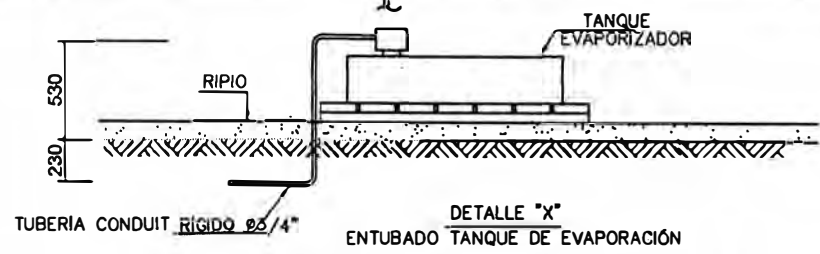
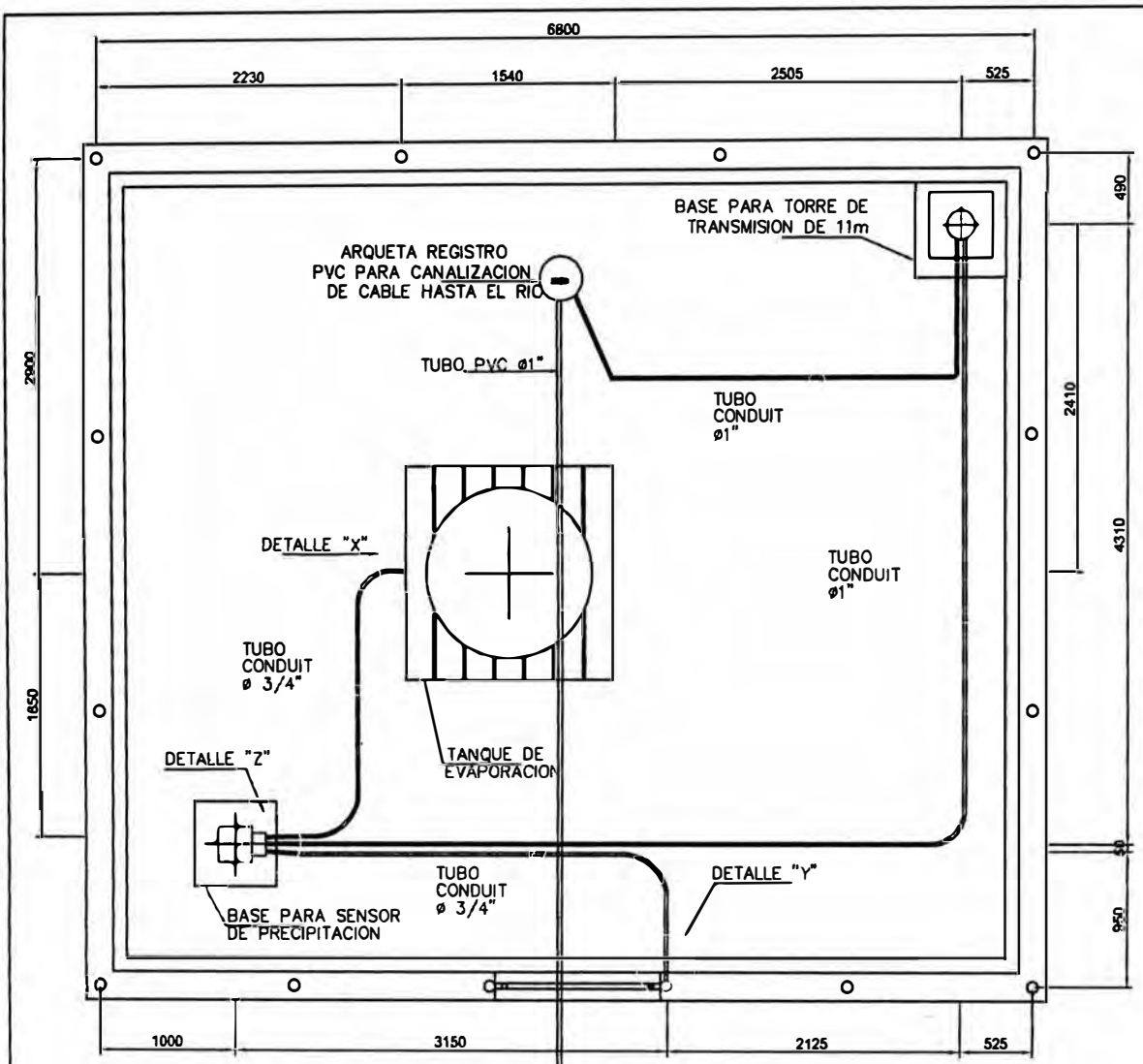
### Antenna Pattern



