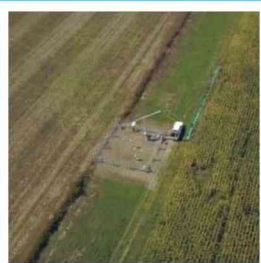


# MANUAL PARA EL DISEÑO DE UNA RED DE MONITOREO DE ALERTA DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS

Raúl Rivas y Christian Mancino





**MANUAL PARA EL DISEÑO DE UNA RED  
DE MONITOREO DE ALERTA DE  
INUNDACIONES Y SEQUÍAS**

**Autores**

**Raúl Rivas y Christian Mancino**

**Edición digital on line 2020, ISBN 978-987-98816-5-1**



Autores  
Raúl Rivas/Christian Mancino

Corrector Técnico  
Georgina Cazenave

Edición general  
Raúl Rivas/Christian Mancino

Diseño y diagramación  
Raúl Rivas/Christian Mancino

Tapa y contratapa  
Laura Signorio  
Departamento de Comunicación y Difusión Científica  
Dirección de Publicaciones y Contenidos Especiales

Este manual fue desarrollado en el marco del proyecto “Desarrollo e implementación de sistemas automáticos de alerta de inundaciones y sequías en el área sur de la cuenca del río Salado, provincia de Buenos Aires”

Financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica Tecnológica (Resol. 572/14)-Fondo Argentino Sectorial Fondo de Innovación Tecnológica Sectorial de Medio Ambiente y Cambio Climático (FONARSEC FITS-MAyCC) 19/13 y aportes de REDIMEC SRL, de la Autoridad del Agua y de la Comisión de Investigaciones Científicas

Permitida la reproducción total o parcial citando la fuente y/o autores.

Cita bibliográfica correcta:  
Rivas R. y Mancino C. 2020. MANUAL PARA EL DISEÑO DE UNA RED DE MONITOREO DE ALERTA DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS, 108 páginas. 1ra Edición especial – La Plata - Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Tandil, Julio 2020

**Nota**

La mención de determinados productos o sociedades mercantiles no implica que los Miembros de IHREDA los favorezca o recomiende con preferencia a otros análogos que no se mencionan ni se anuncian.

**IHREDA-Manual N° 1**

**Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires, 2020**

**La CIC se reserva el derecho de publicación en forma impresa, electrónica o de otro tipo y en cualquier idioma. Pueden reproducirse pasajes breves del manual sin autorización siempre que se indique claramente la fuente completa. La correspondencia editorial, así como todas las solicitudes para publicar, reproducir o traducir la presente publicación parcial o totalmente deberán dirigirse al:**

**Presidente de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC)**

**Calle 529 entre 10 y 11**

**Código postal 1900**

**La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina**

**Teléfono +54 0221 4217374**

**Correo electrónico: [repositorio@cic.gba.gob.ar](mailto:repositorio@cic.gba.gob.ar)**

Rivas, Raúl

Manual para el diseño de una red de monitoreo de alerta de inundaciones y sequías / Raúl Rivas ; Christian Mancino. - 1a edición especial - La Plata : Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, 2020.

Libro digital, DOCX

Archivo Digital: online

ISBN 978-987-98816-5-1

1. Medio Ambiente. I. Mancino, Christian. II. Título.

CDD 363.7063





## Especialistas y profesionales integrantes del proyecto

Cdor Liduvina Zudaire	Administración	REDIMEC SRL
Lic. Soledad Barberón	Administración	REDIMEC SRL
Sr. Sebastián Tejeda	Administración	CIC
Ing. Martín Blanco	Aforos y modelación	IHLLA
Téc. Agustín Gorh	Armado e instalación de equipos	REDIMEC SRL
Téc. Dardo Ramírez	Armado, instalación y reparación de equipos	REDIMEC SRL
Dr. Marcelo Varni	Asesor en hidrología, hidrogeología	IHLLA
Dr. Fabio Peluso	Asesor ambiental	CIC/IHLLA
Lic. José G. Castelain	Asesor en diseño de estaciones	IHLLA
Dr. Luis Vives	Asesor técnico de proyecto	IHLLA
Ing. Fabián Oyarbide	CEO	REDIMEC SRL
Prof. Rosana Valera	Coordinadora de la Unidad Administradora	CIC
Ing. Leandro Aguirre	Desarrollo de electrónica logger y cargador	REDIMEC SRL
Dr. Oscar Goñi	Desarrollo de software logger y administrador de red	REDIMEC SRL
Téc. Emiliano Rojas	Desarrollo de software visualizador de datos	REDIMEC SRL
Dr. Raúl Rivas	Director técnico del proyecto	CIC/IHLLA
Téc. Ariel Ramallo	Diseño industrial de torres y estaciones	REDIMEC SRL
Téc. Pablo Toscani	Especialista en campo	ADA
Téc. Fabián Di Gregorio	Especialista en campo	ADA
Ing. Ivan Castany	Gerente de Ingeniería	REDIMEC SRL
Lic. Christian Mancino	Hidrogeología, jefe de Obra, diseño de estaciones	CIC/IHLLA
Ing. Vivian Barbero	Hidrología	ADA
Ing. Georgina Cazenave	Hidrología, tareas de campo	CIC/IHLLA
Dr. Mauro Holzman	Instalación de equipos	IHLLA
Lic. Adán Faramiñán	Instalación de equipos	IHLLA
Téc. Enrique Queupán	Instalación de equipos	CIC/IHLLA
Téc. Joaquín Rodríguez	Instalación de equipos	CIC/IHLLA
Téc. Matias Scilicani	Instalación de equipos, aforos, obra civil	CIC/IHLLA
Cdor. Fernando García	Responsable Administrativo del Proyecto	CIC
Sr. Héctor Barberón	Subgerente General	REDIMEC SRL
Dr. Facundo Carmona	Tareas de campo	IHLLA
MSc. Florencia Degano	Tareas de campo y modelos de sequía	IHLLA
Lic. Daniela Ibarlucia	Tareas de campo y sensores químicos	CIC/IHLLA
MSc. Martín Bayala	Teledetección, Instalación de equipos	CIC/IHLLA

...



## Contenido

1.	Introducción .....	1
2.	Tipos de estaciones de monitoreo hidrometeorológicas.....	2
3.	Ubicación de las estaciones de monitoreo hidrometeorológico .....	3
4.	Equipamiento de las estaciones de monitoreo hidrometeorológicas .....	8
	a. Cerco de alambre de tejido o alambre de hilos .....	8
	b. Cámara de quietamiento y escala graduada .....	10
	c. Freatímetro .....	11
	d. Torre meteorológica.....	12
	e. Mástil del pluviómetro .....	12
	f. Torre articulada de transmisión.....	13
	g. Sistema de pararrayos.....	13
	h. Unidad de adquisición de datos (Datalogger).....	14
	i. Panel solar .....	15
	j. Cargador inteligente de batería .....	16
	k. Módulos de transmisión.....	16
	l. Sensores.....	18
5.	Funcionamiento de los centros de monitoreo .....	20
6.	Mantenimiento de las estaciones y sensores .....	20
7.	Referencias.....	21
8.	Anexos .....	22
	I. Contrato de comodato.....	23
	II. Planos de Estaciones de Monitoreo EMBE, EML, EMM y EMF.....	37
	III. Plano de cámara de quietamiento.....	44
	IV. Plano del freatímetro.....	46
	V. Plano de la torre meteorológica y mástil del pluviómetro .....	48
	VI. Plano de torre de transmisión articulada .....	54
	VII. Plano de base de torre de transmisión y sistema pararrayo .....	57
	VIII. Manual del Datalogger.....	59
	IX. Instructivo para montaje de sensores .....	82
	X. Planilla de mantenimiento preventivo de sensores .....	103



## 1. Introducción

El presente manual se elaboró a partir de la experiencia adquirida por el Consorcio Asociativo Público Privado CAPP IHREDA (Instituto de Hidrología – CIC, Redimec SRL, Autoridad del Agua de la provincia de Buenos Aires) en el marco del proyecto “Desarrollo e implementación de sistemas automáticos de alerta de inundaciones y sequías en el área sur de la cuenca del río Salado, provincia de Buenos Aires”. El desarrollo fue financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica Tecnológica (Resol. 572/14) – Fondo Argentino Sectorial FONARSEC (Proyecto FITS-MAyCC19/13), la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) y la Autoridad del Agua (ADA) de la provincia de Buenos Aires y la empresa privada REDIMEC SRL.

El desarrollo de los sistemas de monitoreo de eventos extremos (inundaciones y sequías) tiene la capacidad de seguir las condiciones atmosféricas (precipitación, nubosidad, viento, humedad y temperatura del aire, presión atmosférica, etc.); de superficie (altura de agua en los arroyos, radiación solar, temperatura radiativa de superficie, entre otras) y de subsuelo (profundidad del nivel freático, flujo de calor, humedad y temperatura del suelo) en una zona llana correspondiente a la vertiente sur del río Salado. Las estaciones diseñadas y pensadas son la resultante de investigaciones científicas y tecnológicas que desarrollamos los integrantes del proyecto en las que se incorporó la información antecedente de la ADA y la expertise en electrónica de la empresa REDIMEC SRL.

Para poder seguir los eventos, con sensores robustos y precisos, se definieron diferentes tipos de estaciones (limnimétricas, freaticométricas, meteorológicas y de balance de energía) con diferentes modalidades de comunicación (radio,

3G y satélite) con transmisión a centros de monitoreo local y regional que reportan a las agencias provinciales y nacionales de hidrometeorología. Los lugares óptimos para el control y las dimensiones del tamaño del área de monitoreo es diferente y se ubica en terrenos públicos y privados hecho que requiere cooperación de muchos; sin olvidar la posibilidad de apelar a la figura de responsabilidad social empresaria (ej. al compartir una torre de comunicación). Además, no olvidamos indicar que la calidad del dato es relevante (mediciones que cumplen la normativa internacional de la Organización Meteorológica Mundial y del Servicio Meteorológico Nacional) y la sostenibilidad de éste es una obligación (mantenimiento sostenido en el tiempo sin gap). De esta manera la continuidad de las mediciones es la clave para una correcta toma de decisiones “MEDIR PARA DECIDIR”.

Montar una red no es una tarea sencilla, es más, nos atrevemos a decir que requiere de un significativo esfuerzo de las personas y profesionales que participan. La ejecución de ésta conlleva un gran esfuerzo y muchas horas de trabajo que compartimos en este manual y esperamos a que pueda ser de utilidad a los lectores interesados. El desarrollo del proyecto lo logramos a partir de un aporte no reintegrable del estado y por ello ponemos en acceso libre la información generada esperando que resulte de utilidad. La divulgación de la información fue un hito importante para el proyecto, para lo cual se creó un sitio web ([www.ihreda.com.ar](http://www.ihreda.com.ar)) donde se publica el desarrollo del plan de ejecución física del proyecto y de donde se accede al visualizador de los datos registrados por las estaciones.

A aquellos que les resulte útil y hagan uso de este manual esperamos que lo citen haciendo especial énfasis al FONdo ARGentino SEctorial.