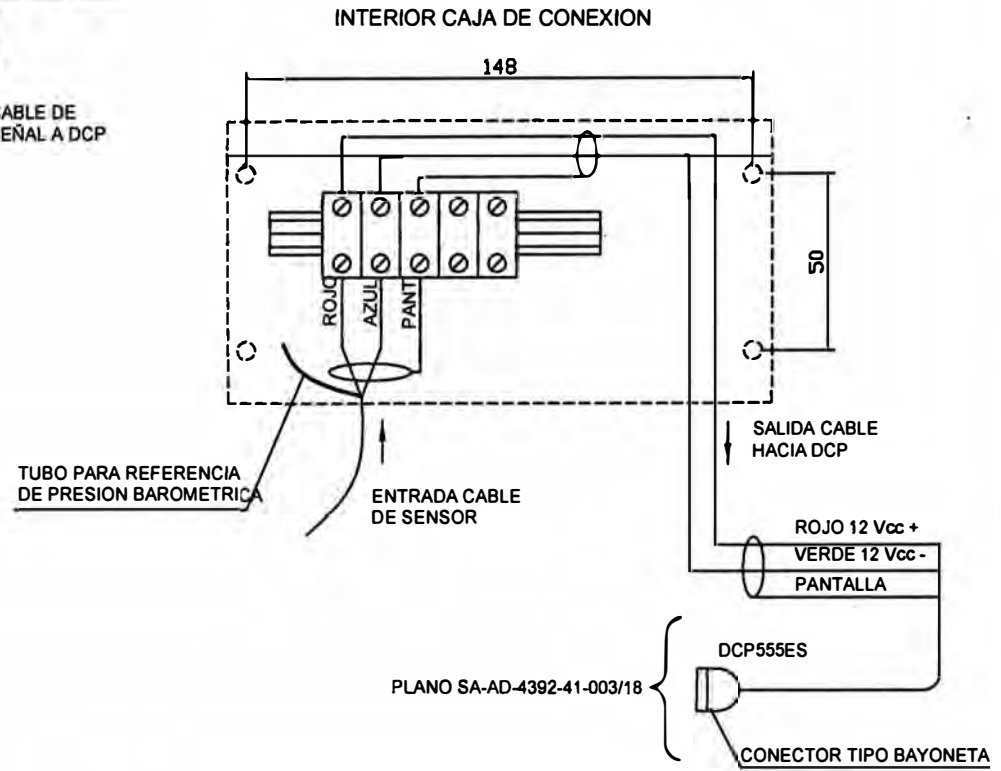
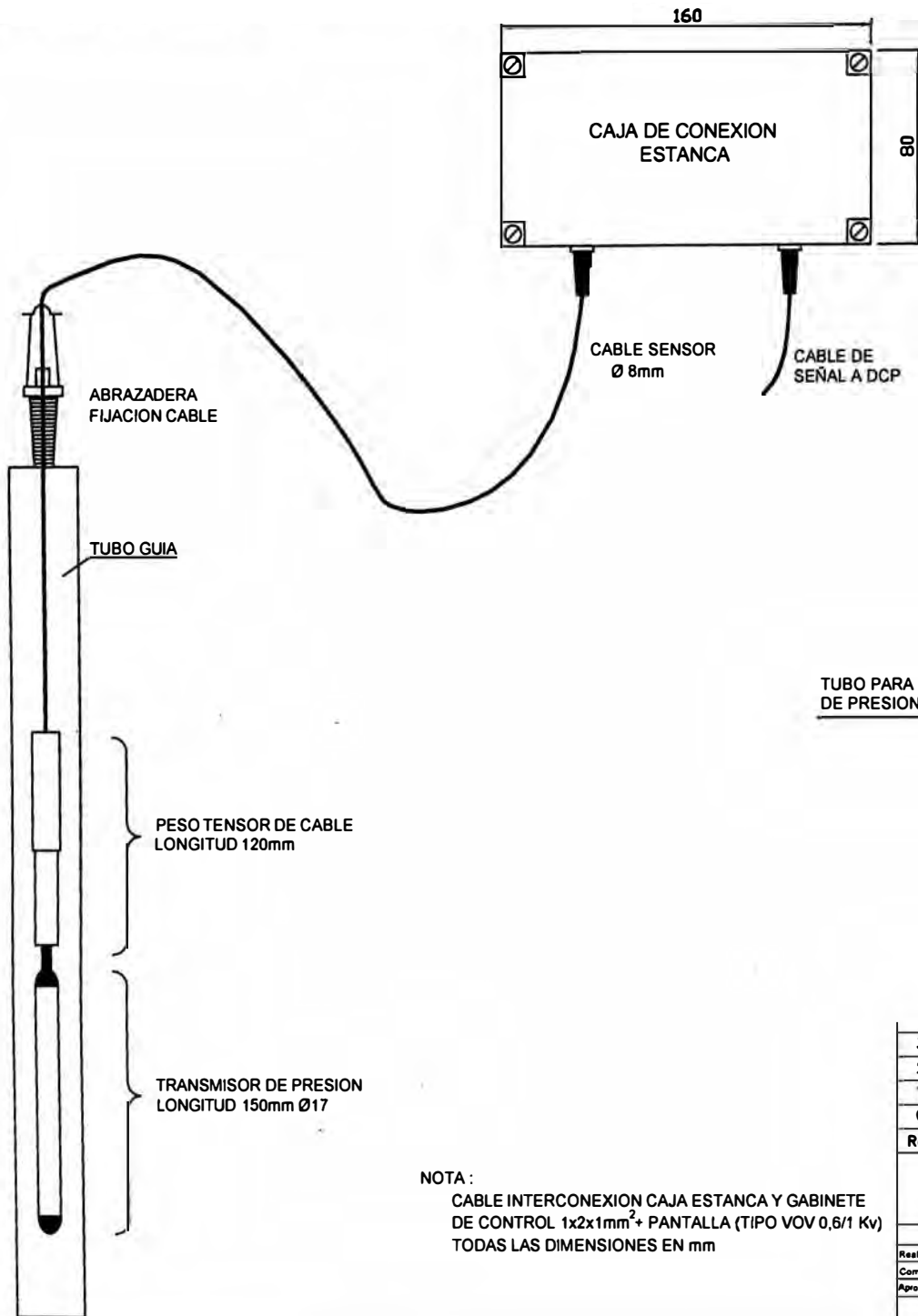
VAISALA Inc.  
Handar Business Unit  
1288 Reamwood Ave.  
Sunnyvale, CA 94089-2233  
USA  
Phone: +1 408 734 9640  
Telefax: +1 408 734 0655

VAISALA Inc.  
100 Commerce Way  
Woburn, MA 01801-1068  
USA  
Phone: +1 781 933 4500  
Telefax: +1 781 933 8029

Specifications are subject to change without notice.



<b>ELECTROPERÚ S.A.</b>		Modernización de Red Hidrometeorológica y Control de Lagunas del C.H. Mantaro
		DETALLE DE INSTALACION DE CONDUITS ESTACION METEOROLOGICA HIDROMETRICA UPAMAYO
<b>CONSORCIO SAINCO-VAISALA</b>		SA-AD-4092-MHUP-ME-001



NOTA:  
 CABLE INTERCONEXION CAJA ESTANCA Y GABINETE DE CONTROL 1x2x1mm<sup>2</sup>+ PANTALLA (TIPO VOV 0,6/1 Kv)  
 TODAS LAS DIMENSIONES EN mm

3					
2	21/10/04	Se cambio tipo de peso tensor de cable, texto de salida de PLC a RBCF		F.S.V	J.P.F.
1	21-01-04	Revisión General		G.F.G.	F.S.V. J.B.C.
0	17-10-03	Edición Original		G.F.G.	F.S.V. J.M.E.
Rev.	Fecha	Modificación		Realizado	Comprobado Aprobado

**Electroperú, S.A.**  
 Sistema Hidrometeorológico y de Regulación de Lagunas de la Cuenca del Río Mantaro

**Transmisor de Nivel por Presión  
 Detalle de Instalación y Cableado**

	Fecha	Nombre	Firma	
Realizado	21-01-04	G. Fernández		
Comprobado	21-01-04	F. Sanchez		
Aprobado	21-01-04	J. Bono		

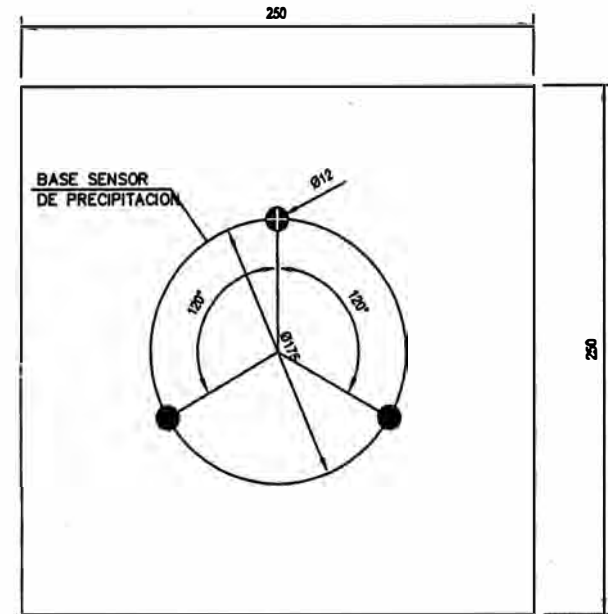
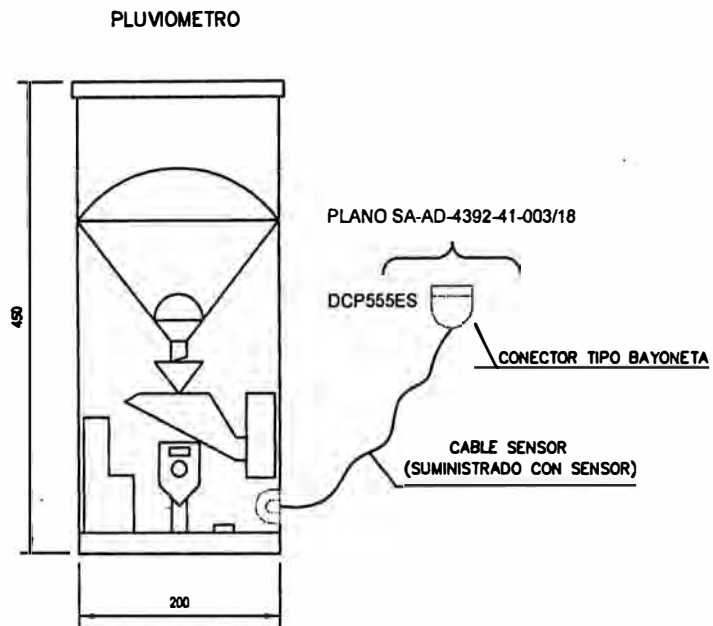
**CONSORCIO SAINCO-VAISALA**