## 2. Tipos de estaciones de monitoreo hidrometeorológicas

Una Estación de Monitoreo Ambiental (EMA) es un emplazamiento donde se realizan y se transmiten observaciones hidrometeorológicas de forma automática.

En una EMA las mediciones se realizan con sensores los cuales son leídos por una unidad central de adquisición de datos (Datalogger). Los datos obtenidos de los sensores y almacenados en el Datalogger son transmitidos de forma automática y procesados en los servidores de los centros de monitoreo local.

Las EMA se diseñaron dependiendo del objetivo a medir (arroyo, acuífero, atmósfera), de esta

manera y de acuerdo a los sensores que la componen (Tabla 1) se clasifican en:

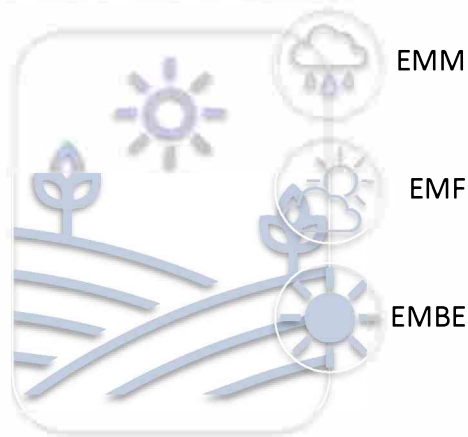
- EMM: **Estación de Monitoreo Meteorológica**, el objetivo principal de esta estación es el monitoreo de las variables atmosféricas.
- EMF: **Estación de Monitoreo Freatimétrica**, el objetivo principal de esta estación es el monitoreo de la profundidad del nivel freático.
- EML: **Estación de Monitoreo Limnimétrica**, el objetivo principal de esta estación es el monitoreo de la altura de agua en el arroyo o río.
- EMBE: **Estación de Monitoreo de Balance de Energía**, el objetivo principal de esta estación es el monitoreo de la energía en el espectro solar y térmico entrante y saliente, flujo de calor y humedad del suelo orientada a validar datos captados desde satélite.

Tabla 1. Variables físicas que mide cada tipo de estación.

Variable físicas que se mide	Estación de Monitoreo Ambiental			
	EMM	EMF	EML	EMBE
Precipitación e intensidad	X	X	X	X
Velocidad y dirección de viento	X	X	X	X
Temperatura y Humedad relativa del aire	X	X	X	X
Presión atmosférica	X	X	X	X
Nivel freático y temperatura del agua subterránea		X		
Altura de arroyo y temperatura del agua en cámara de quietamiento			X	
Radiación neta				X
Radiación global				X
Conductividad, permitividad, contenido volumétrico de agua y temperatura del suelo				X
Reflectancia espectral				X
Flujo de calor en el suelo				X
Temperatura radiativa de superficie				X

Una EMA puede tener objetivos variados y por lo tanto puede dar resultado a una combinación como por ejemplo, la estación EM45 de la red:

la estación está compuesta por



Complementariamente se incorporaron sensores para el monitoreo químico (ORP, Turbidez, conductividad eléctrica-temperatura y PH) en un punto de control limnigráfico para adquirir experiencia en el uso, recalibrado y mantenimiento de sensores en arroyos de reducida profundidad.

### 3. Ubicación de las estaciones de monitoreo hidrometeorológico

La selección de los puntos de monitoreo dependen del tipo de red a instalar y de los objetivos de ésta. En nuestro caso nos centramos en una red que tiene como finalidad el seguimiento de eventos extremos (inundaciones y sequías). Para la definición de los puntos se realizaron reuniones de trabajo interdisciplinarias con técnicos integrantes de las instituciones que componen el CAPP. Participaron hidrogeólogos, hidrólogos, técnicos en recursos hídricos, geomorfólogos, geoquímicos, biólogos y aforadores quienes expusieron sus intereses en relación a los puntos a monitorear.

La primera consideración a tener en cuenta, fuera de lo técnico, fue la seguridad respecto al vandalismo, por este motivo todas las EMA se encuentran dentro de propiedad privada, a excepción de las estaciones limnigráficas que se encuentran al borde de los arroyos en terreno público. Para el acuerdo con los propietarios se armó un Contrato de Comodato de referencia con formato único elaborado bajo la supervisión del área de legales de la Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires UNCPBA (Anexo I). En raras excepciones la EMA se encuentra expuesta al vandalismo por estar alejada de la vista del responsable del campo.

La segunda consideración importante fue guiarse por la normativa internacional que divulga la Organización Meteorológica Mundial (OMM) descriptas en los Manuales OMM-Nº8 "Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos" y el OMM-Nº168 "Guía de prácticas Hidrológicas". Este último menciona que en estaciones pluviométricas ubicadas en llanuras interiores debe existir como mínimo una estación cada 5.750 Km<sup>2</sup> y una estación de evaporación cada 50.000 Km<sup>2</sup> (Figura 1).

La red de monitoreo planificada en el marco del proyecto se ubica en la cuenca de la vertiente sur del río Salado en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Abarca los partidos de Olavarría, Tapalqué, Azul, Rauch, Tandil y Ayacucho. La vertiente sur del río Salado es una cuenca de llanura con una pendiente del orden del 1% donde predominan los flujos verticales respecto a los horizontales. El 85% del agua que precipita se va por los procesos de evaporación y transpiración, el 10% por infiltración y el 5% restante por escurrimiento superficial.

La cuenca tiene su cabecera en el sistema serrano de Tandilia con una altura aproximada de 501 msnm que descarga sus aguas en la Bahía de Samborombón situada en la parte distal del estuario del río de la Plata. Los arroyos principales que atraviesan la cuenca de estudio son de NO a

SE: Tapalqué, del Azul, de Los Huesos, Chapaleofú, Langueyú y Tandileofú (nombre de las subcuencas que integran la vertiente sur del río Salado). En su cuenca baja estos arroyos han sido canalizados y

algunos como los arroyos Tapalqué, del Azul, de los Huesos y Chapaleofú se ha modificado su drenaje natural (Figuras 2 y 3).

Unidad Fisiográfica	Densidades mínimas por estación pluviométrica (superficie en km <sup>2</sup> por estación)	
	Sin registro	Con registro
Zonas costeras	900	9000
Zonas montañosas	250	2500
Llanuras interiores	575	5750
Zonas escarpadas onduladas	575	5750
Pequeñas islas	25	250
Zonas urbanas	-	10 a 20
Zonas polares y áridas	10000	100000

Unidad fisiográfica	Densidad mínima por estación de evaporación (superficie en Km <sup>2</sup> por estación)
Zonas costeras	50000
Zonas montañosas	50000
Llanuras interiores	50000
Zonas escarpadas ondulantes	50000
Pequeñas islas	50000
Zonas polares y áridas	100000

Figura 1. Tablas de densidad de estaciones pluviométricas y de evaporación recomendadas por la OMM tomadas del manual N° 168 (pág. 285 y 287).

La red planificada, en la cuenca de la vertiente sur del río Salado, cuenta con un total de 31 EMA distribuidas en 40.000 km<sup>2</sup> (Figura 2 y Tabla 2). Éstas tienen la capacidad de monitorear el ingreso de agua al sistema por precipitaciones, el escurrimiento de agua superficial, el agua

almacenada en el acuífero, la humedad del suelo, la cobertura vegetal de la superficie de la estación y la salida de agua del sistema por los procesos de evaporación y transpiración (a partir de medidas meteorológicas).

La densidad de sensores distribuidos en la cuenca se muestra en la Tabla 3.

Tabla 2. Superficie mínima cubierta por estación.

Tipo de estación	Cantidad	Densidad de estaciones (superficie en km <sup>2</sup> x estación)	Radio cubierto (km)
EMM	9	4.400*	37
EML	10	4.000	36
EMF	12	3.400	33
EMF-EMBE	5	8.000	50
EMBE	3	13.300	65

\* Considerando que cumple la condición de ser meteorológica (Precipitación, Temperatura y Humedad del aire, Viento) por combinación de otras estaciones.

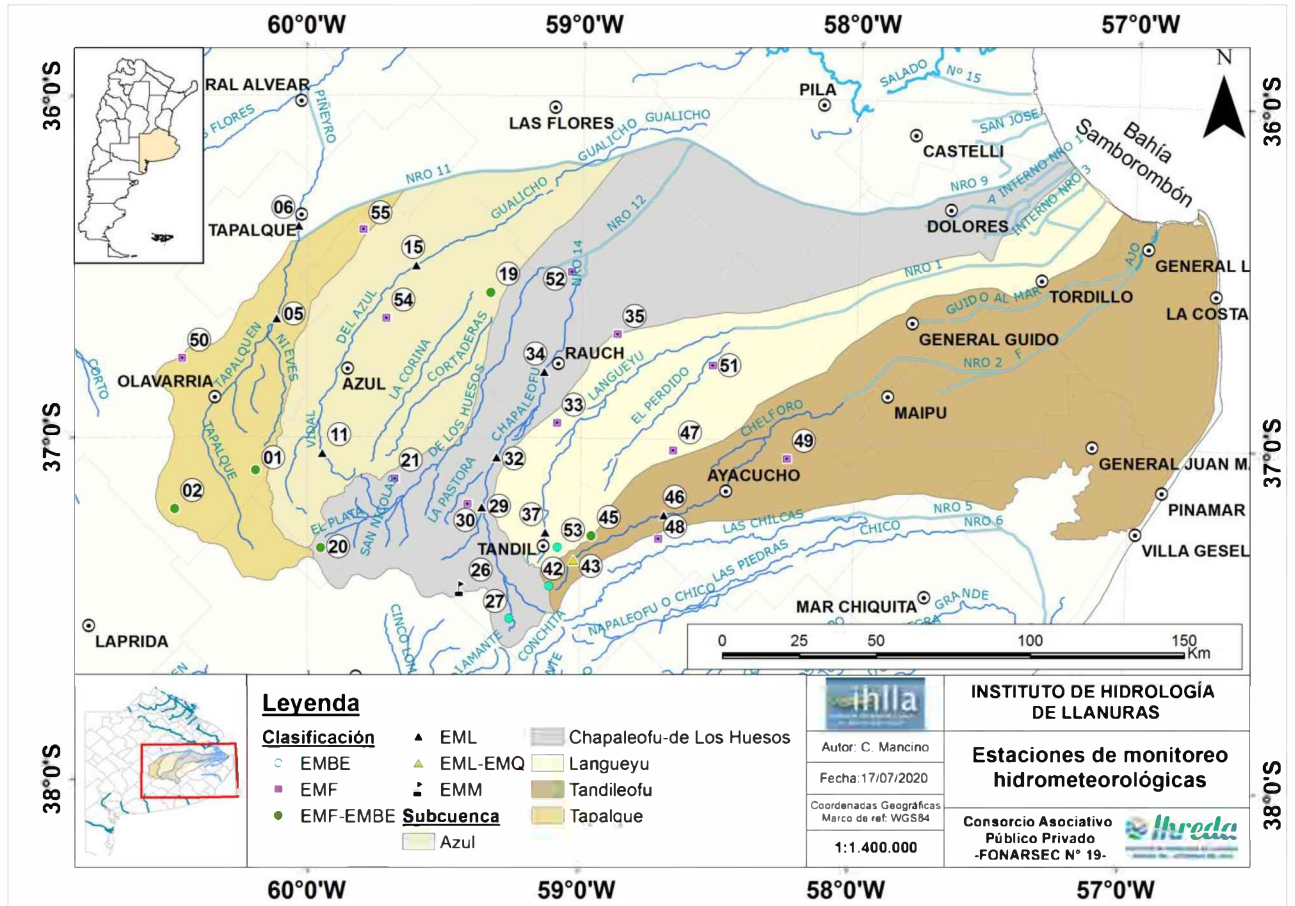


Figura 2. Ubicación de las estaciones en las diferentes unidades hidrogeológicas.

Tabla 3. Densidad de sensores en la cuenca de estudio. Sensores

	Cantidad de sensores distribuidos en 40.000 km <sup>2</sup>	Superficie aproximada en km <sup>2</sup> x sensor
Precipitación e intensidad	28	1.400
Velocidad y dirección de viento	13	3.100
Temperatura y Humedad relativa del aire	24	1.700
Presión atmosférica	11	3.700
Nivel freático y temperatura del agua subterránea	17	2.400
Altura de arroyo	10	4.100
Radiación neta	3	2.200
Radiación global	16	
Conductividad, permitividad, contenido volumétrico de agua y temperatura del suelo	9	4.600
Reflectancia espectral	7	5.900
Flujo de calor en el suelo	9	4.600
Temperatura radiativa de superficie	9	4.600

Para la ubicación de las EMF se tomó en cuenta la red de freatómetros preexistentes de la ADA con el fin de recuperar el patrimonio hidrogeológico de la provincia y continuar con el seguimiento de las variaciones del nivel freático a lo largo de todos los años de monitoreo. En una primera etapa se hizo un relevamiento con el objeto de ubicar esos freatómetros y ver el estado de conservación de los mismos. En los lugares donde no se pudieron ubicar, se realizaron nuevas perforaciones lo más cerca posible a las coordenadas y croquis de ubicación remitidos por la ADA.

Para la ubicación de las EMBE (de las estaciones de balance de energía y humedad de suelo) se tuvo en cuenta el uso del suelo, el tipo de suelo, la cobertura de la superficie y la variación temporal de la cobertura. Teniendo estas consideraciones se definieron tres zonas para ubicar las estaciones, dos dominadas por agricultura y una

por ganadería extensiva (Figura 3). Para las dos áreas de agricultura se incluyeron estaciones secundarias que faciliten el seguimiento temporal de los cambios de usos del suelo y de modo indirecto (con datos de satélite) el balance de energía en esos puntos.

Las EML se ubicaron en las márgenes de los arroyos aguas arriba de las ciudades cabeceras de los partidos que sufren inundaciones. En el caso de la cuenca del Azul se tuvo en cuenta la red de monitoreo limnimétrica existente construida en el 2005 por el IHLLA. Se amplió la red con una EML en la localidad de Parish para alertar a la ciudad de Cacharí y se complementó la red de alerta actual con una EML sobre el arroyo Videla en el cruce de la RN N°3, correspondiente a la cuenca alta del arroyo del Azul (Figura 4 a y b).

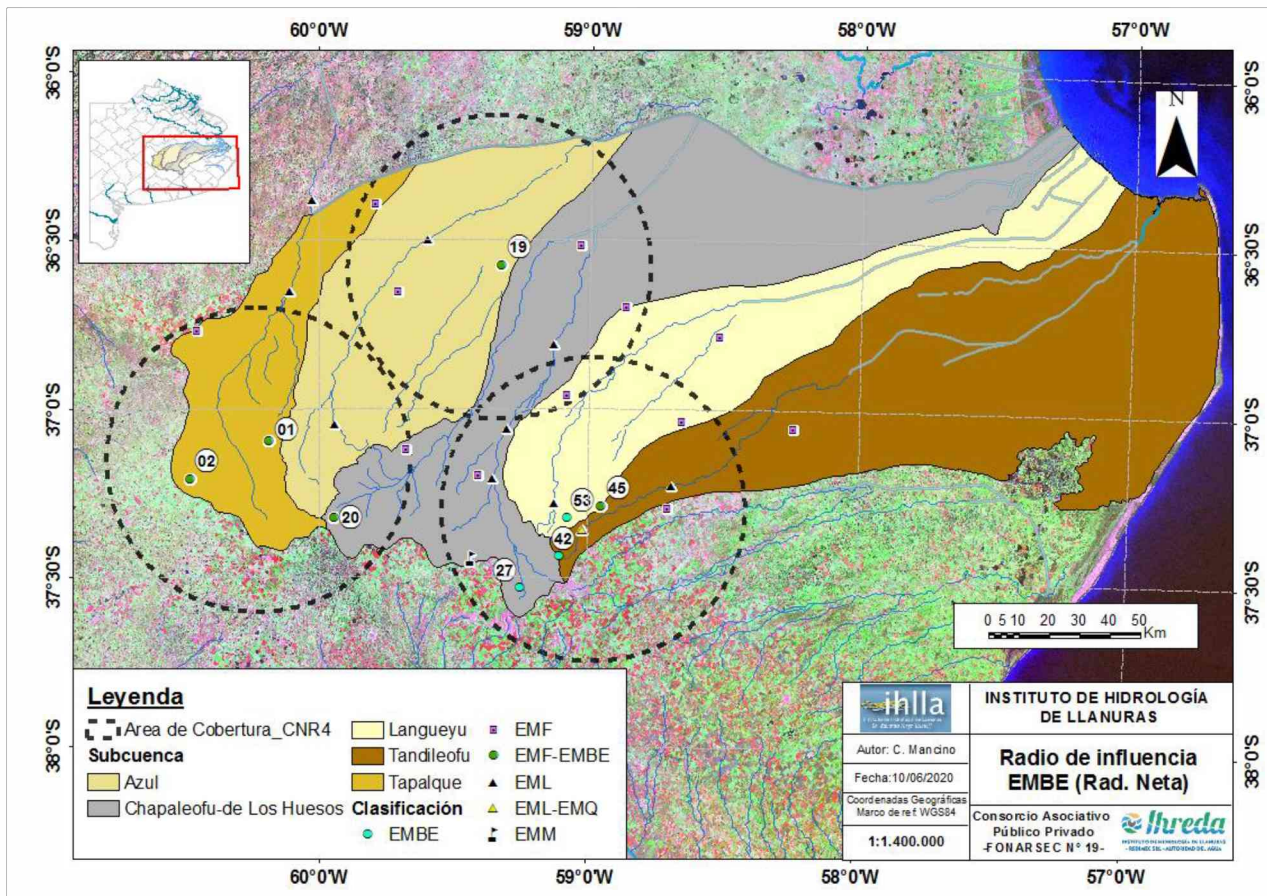


Figura 3. Estaciones de balance de energía, radio de influencia y estaciones secundarias.



Figura 4a. Foto de estación Siempre Amigos (izquierda) y La Chiquita (derecha).

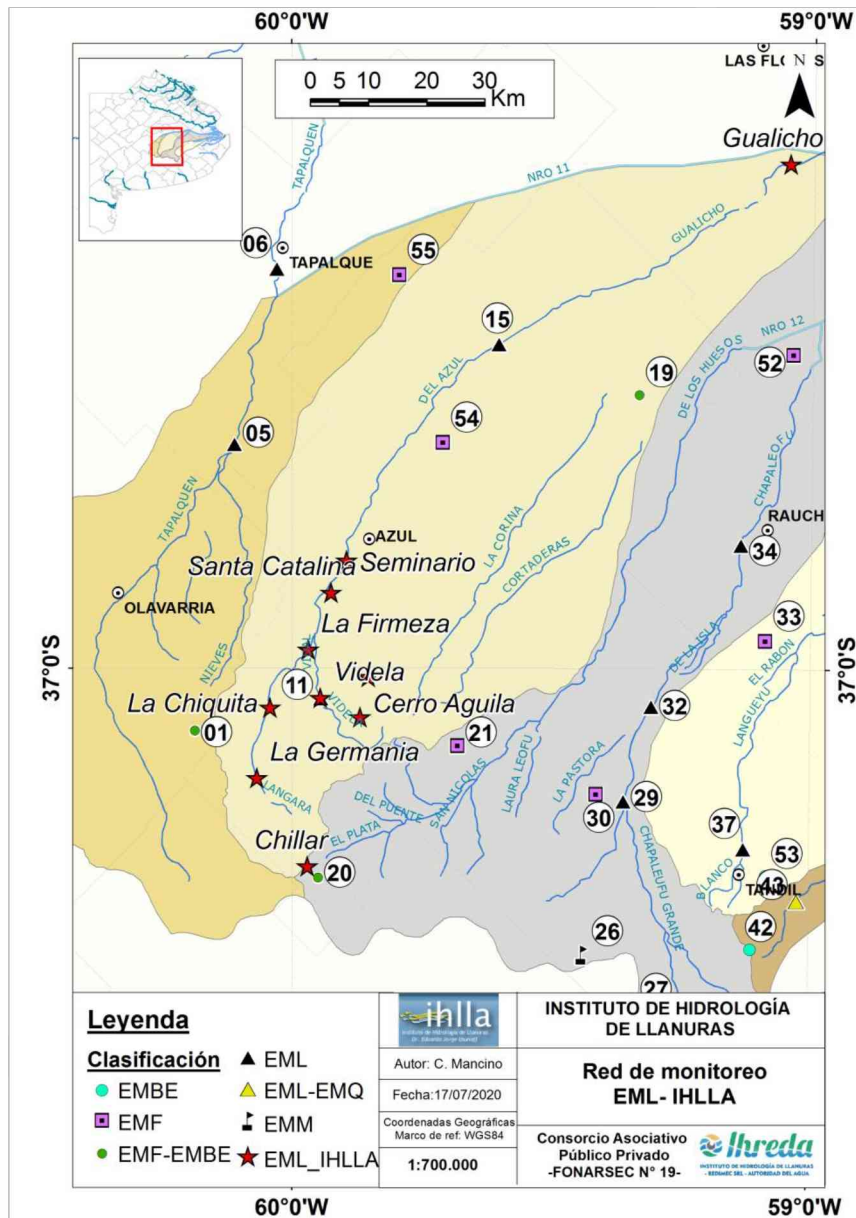


Figura 4b. Ubicación de las estaciones de la red de alerta de inundaciones de Azul identificadas con el nombre del campo donde se ubica y las estaciones de IHREDA identificadas con números.