**SA-AD-4392-41-010/18**

ESCALA

HOJA 010      CONT. 011      SA-AD-4392-EF-018-010



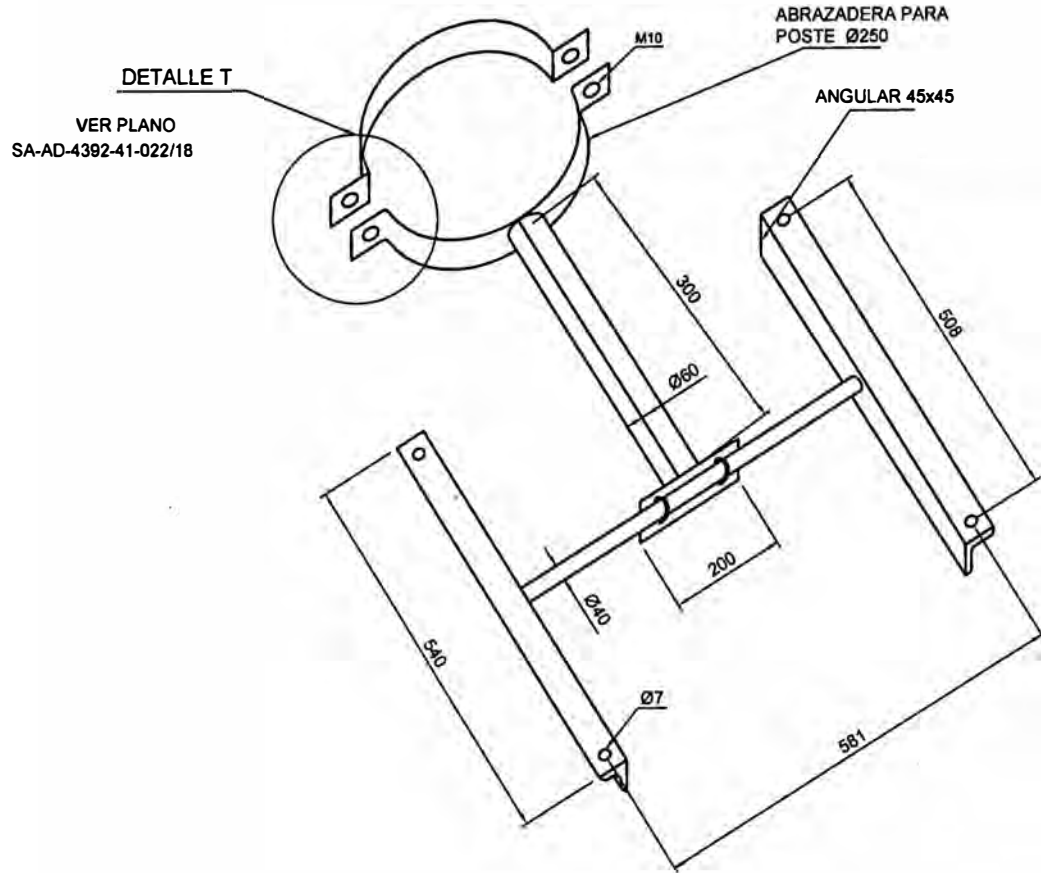


TODAS LAS MEDIDAS EN mm

3					
2	17-09-04	Se elimino sensor de nieve			A.R.R. F.S.V. J.P.F.
1	21-01-04	Revisión General			J.M.R. F.S.V. J.B.C.
0	07-11-03	Edición Original			J.M.R. F.S.V. J.M.E.
Rev.	Fecha	Modificación			Realizado Comprob. Aprobado
<b>Electroperú, S.A.</b>					
Sistema Hidrometeorológico y de Regulación de Lagunas de la Cuenca del Río Mantaro					
	Fecha	Nombre	Firma	Sensor de Precipitación 444A Instalación y Conexionado	
Realizado	21-01-04	J.M. Romero			
Comprob.	21-01-04	F. Sanchez			
Aprobado	21-01-04	J. Bono			
<b>CONSORCIO SAINCO-VAISALA</b>			SA-AD-4392-41-008/18		ESCALA
		HOJA 008	CONT. 009	SA-AD-4392-EF-018-008	

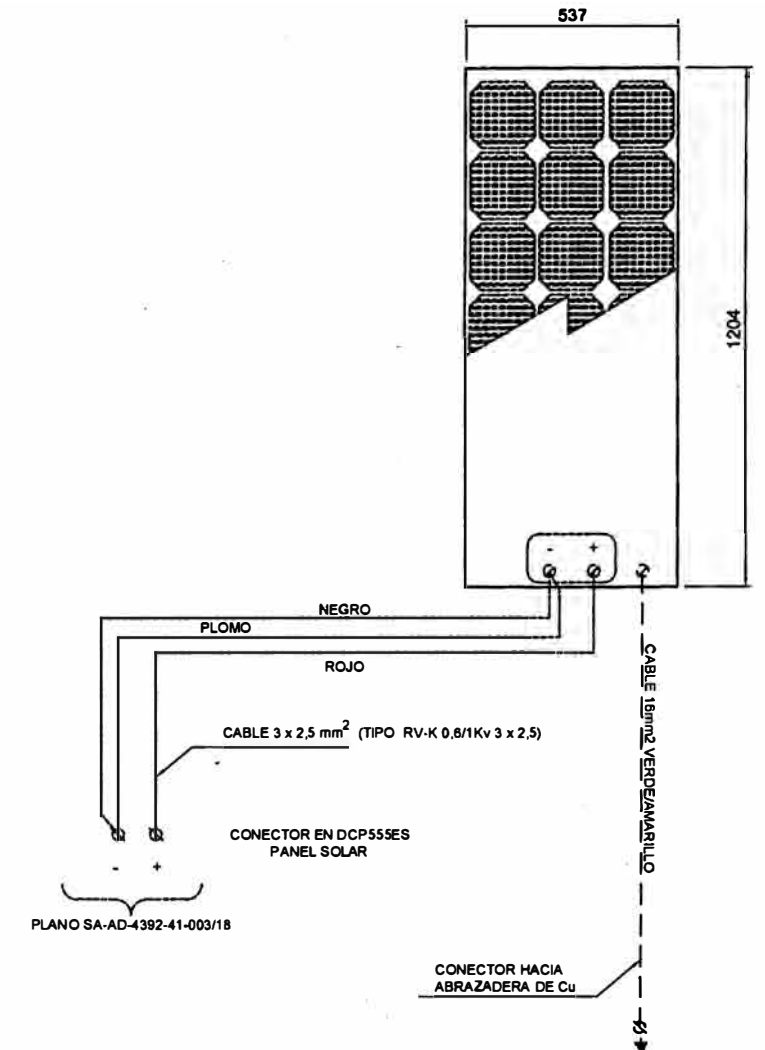


SOPORTE PANEL SOLAR



VER PLANO  
SA-AD-4392-41-022/18

TODAS LAS DIMENSIONES EN mm

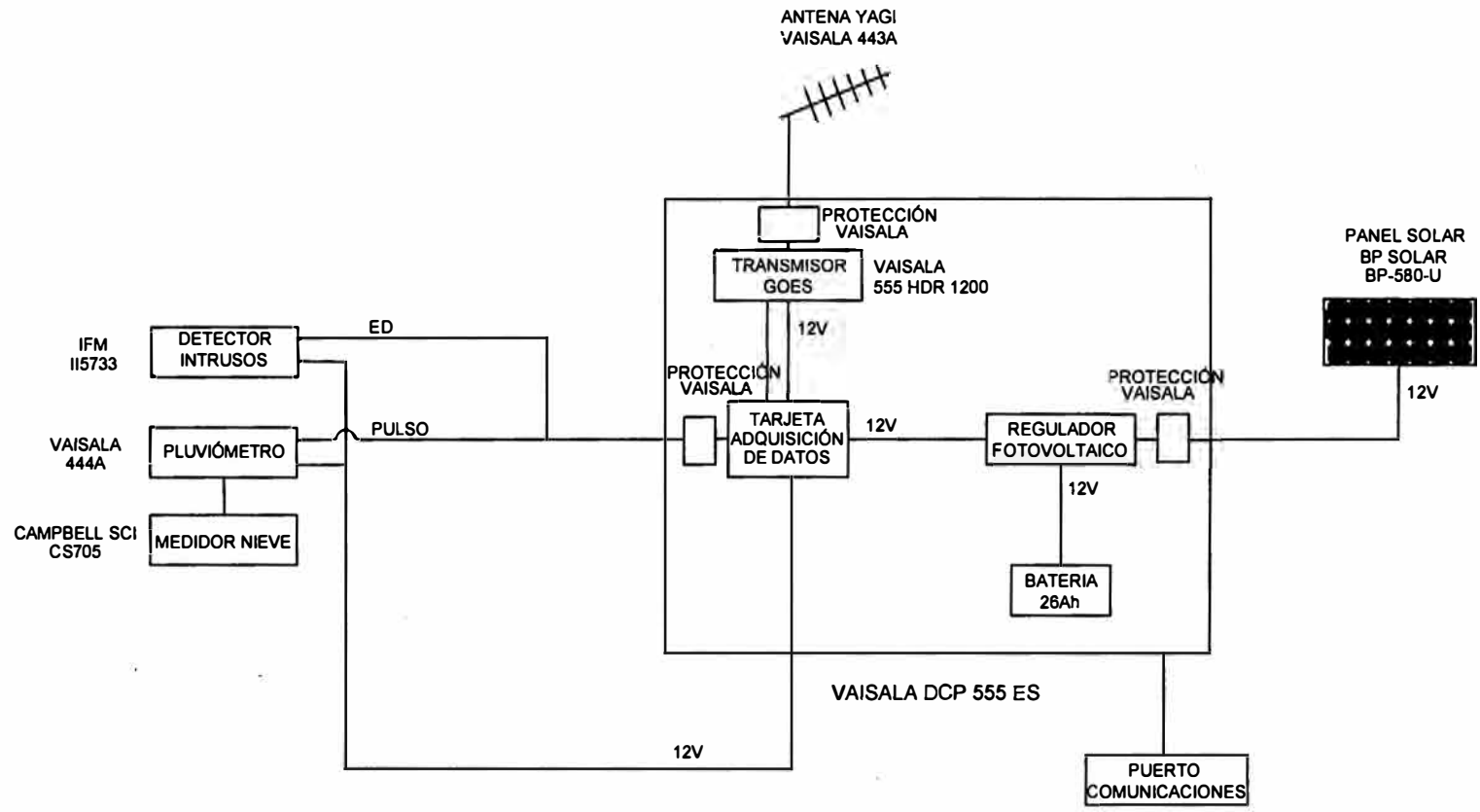


Rev.	Fecha	Modificación	Realizado	Comprob.	Aprobado
4	20-10-04	Se Cambio cables de conectores	A.R.R.	M.P.	J.P.F.
3	18-09-04	Se aumento cordón de soldadura en detalle T	A.R.R.	J.P.F.	J.P.F.
2	14-04-04	Se aumentó el diámetro de la abrazadera	G.C.J.		
1	21-01-04	Revisión General	G.F.G.	F.S.V.	J.B.C.
0	07-11-03	Edición Original	G.F.G.	F.S.V.	J.M.E.

**Electroperú, S.A.**  
Sistema Hidrometeorológico y de Regulación de Lagunas de la Cuenca del Río Mantaro

Fecha	Nombre	Firma	Panel Solar Detalle de Instalación y Cableado		