## 4. Equipamiento de las estaciones de monitoreo hidrometeorológico

Cada componente que conforma la EMA fue diseñado de acuerdo a la normativa de la Organización Meteorológica Mundial y certificadas por el Servicio Meteorológico Nacional de la República Argentina (id 003/2020; 004/2019; 005/2020 etapa1). Los diseños y distribución de los sensores en el espacio se basaron en las normativas descriptas en los manuales de la OMM-Nº8 y Nº168 “Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos” y “Guía de prácticas hidrológicas”

Las EMA pueden estar formadas por alguno o todos de los siguientes componentes:

- a) Cerco de alambre tejido (para zonas de agricultura) o alambre de hilos (para zonas de ganadería extensiva)
- b) Cámara de aquietamiento y escala graduada
- c) Freatímetro
- d) Torre meteorológica
- e) Mástil del pluviómetro

- f) Torre articulada de transmisión
- g) Sistema de pararrayos
- h) Unidad de adquisición de datos (Datalogger)
- i) Panel solar
- j) Cargador inteligente de batería
- k) Módulos de transmisión
- l) Sensores

### a. Cerco de alambre de tejido o alambre de hilos

Para el resguardo del equipamiento, que se instaló dentro de las EMA, se procedió a cercarlas con alambre tejido romboidal o alambre de 8 hilos. En el caso de las EMBE se estudió el efecto que producen las sombras de los postes y cajas en la superficie de medición de los sensores de radiación (reflejada y emitida), además se tuvo en cuenta la normativa de la OMM sobre las distancias mínimas a la que deben encontrarse los sensores de los obstáculos dentro de la parcela. Por estos motivos, y para que el efecto sea mínimo, se estableció un tamaño de parcela de 10 metros por 10 metros (Figura 5 a y b). Para el resto de las EMA las dimensiones establecidas fueron de 8 metros por 4 metros (Figura 6 y Figura 7). En el Anexo II pueden verse los planos detallados.



Figura 5a. Fotos de EM45 en parcela de 10 metros por 10 metros de alambre romboidal, pluviómetro, freatímetro, sensores de radiación neta con torre de transmisión de 10 metros de altura.



Figura 5b. Diseño en Solid Work (izquierda) y panorámica de la estación (derecha).

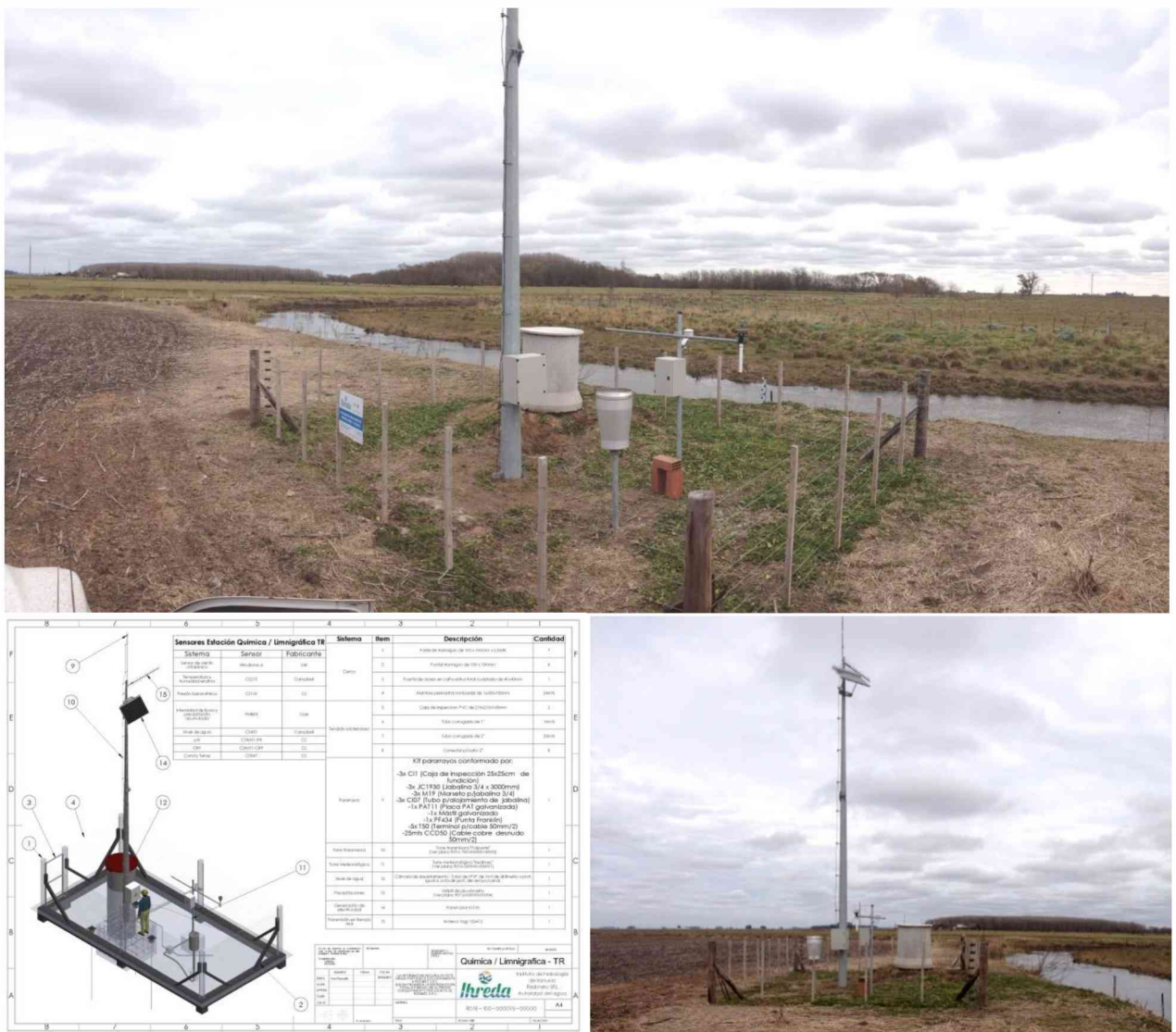


Figura 6. Fotos de EM46 en parcela de 8 metros por 4 metros de alambre de hilos, cámara de quietamiento para registro de altura del agua en el arroyo, pluviómetro y sensores de temperatura y humedad del aire, viento con torre de transmisión de 10 metros de altura (arriba), plano en Solid Work con detalle de los materiales (izquierda abajo) y foto panorámica de la estación (abajo derecha).



Figura 7. Modelo de 8 metros por 4 metros. EM35 de alambre romboidal y transmisión en tiempo real por onda de radio (arriba); EM30 de alambre de hilos en zona de ganadería con transmisión 3G (abajo derecha). Ambas estaciones con pluviómetro, sensores de temperatura y humedad del aire, radiación neta y freatímetro. Plano en Solid Work y esquema de estación modelo (abajo izquierda).

**b. Cámara de aquietamiento y escala graduada**

La cámara de aquietamiento es un sistema de vasos comunicantes que une el fondo del arroyo y permite registrar las variaciones del nivel del agua dentro de la parcela de la EMA. El sensor se encuentra dentro de la cámara, en agua quieta sin variaciones significativas por oleaje o perturbaciones en el cauce (Figura 8a). Adicionalmente a la obra se instalaron escalas hidrométricas en la sección de aforo que permiten también verificar el correcto funcionamiento de la cámara y del sensor. En el Anexo III pueden verse

los planos detallados de una cámara de aquietamiento. Ver Figura 8b.



Figura 8a. Caños de hormigón armado de forma vertical donde se encuentra el sensor.



Figura 8b. Escalas hidrométricas en EM43 (arriba) y plano de la cámara de aquietamiento junto a una foto de desarrollo de la obra en EM32 (abajo).

### c. Freatímetro

La construcción del freatímetro consiste en una perforación de 8 pulgadas de diámetro y de 15 metros de profundidad en la que se introduce un caño de PVC de 115 mm de diámetro parcialmente ranurado en su base con un filtro de grava y sellado por encima de éste (en el Anexo IV puede verse el plano de construcción). En la boca de pozo se construyó un dado de hormigón de 40 cm x 40 cm de lado y 70 cm de altura (40 cm sobre el nivel del suelo y 30 cm enterrado) que le da rigidez y estanqueidad al freatímetro (Figura 9). El objetivo es medir el nivel freático del acuífero y sus variaciones a lo largo del tiempo.



Figura 9. Dado de hormigón de los freatímetros y tapa de fundición.

#### d. Torre meteorológica

La torre fue diseñada por IHREDA, cumple la función de sostener el panel solar y algunos de los sensores que forman la EMA. Además, la torre soporta un gabinete estanco que aloja el logger, la radio/modem y la batería. En algunas ocasiones se

utilizó la torre para sostener la antena de radio. Cabe destacar que en el diseño se priorizó que los cables no quedaran expuestos a las inclemencias del tiempo y efectos electromagnéticos. En el Anexo V pueden verse los planos en detalle (Figura 10).

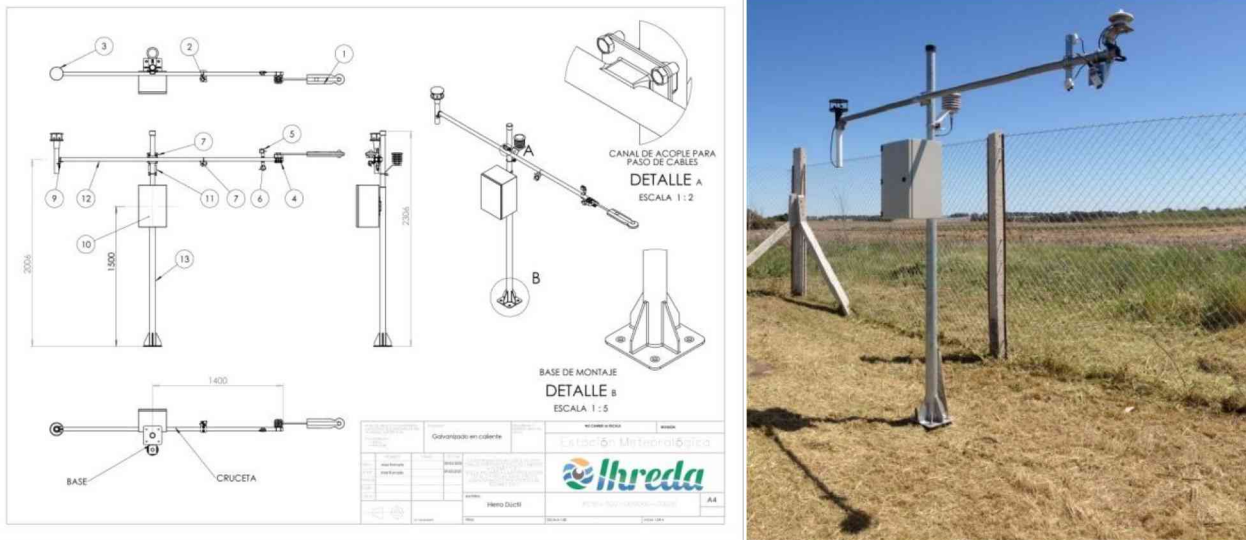


Figura 10. Plano de torre con detalle de anclaje (izquierda), torre en campo portando sensores (temperatura y humedad del aire, viento, radiación solar, NDVI, temperatura radiativa) y caja para Datalogger (derecha).

#### e. Mástil del pluviómetro

El mástil que soporta el pluviómetro, está diseñado de tal manera que los cables pasen por dentro y acoplen a la cañería de conexión la torre meteorológica (Figura 11). En el Anexo V puede

verse el plano. El pluviómetro se ubica separado de la estación y del suelo, de acuerdo a la normativa del SMN. En situaciones particulares está integrado a la torre meteorológica con un modelo de pluviómetro de menor precisión.



Figura 11. Plano del mástil del pluviómetro (izquierda), cañerías en desarrollo con cajas de inspección (centro) y pluviómetro instalado (derecha).

### f. Torre articulada de transmisión

La estructura consiste de una columna de hierro galvanizado rebatible de 10 metros de altura. Se encuentra facetada con 8 caras, es troncocónica y presenta una bisagra a los 5,64 metros que permite el rebatimiento. En su extremo superior va instalado el sistema de pararrayos. Posee un sistema de fijación por medio de pernos de anclaje. Este movimiento articulado permite un fácil acceso para la instalación y el mantenimiento del pararrayos, panel solar, antena de radio y sensores en caso de optar la medición de viento a 10 metros de altura (Figura 12). En el Anexo VI pueden verse los planos con los detalles.

La torre se monta sobre una base de hormigón armado cúbica de 1,5 metros de lado (Figura 13) La armadura de hierro fortalece su estructura y sostiene los cuatro pernos roscados de anclaje donde se ajusta y nivela la torre mediante tuercas (Anexo VII). Otra ventaja de la estructura monoposte es su reducido espacio de apoyo sobre el suelo en comparación con torres reticuladas de riendas.

### g. Sistema de pararrayos

Para proteger a las EMA se implementó el sistema de pararrayos. El objetivo principal de estos sistemas es reducir los daños que puede provocar la caída de una descarga eléctrica atmosférica sobre otros elementos.

El sistema de pararrayos consta de un cabezal de cobre con puntas múltiples en el extremo superior. La toma a tierra se constituye mediante tres jabalinas de 2,5 metros de largo clavadas en el suelo dispuestas en planta a 120° una de la otra. El cabezal se encuentra unido a las jabalinas por un cable de cobre. En las Figuras 12 y 13 puede verse el sistema de pararrayos completo.

Para que un sistema de protección contra el rayo sea seguro todos sus elementos deben cumplir con sus respectivas normativas, tanto en sus características como en su instalación. En el Anexo VII se observa el plano con las distribución del cableado para el sistema de pararrayos.

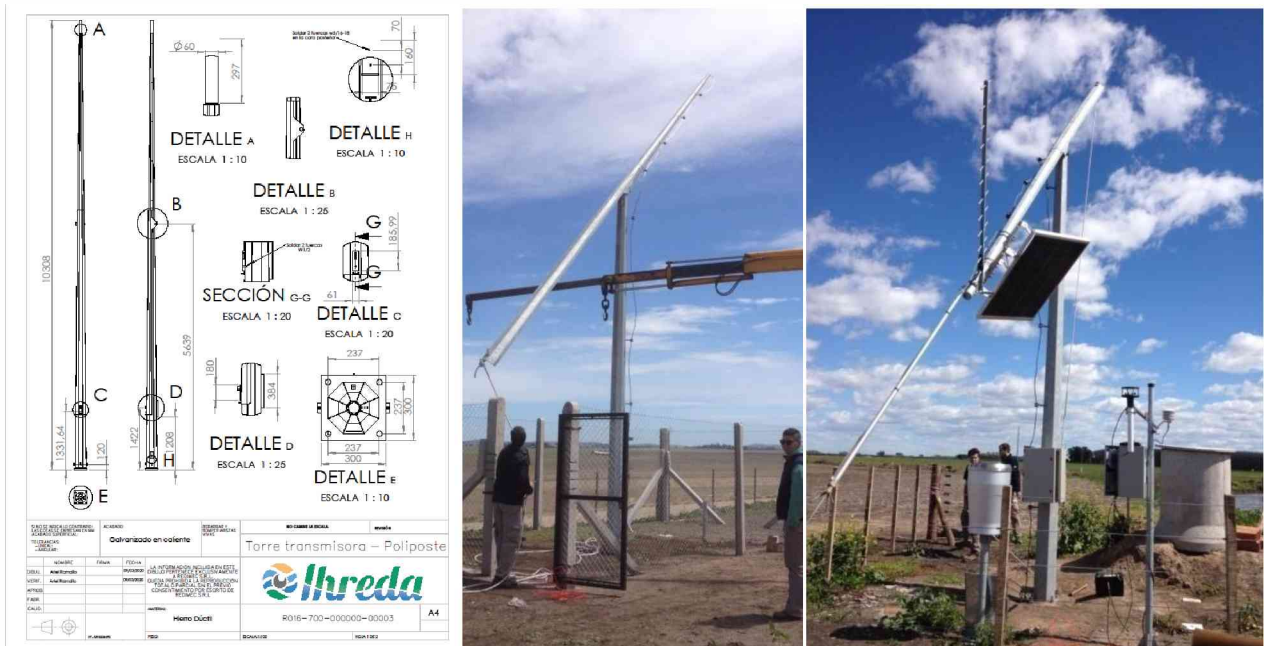


Figura 12. Plano de la torre monoposte de 10 metros (izquierda), etapa de instalación con grúa (centro) y rebatimiento final de la torre con el sistema del pararrayo instalado en su extremo superior (derecha).

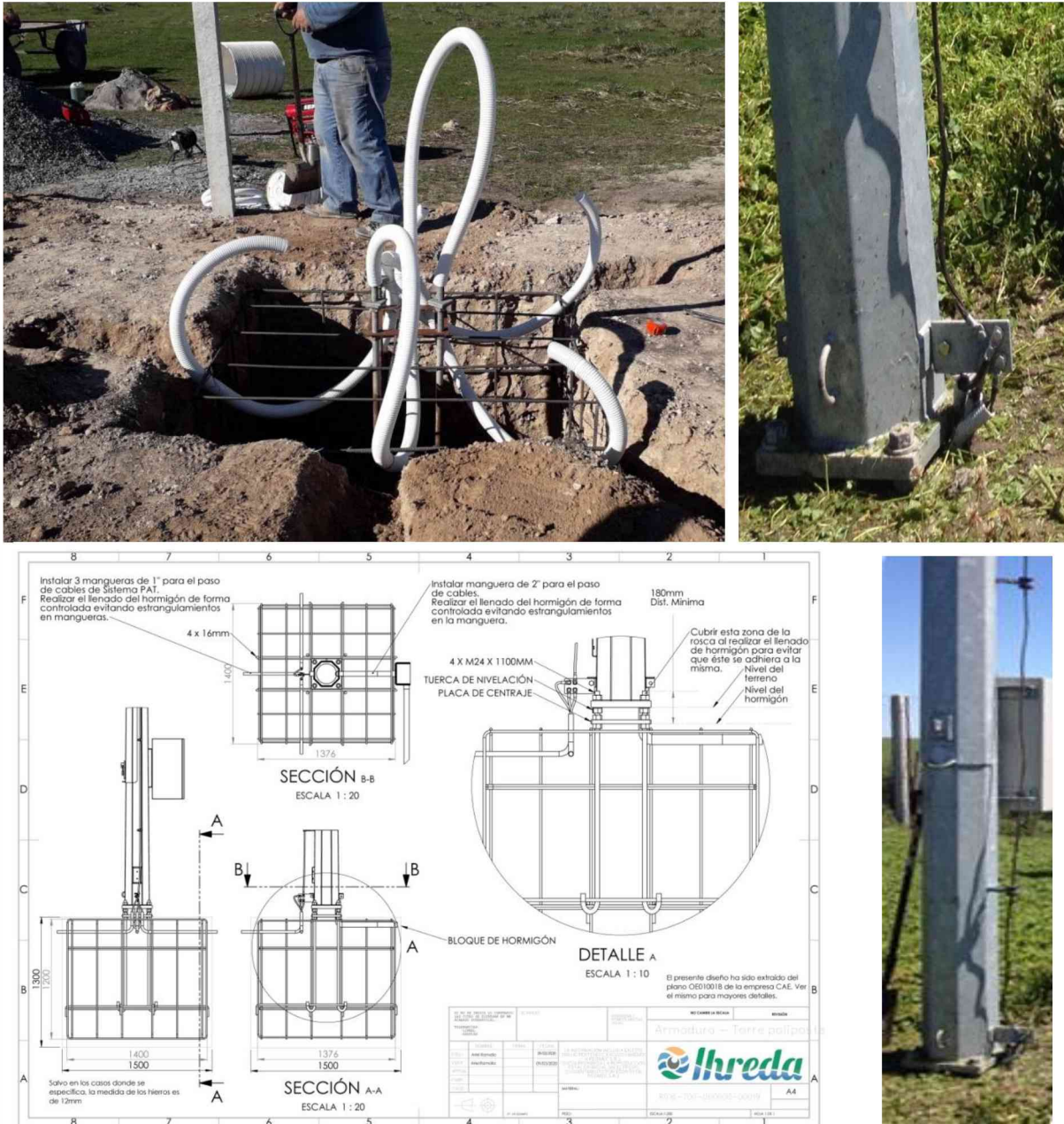


Figura 13. Mangueras para pasar el cable de cobre (arriba a la izquierda). Borneras de las jabalinas y cable hacia el pararrayos (arriba a la derecha). Plano de la base de hormigón para la torre monoposte y distribución de cableado para el sistema del pararrayo (abajo).

#### h. Unidad de adquisición de datos (Datalogger)

El Datalogger fue diseñado por Redimec SRL miembro del consorcio IHREDA para adquirir las señales provenientes de los sensores. Cuenta con una unidad central de procesamiento (CPU), con entradas y salidas analógicas y digitales (Figura 14). El firmware coordina las funciones de las partes, en conjunto con el reloj de tiempo real. El

Datalogger se configura utilizando las herramientas de software provistas para tal fin. Luego de realizada la medición, la información se almacena en un memoria no volátil. Típicamente no se almacena cada valor, sino que se realiza un procesamiento estadístico de ellos antes de guardarse en memoria. Una descripción más completa del funcionamiento y características técnicas del Datalogger se encuentra en el Anexo VIII.