Realizado 14-04-04	G. CABEZAS				
Comprob.					
Aprobado					
<b>CONSORCIO SAINCO-VAISALA</b>			<b>SA-AD-4392-41-001/18</b>		
			HOJA 000	CONT. 00A	SA-AD-4392-EF-018-001

ESCALA

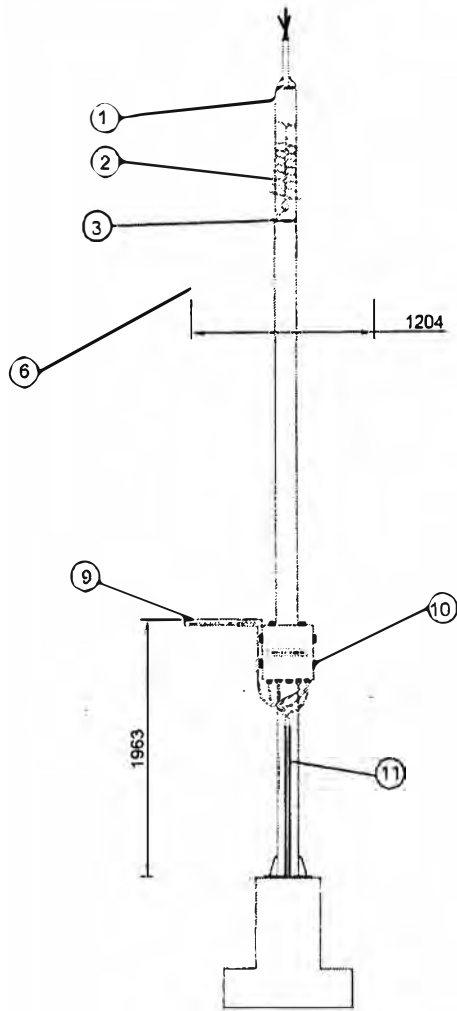


Rev.	Fecha	Modificación	Realizado	Comprob	Aprobado
2	06-10-03	Introducción protecciones, intrusos, de la externa ta, con nicofos	A.R.G.	J.M.E.	
1	08-07-03	Modificación aneles solares	G.F.G.	A.R.G.	J.M.E.
0	05-06-03	Edición Original	G.F.G.	A.R.G.	J.M.E.

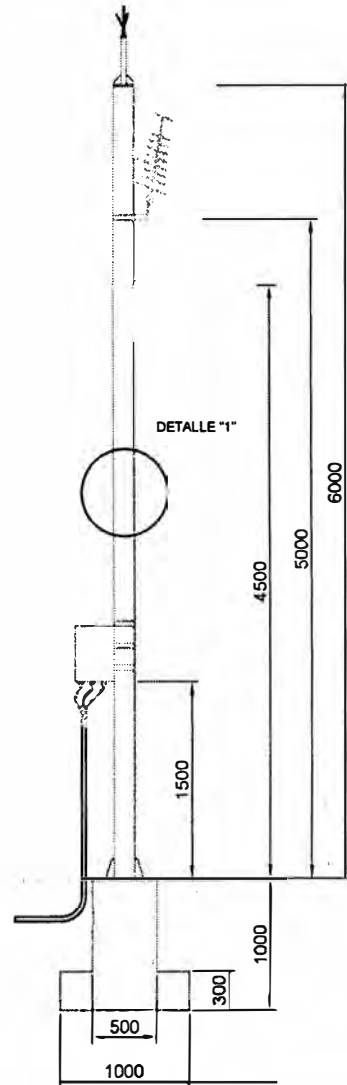
Electroperú, S.A.  
 Sistema Hidrometeorológico y de Regulación de Lagunas de la Cuenca del Río Mantaro

Fecha	Nombre	Firma
Realizado 06-10-03	Fernández	
Comprob 06-10-03	A Rojas	
Aprobado 06-10-03	J.M. Egea	