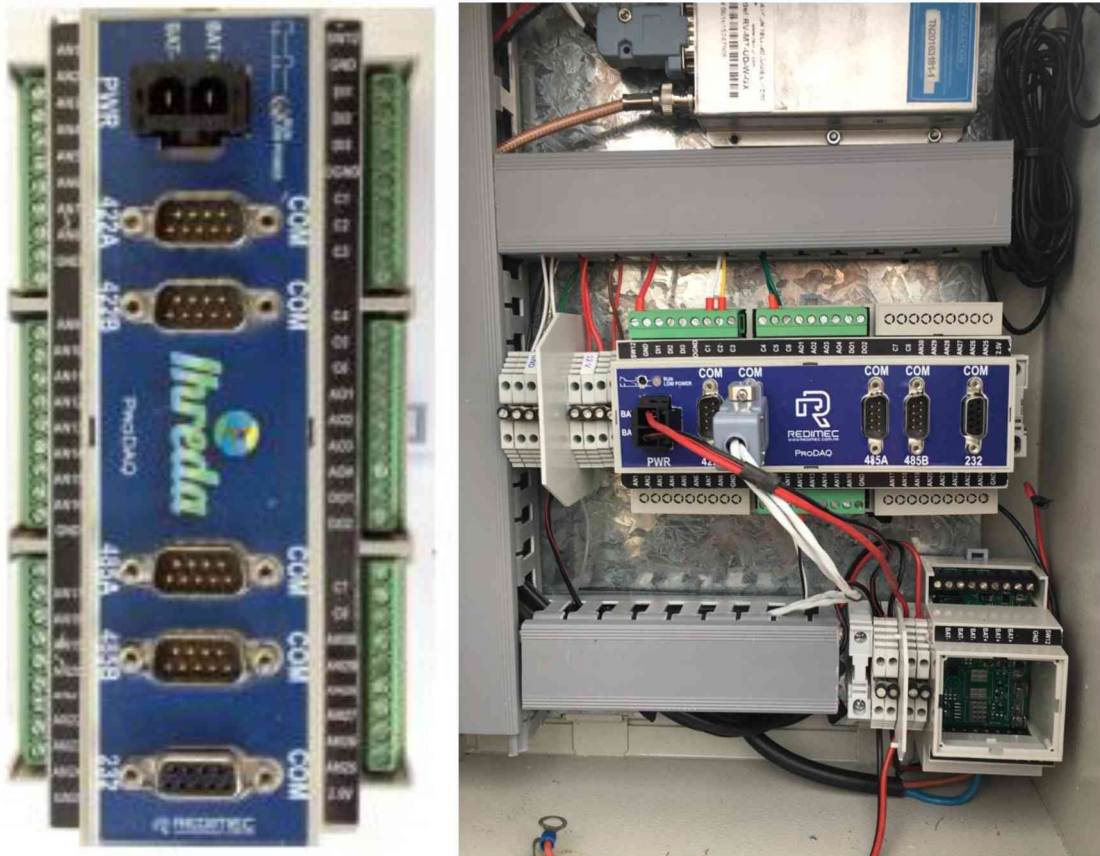


Figura 14. Entradas de Datalogger, puertos y posición en la que se ubica en la caja de la torre (además del logger se puede ver el cargador de batería, conectores y radio).

### i. Panel solar

Las EMA cuentan con dos tipos de paneles solares para cargar los distintos tipos de baterías dependiendo el tipo de transmisión (Figura 15).

De acuerdo al consumo de cada estación se usan los modelos Solartec KS100T y KS25T. En la Tabla 4 puede verse las características de cada panel.

Tabla 4. Detalles técnicos de los paneles

Modelo: KS25T		Modelo: KS100T	
<b>■ Características Eléctricas</b>		<b>■ Características Eléctricas</b>	
Potencia Nominal (PN)	25 Wp	Potencia Nominal (PN)	100 Wp
Tensión a PN	18,3 V	Tensión a PN	18,3 V
Corriente a PN	1,36 A	Corriente a PN	5,46 A
Tensión de circuito abierto	22,1 V	Tensión de circuito abierto	22,1 V
Corriente de corto circuito	1,46 A	Corriente de corto circuito	5,86 A
<b>■ Características Mecánicas</b>		<b>■ Características Mecánicas</b>	
Largo	520 mm	Largo	1028 mm
Ancho	352 mm	Ancho	668 mm
Espesor	22 mm	Espesor	36 mm
Peso	2,21 Kg	Peso	8,00 Kg



Figura 15. Fotos del panel modelo KS25T (abajo izquierda) y del panel modelo KS100T (abajo derecha).

#### j. Cargador inteligente de batería

El cargador fue diseñado por Redimec SRL miembro del consorcio IHREDA (Figura 16). Por las condiciones de nubosidad y permanencia de días nublados en invierno de la zona de estudio se desarrolló un cargador de baterías que optimice al máximo la radiación solar (determinada para la zona a partir de los registros disponibles en la estación de balance de energía del IHLLA).

Se utilizó un regulador de carga integrado MPPT (Maximum Power Point Tracking) programable que minimiza el efecto de la nubosidad y es configurable a diferentes voltajes para permitir una máxima potencia de salida de panel solar utilizado (5 V – 28 V). En nuestro proyecto la programación se adaptó al tipo de baterías de gel usadas en los diferentes modelos de estaciones (tiempo real con transmisión por radio o por 3G).



Figura 16. Cargador variable diseñado por Redimec SRL.

#### k. Módulos de transmisión

Radio: la transmisión de los datos en tiempo real se realiza con una radio de largo alcance modelo RV-M7-U marca Raveon de 5W de potencia que cumple con la normativa ambiental (Figura 17). Para que este sistema funcione es necesario contar con un equipo receptor de similares características y sendas antenas que aseguren el enlace entre ambos (Figura 18).



Figura 17. Radio utilizada para la transmisión de datos con potencia menor a 5 W (cumple normativa ambiental).



Figura 18. Antena de 12 Elementos HD Yagi modelo RK-A12U de 490-512MHz, 300 Watt, 12dBd con diferente orientación ubicada en la torre meteorológica a una altura de 4,5 metros.

**Modem 3G:** En caso de contar con señal celular estable, la EMA puede conectarse a un módulo 3G para transmitir de forma remota la información adquirida. El modem fue desarrollado por Redimec SRL como un modulo a parte que se incorpora de acuerdo a las necesidades.

**WiFi:** En caso de contar con internet, la EMA puede conectarse por WiFi a la red. El uso está limitado al alcance de la señal dado que es de

unos pocos metros. El sistema Wifi viene incorporado en todos los Dataloggers y sirve además para conectarse directamente con él usando un teléfono celular, tablet o Notebook (Anexo VI).

**GOES:** Otra forma de transmisión de datos es a través de un sistema satelital GOES. El equipo de transmisión consta de (Figura 19):

- Transmisor TX321-G-N-1 que recibe y retransmite datos recopilados desde plataformas remotas de recolección de datos,
- Antena transversal con dos antenas Yagi de cinco elementos en fase de cuadratura,
- Antena GPS activa pre amplificada de 28 dBi para aplicaciones de señal débil o de cable largo.



Figura 19. Transmisor (izquierda), antena Yagi (centro) y GPS (derecha).

### I. Sensores

Los sensores incorporados a la red se eligieron de tal manera que cumplan con las normas de la OMM en su Reporte N° 65 WMO/TD N°862. En la red se instalaron 3 tipos de sensores que de acuerdo a su tecnología se clasifican en: analógicos (TE525MM, 034B, CS100, CNR4, CMP3, SNR, HFP01, SI-111, CSIM11-PH-ORP, CS4547A,

OBS-3); digitales (CS215, CS451, SR50A, CS655, windSonic) y transductores inteligentes (PMB25). En la Tabla 5 se muestran los sensores que contiene cada EMA. En la Figura 20 se muestran los sensores instalados en una de las EMA. En el Anexo IV se describen los sensores usados en las EMA y modalidad de instalación siguiendo las normativas de la OMM.

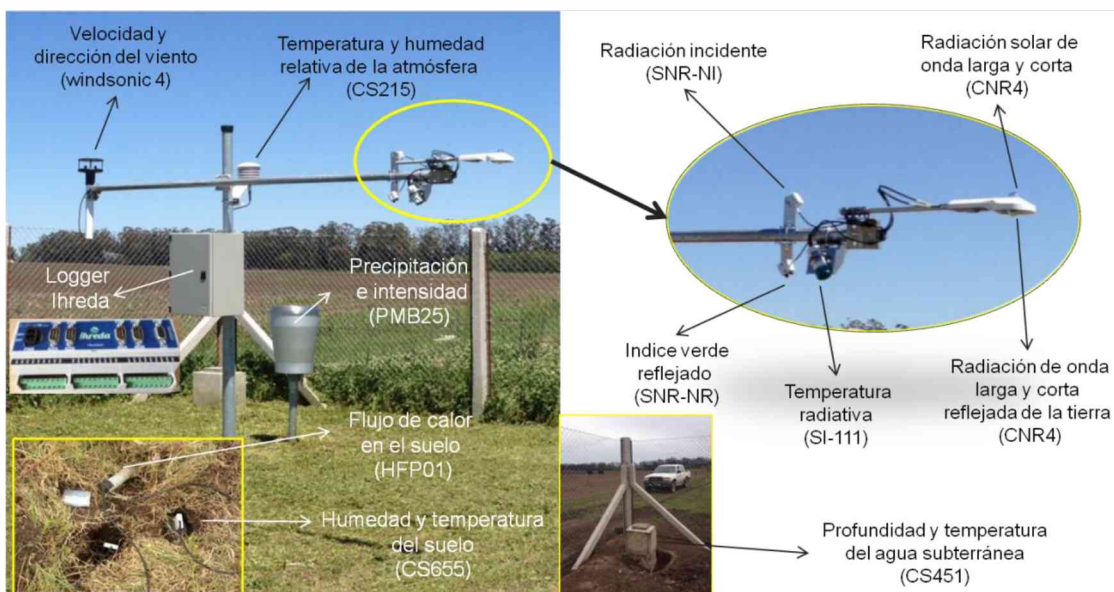


Figura 20: Ejemplo de sensores instalados en la EM45

Tabla 5. Sensores instalados en cada EMA.

Estación	Modelo de sensor:	PMB25	TE525M M	WINDSONI C 2D	034B	CS215	CS100	CS451	SR50A	CNR4	CMP3	CS655	SNR-NI, SNR-NR	HFP01-LIS	SI-111	CSIM11	CS547A	CSIM11
	Estancia	Precipitación	Precipitación	Velocidad y dirección de viento	Velocidad y dirección de viento	Temperatura y Humedad relativa del aire	Presión atmosférica	Presión de columna de agua	Ultrasónico nivel de agua	Radiación neta	Radiación global	Humedad y temperatura suelo	Reflectancia espectral	Flujo de calor en el suelo	Temperatura radiativa	pH	Conductividad y temperatura agua	ORP
1	El Cielito	X		X		X	X	X		X		X	X	X				
2	La Titora de Huarte	X				X		X			X	X		X	X			
5	San Roque Viejo	X				X		X			X							
6	La Suerte	X		X		X	X	X										
11	Videla							X										
15	La Isla	X						X										
19	La Dolores		X	X		X		X			X	X			X			
20	La Esperanza	X					X	X			X	X	X	X	X			
21	Santa Rosa	X		X		X	X	X			X		X	X	X			
26	El Mangangá	X		X		X	X				X							
27	La Azucena	X				X					X	X	X	X	X			
29	ADA-La Beatriz							X										
30	La Beatriz	X				X		X			X							
32	Don Matias	X						X										
33	El Triángulo	X						X										
34	La Chacra	X				X		X										
35	Esc N°5 "B. Carricat"	X				X	X	X			X							
42	El Parque	X		X		X	X				X	X	X	X	X			
43	La Vasconia		X			X		X								X	X	X
45	La Lucila	X		X		X	X	X		X		X	X	X	X			
46	La Victoria	X		X		X	X	X										
48	San Nicolás	X				X		X			X							
47	El Porvenir	X				X		X			X							
49	La Titina	X		X		X		X			X							
50	Catitue	X				X	X	X			X							
51	San Antonio	X						X										
52	La Cautiva	X				X		X				X						
53	Campus Tandil	X			X	X	X			X		X	X	X	X			
54	El Eslabon	X				X		X			X							
55	La Unión	X				X		X			X							
56	RP29 y A° Tandileofu							X										

## 5. Funcionamiento de los centros de monitoreo

La Red IHREDA tiene la arquitectura que se muestra en la Figura 21. Presenta centros de monitoreo local (CML) que recopilan los datos de las estaciones próximas y éstos posteriormente son retransmitidos por internet al centro de monitoreo principal (CM) ubicado en el Campus de la UNCPBA Tandil.

La configuración asegura que los centros de monitoreo local operen ante un evento extremo

de forma independiente de tal modo se reducen los riesgos de no transmisión en momentos críticos de emergencia. Si uno de los centros no funciona los otros siguen reportando datos. Pasado el evento, cuando se reestablece la comunicación, se retransmite la información al centro de monitoreo principal.

Los CML reciben la información de las EMA cercanas a través de enlace radial, telefónico 3G o satelital, dependiendo de la configuración de cada EMA. El CM se comunica a través de internet con los CML y actualiza toda la base de datos de la red de estaciones de IHREDA.

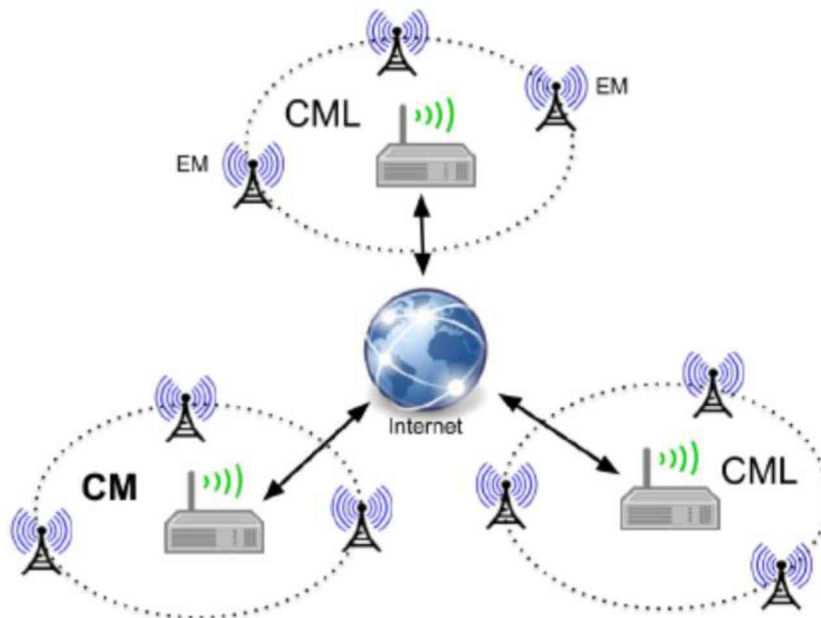


Figura 21. Arquitectura de la red IHREDA.

## 6. Mantenimiento de las estaciones y sensores

El mantenimiento de la EMA es un punto muy importante a la hora de planificar la construcción de una red de monitoreo. Los costos mayores se dan en el mantenimiento y no tanto en la construcción de una red.

En la red de monitoreo de IHREDA se realizan dos tipos de mantenimiento, el preventivo que es el

destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la revisión y limpieza rutinaria del equipamiento y de la parcela; y el mantenimiento correctivo o de emergencia que repara y pone en condiciones de funcionamiento aquellas EMA o sensores que dejaron de funcionar (es importante que el operador de la red disponga de los sensores y repuestos para el reemplazo inmediato del material dañado).

El mantenimiento preventivo es el más eficaz para el sostenimiento de una red de monitoreo, se

basa en evitar los fallos de los equipos antes de que estos ocurran. En el Anexo X puede verse el programa de mantenimiento de los sensores de acuerdo a datos del fabricante.

Las tareas rutinarias que se realizan en el programa consta de:

- Desmalezado de la EMA y su entorno.
- Limpieza del vidrio del panel solar.
- Limpieza de sensores: remoción de nidos de insectos, animales o algas en la EML, limpieza de los piranómetros, limpieza de pluviómetros y control de su nivel.
- Medición de los niveles freáticos y de arroyo en cámara de aquietamiento con sonda manual.
- Comprobación de las torres y gabinetes para ver si hay daños estructurales, corrosión o humedad en el gabinete.
- Comprobación de la tensión del alambre del cerco.
- Verificación de los cables y conectores de los sensores para ver si hay agrietamiento.

- Llenado de planilla de visita y fotografiado para documentar la condición del sitio.
- Reemplazo de sensores de acuerdo a su vida útil.
- Reemplazo de batería antes de que su rendimiento caiga, en función de su vida útil.

El mantenimiento correctivo o de emergencia consta en solucionar el problema que causó la visita de emergencia, así mismo se realizan las tareas de mantenimiento de rutina necesarias y el llenado de planilla de visita y fotografiado para documentar la condición del sitio.

Los problemas pueden darse por:

- Falla o desgaste prematuro en la batería.
- Falla en el Datalogger.
- Problema con el Sensor.
- Equipos de comunicación.
- Cables cortados por roedores.
- Vandalismo.

## 7. Referencias

OMM. 1997. Instruments and observing methods. Report No 65. OMM-Nº852. [https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice\\_display&id=11269#.Xib8bU8za70](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=11269#.Xib8bU8za70) Último acceso 18 de septiembre 2020.

OMM. 2008. Guía de prácticas hidrológicas. Volumen I: Hidrología. OMM-Nº168. [https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice\\_display&id=9403#.XuALTIUzbiU](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=9403#.XuALTIUzbiU) Último acceso 18 de septiembre 2020.

OMM. 2018. Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos (Edición 2018). OMM-Nº8. [https://library.wmo.int/?lvl=notice\\_display&id=5280#.XiXIAE8za70](https://library.wmo.int/?lvl=notice_display&id=5280#.XiXIAE8za70) Último acceso 18 de septiembre 2020.

## **8. Anexos**

- I. Contrato de comodato
- II. Planos de Estaciones de Monitoreo Automático EMBE, EML, EMM y EMF
- III. Plano de cámara de aquietamiento
- IV. Plano del freatímetro
- V. Plano de la torre meteorológica y mástil del pluviómetro
- VI. Plano de torre de transmisión articulada
- VII. Plano de base de torre de trasmisión y sistema pararrayo
- VIII. Manual del Datalogger
- IV. Instructivo para montaje de sensores
- X. Planilla de mantenimiento preventivo de sensores

# I. Contrato de comodato



**CONTRATO DE COMODATO**

En la ciudad de Tandil, a los ..... días del mes de..... de 2018, entre el....., DNI....., en su carácter de Responsable Técnico de ..... ,en adelante denominado “*el comodatario*” por una parte, y por la otra ..... DNI: .....en carácter propietario del inmueble Estancia....., con domicilio en calle ..... , ciudad de....., provincia de Buenos Aires en adelante denominado “*el comodante*”, todos mayores de edad y hábiles para este acto, se conviene celebrar el presente **CONTRATO DE COMODATO**, sujeto a las cláusulas y condiciones siguientes:

**PRIMERA:** El comodante da en comodato al comodatario el día.....de.....de 2018 una fracción de terreno de conformidad entre las partes en la Ea. ...., lote....., partido de.....por un plazo de 20 años.-----

**SEGUNDA:** El comodatario se compromete expresamente a darle a la fracción de tierra el destino exclusivo de la instalación de estaciones con capacidad de monitorear y transmitir datos de variables ambientales, sin poder afectar la fracción de tierra a otro uso o fin.-----

**TERCERA:** El comodatario recibe el espacio cedido en comodato en perfecto estado de limpieza y conservación, y se obliga a restituirlo en idéntico estado al recibido. Queda obligado el comodatario a permitir ingresar y visitar la fracción de tierra al comodante cada vez que éste lo requiera para comprobar su estado. Además, el comodatario notificará al comodante las personas que ingresarán al predio cedido en comodato con la

antelación suficiente a los teléfonos que indique el comodante; como así también el protocolo de ingreso a seguir por las personas designadas.-----

**CUARTA:** Las estaciones se instalarán en el terreno cedido en comodato en un área de 8 metros por 4 metros cercado con alambre romboidal de 1,90 metros de altura y con una tranquera de ingreso. En el interior del predio se construirá una perforación de diámetro 115mm y de 15 metros de profundidad; se instalarán un mástil de 2 metros de altura, un panel solar y los sensores respectivos.-----

**QUINTA:** Queda especialmente prohibido al comodante modificar el predio alambrado sus instalaciones sea total o parcialmente, sin el previo consentimiento y aprobación expresada por escrito por el comodatario.-----

**SEXTA:** El lugar dado en comodato deberá ser usado exclusivamente por el comodatario y aquellas personas que se encuentren legalmente legitimadas por el comodatario.-----

-----  
**SEPTIMA:** Queda prohibido al comodatario transmitir el presente contrato o subcontratar, en forma parcial o total, temporaria o permanentemente, gratuita u onerosamente.-----

**OCTAVA:** El presente comodato se efectúa por el plazo establecido en la cláusula primera del presente y podrá renovarse de forma automática si ninguna de las partes denuncia el comodato. La restitución del lugar deberá realizarse libre de alambrados y equipos, a total satisfacción del comodante.-----

**NOVENA:** A los efectos de cualesquier notificación, sean extra o judiciales derivadas del presente comodato, las partes constituyen como domicilios especiales los consignados en el encabezamiento del presente siendo válidas todas las notificaciones que allí se cursen.--