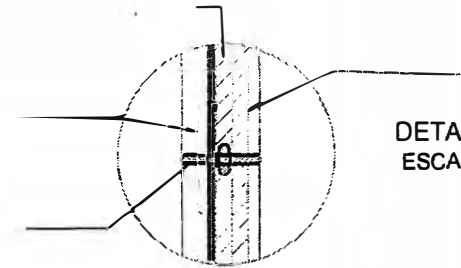
Esquema Funcional  
 Estaciones Pluviométricas - 2



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



DETALLE "1"  
ESCALA 1/16

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ALTURA (mm)
①	01	TORRE METEOROLOGICA	6000
②	01	ANTENA GOES, TIPO YAGUI	5200
③	01	SOPORTE ANTENA GOES, TIPO YAGUI	5000
⑥	01	PANEL SOLAR	4500
⑨	01	GPS	1963
⑩	01	ADQUISIDOR DE DATOS DCP	1500
⑪	01	CONDUIT RIGIDO GALVANIZADO 1"	

ELECTROPERU S.A.

Modernización de Red Hidrometeorológica y Control de Lagunas del C.H. Mantaro

Realizado	Fecha	Nombre	Firma
Comprob.	24-07-04	C.REQUIS	
Aprobado			

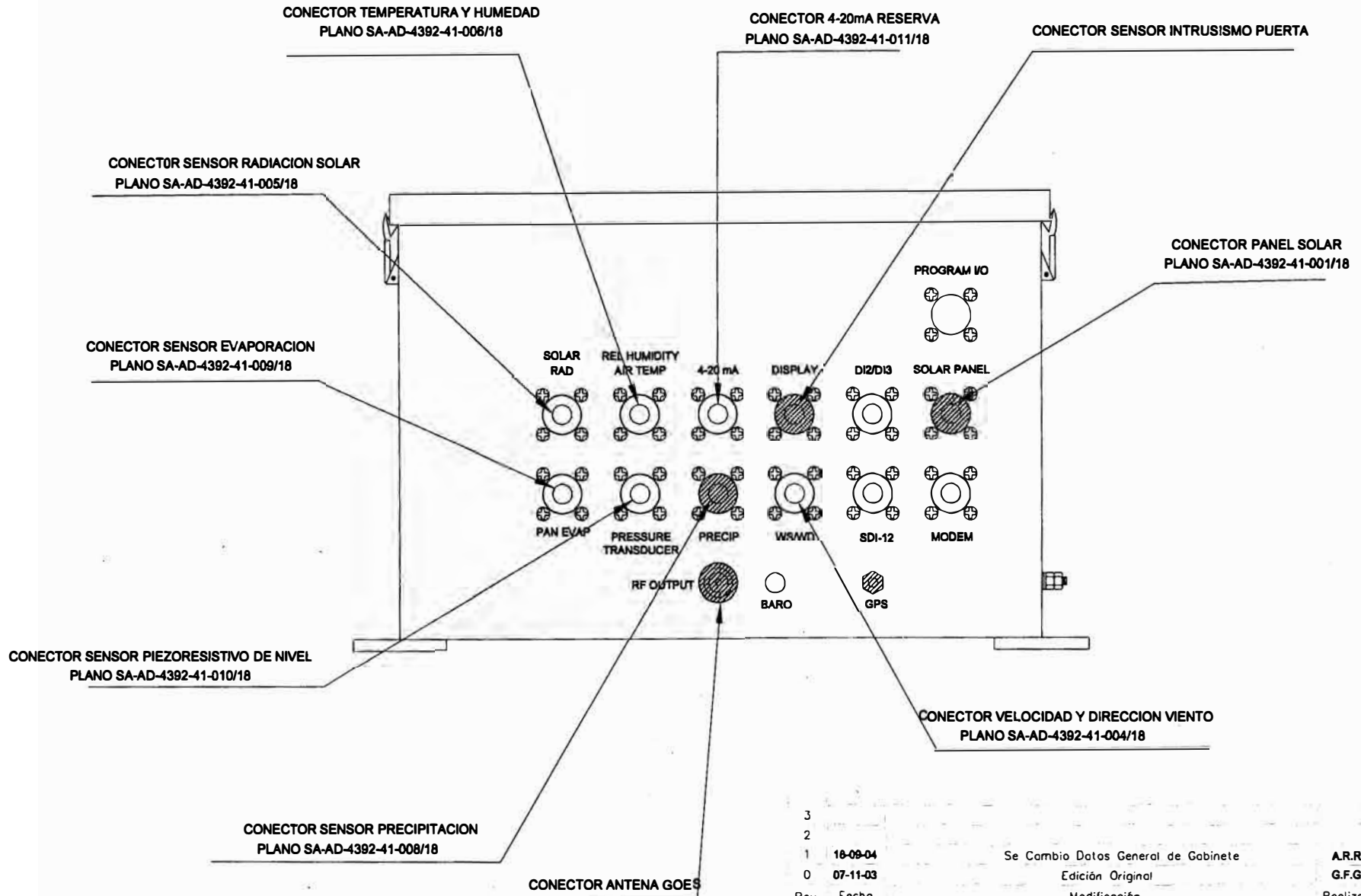
DISPOSICIÓN DE EQUIPOS PARA ESTACIÓN PRECIPITACIÓN

CONSORCIO  
SAINCO-VAISALA

SA-AD-4392-PRGE-ME-001

Escala

Revisión	Fecha	Modificación	Realizado	Comprob.	Aprobado
B	11-11-04	Modificado rotacion de antena goes y dibujo de panel solar	ABEL R		
A		Emitido Para Aprobación			



3	
2	
1	16-09-04
0	07-11-03
Rev.	Fecha

Se Cambio Datos General de Gabinete  
Edición Original  
Modificación

A.R.R. J.P.F. J.P.F.  
G.F.G. F.S.V. J.M.E.  
Realizod Comprob Aprobado

**Electroperú, S.A.**  
Sistema Hidrometeorológico y de Regulación de Lagunas de la Cuenca del Río Mantaro

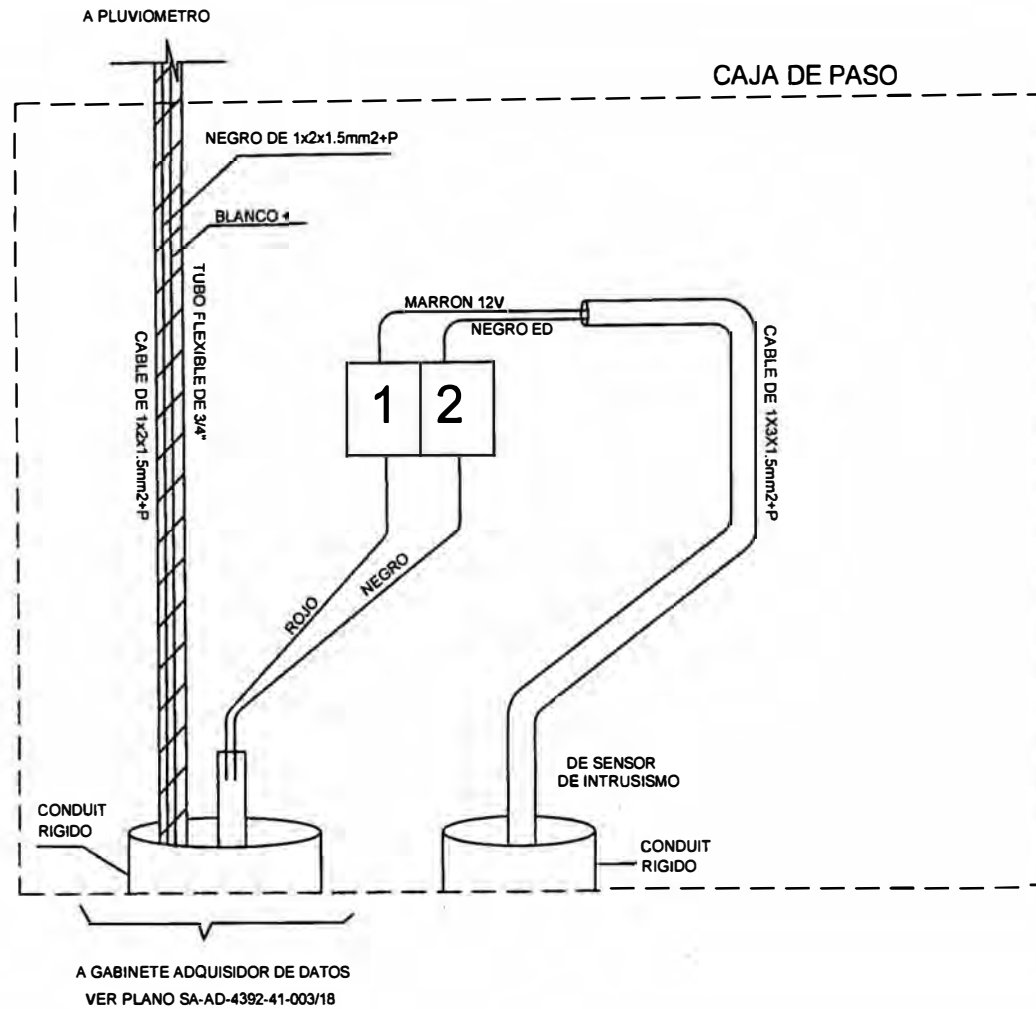
Fecha	Nombre	Firma
07-11-03		
07-11-03		
07-11-03		

**Gabinete Adquisidor de Datos  
etalle de Conectores Entrada de Sensores-Pluv.**

CONSORCIO  
SAINCO-VAISAL

**SA-AD-4392-41-003/18**

ESCALA



- ESTACIONES
- 1-CHICHICOCHA
  - 2-ONDORES
  - 3-HUEGHUE
  - 4-SUITOCANCHA
  - 5-YAULI
  - 6-HUAYTAPALLANA

Revisión	Fecha	Modificación	Realizado	Comprob.	Aprobado
B		Aprobado para Construcción			
A		Emitido para aprobación			

<b>ELECTROPERÚ S.A.</b>				<b>Modernización de Red Hidrometeorológica Control de Lagunas del C.H. Mantaro</b>	
	Fecha	Nombre	Firma	<b>DETALLE DE CONEXION DE CAJA DE PASO</b>	
Realizado	29/10/04	ABEL R.			
Comprob.	29/10/04	MENDEL P.			
Aprobado	29/10/04	JAIME P.			
<b>CONSORCIO SAINCO-VAISALA</b>				<b>SA-AD-4392-PRGE-ME-003</b>	
				Hoja 1	Escala Indicada