-----

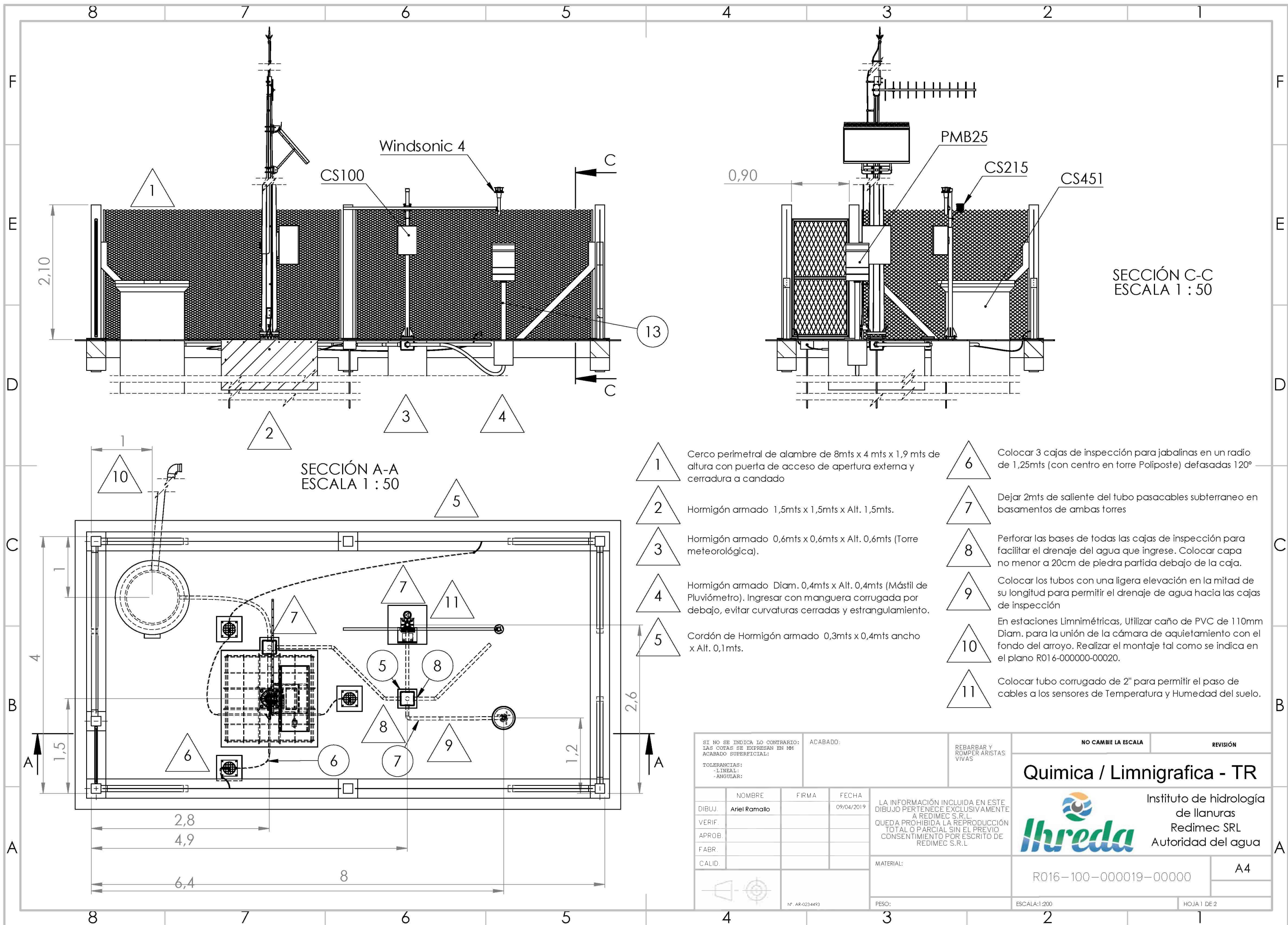
**DECIMA:** El comodatario declara haber visitado e inspeccionado el lugar cedido en comodato y constatado que se encuentra en las condiciones declaradas en este contrato.---

-----  
**DECIMA PRIMERA:** El comodante no será responsable de los daños y perjuicios ocasionados a las personas y/o terceros que tengan contacto directo con el bien cedido en comodato en el día y horario estipulado, eximiéndoselo de toda responsabilidad al respecto.-----

**DECIMA SEGUNDA:** A todos los efectos legales del presente contrato las partes se someten a la jurisdicción y competencia de los Juzgados Federales de la ciudad de Azul, con expresa renuncia a cualquier otro fuero y/o jurisdicción que pudiera corresponderles.  
Leído que es el presente, las partes firman tres (03) ejemplares de un mismo tenor y a un solo efecto.-----

## **II. Planos de Estaciones de Monitoreo EMBE, EML, EMM y EMF**





SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 50

SECCIÓN C-C  
ESCALA 1 : 50

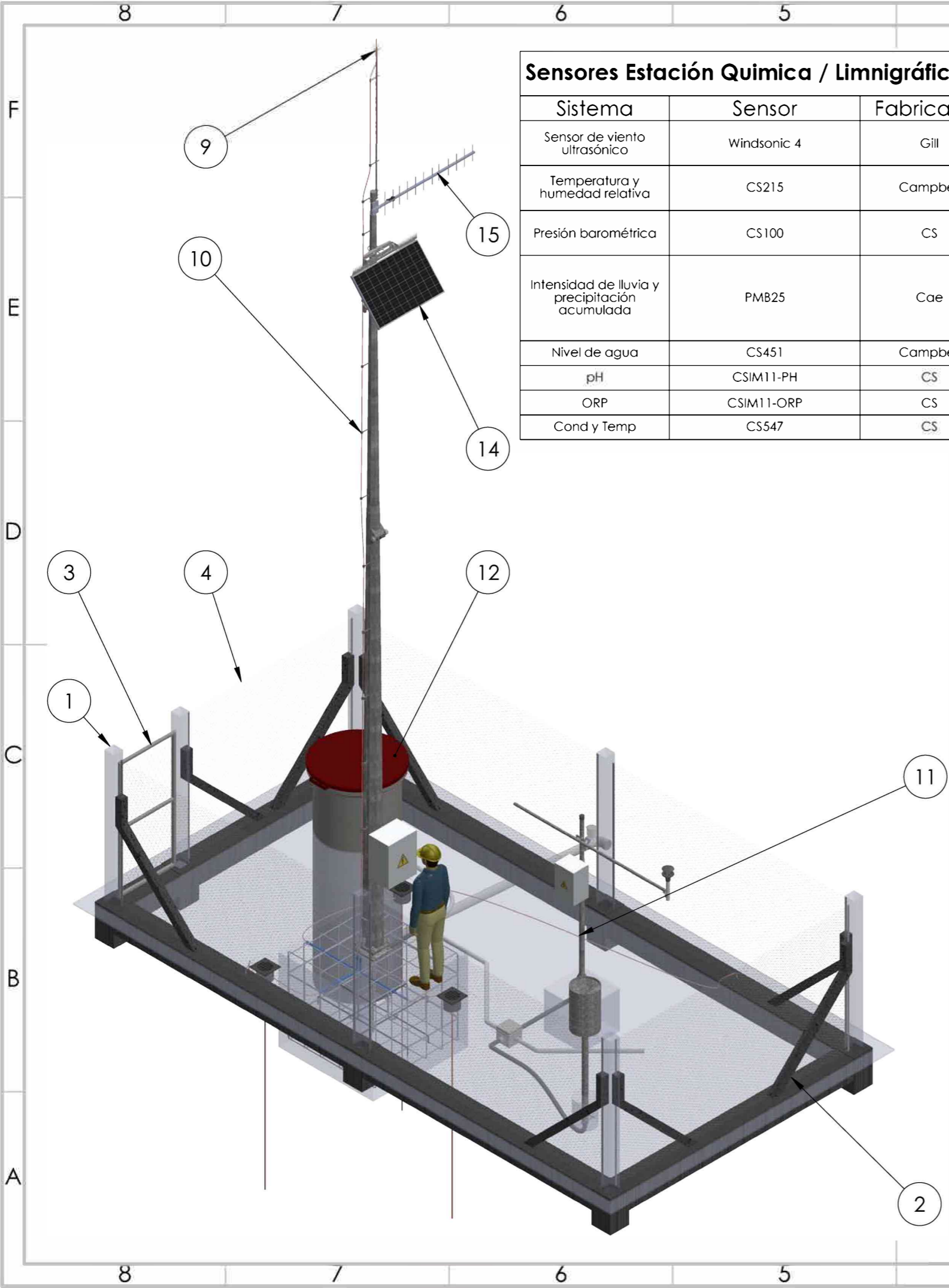
- 1 Cercos perimetral de alambre de 8mts x 4 mts x 1,9 mts de altura con puerta de acceso de apertura externa y cerradura a candado
- 2 Hormigón armado 1,5mts x 1,5mts x Alt. 1,5mts.
- 3 Hormigón armado 0,6mts x 0,6mts x Alt. 0,6mts (Torre meteorológica).
- 4 Hormigón armado Diam. 0,4mts x Alt. 0,4mts (Mástil de Pluviómetro). Ingresar con manguera corrugada por debajo, evitar curvaturas cerradas y estrangulamiento.
- 5 Cordón de Hormigón armado 0,3mts x 0,4mts ancho x Alt. 0,1mts.
- 6 Colocar 3 cajas de inspección para jabalinas en un radio de 1,25mts (con centro en torre Poliposte) defasadas 120°
- 7 Dejar 2mts de saliente del tubo pasacables subterráneo en basamentos de ambas torres
- 8 Perforar las bases de todas las cajas de inspección para facilitar el drenaje del agua que ingrese. Colocar capa no menor a 20cm de piedra partida debajo de la caja.
- 9 Colocar los tubos con una ligera elevación en la mitad de su longitud para permitir el drenaje de agua hacia las cajas de inspección
- 10 En estaciones Limnimétricas, Utilizar caño de PVC de 110mm Diam. para la unión de la cámara de aquietamiento con el fondo del arroyo. Realizar el montaje tal como se indica en el plano R016-000000-00020.
- 11 Colocar tubo corrugado de 2" para permitir el paso de cables a los sensores de Temperatura y Humedad del suelo.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
TOLERANCIAS: - LINEAL: - ANGULAR:				<b>Química / Limnigrafica - TR</b>  Instituto de hidrología de llanuras Redimec SRL Autoridad del agua	
DIBUJ. Ariel Romallo		FIRMA	FECHA 09/04/2019		
VERIF.		LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DIBUJO PERTENECE EXCLUSIVAMENTE A REDIMEC S.R.L. QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PREVIO CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE REDIMEC S.R.L.		A4	
APROB.		MATERIAL:		ESCALA: 1:200	
FABR.		PESO:		HOJA 1 DE 2	
CALID.		N.º AR-0234493			

### Sensores Estación Química / Limnigráfica TR

Sistema	Sensor	Fabricante
Sensor de viento ultrasónico	Windsonic 4	Gill
Temperatura y humedad relativa	CS215	Campbell
Presión barométrica	CS100	CS
Intensidad de lluvia y precipitación acumulada	PMB25	Cae
Nivel de agua	CS451	Campbell
pH	CSIM11-PH	CS
ORP	CSIM11-ORP	CS
Cond y Temp	CS547	CS

Sistema	Item	Descripción	Cantidad
Cercos	1	Poste de Hormigon de 100 x 100mm x 2,5Mts	7
	2	Puntal Hormigon de 100 x 100mm	8
	3	Puerta de acceso en caño estructural cuadrado de 40x40mm	1
	4	Alambre perimetral romboidal de 16x50x150mm	24mts
Tendido subteraneo	5	Caja de inspeccion PVC de 210x210x165mm	2
	6	Tubo corrugado de 1"	10mts
	7	Tubo corrugado de 2"	20mts
	8	Conector p/caño 2"	8
Pararrayos	9	Kit pararrayos conformado por: -3x CI1 (Caja de inspección 25x25cm de fundición) -3x JC1930 (Jabalina 3/4 x 3000mm) -3x M19 (Morseto p/jabalina 3/4) -3x CI07 (Tubo p/alojamiento de jabalina) -1x PAT11 (Placa PAT galvanizada) -1x Mástil galvanizado -1x PF434 (Punta Franklin) -5x T50 (Terminal p/cable 50mm/2) -25mts CCD50 (Cable cobre desnudo 50mm/2)	1
Torre transmisora	10	Torre transmisora "Poliposte" (Ver plano R016-700-000000-00003)	1
Torre Meteorológica	11	Torre meteorológica "Redimec" (Ver plano R016-000000-000001)	1
Nivel de agua	12	Cámara de aquietamiento - Tubo de HºAº de 1mt de diámetro x prof. igual a cota de prof. del arroyo/canal.	1
Precipitaciones	13	Mástil de pluviómetro (Ver plano R016-000000-000004)	1
Generación de electricidad	14	Panel solar KS100	1
Transmisión en tiempo real	15	Antena Yagi Y33412	1

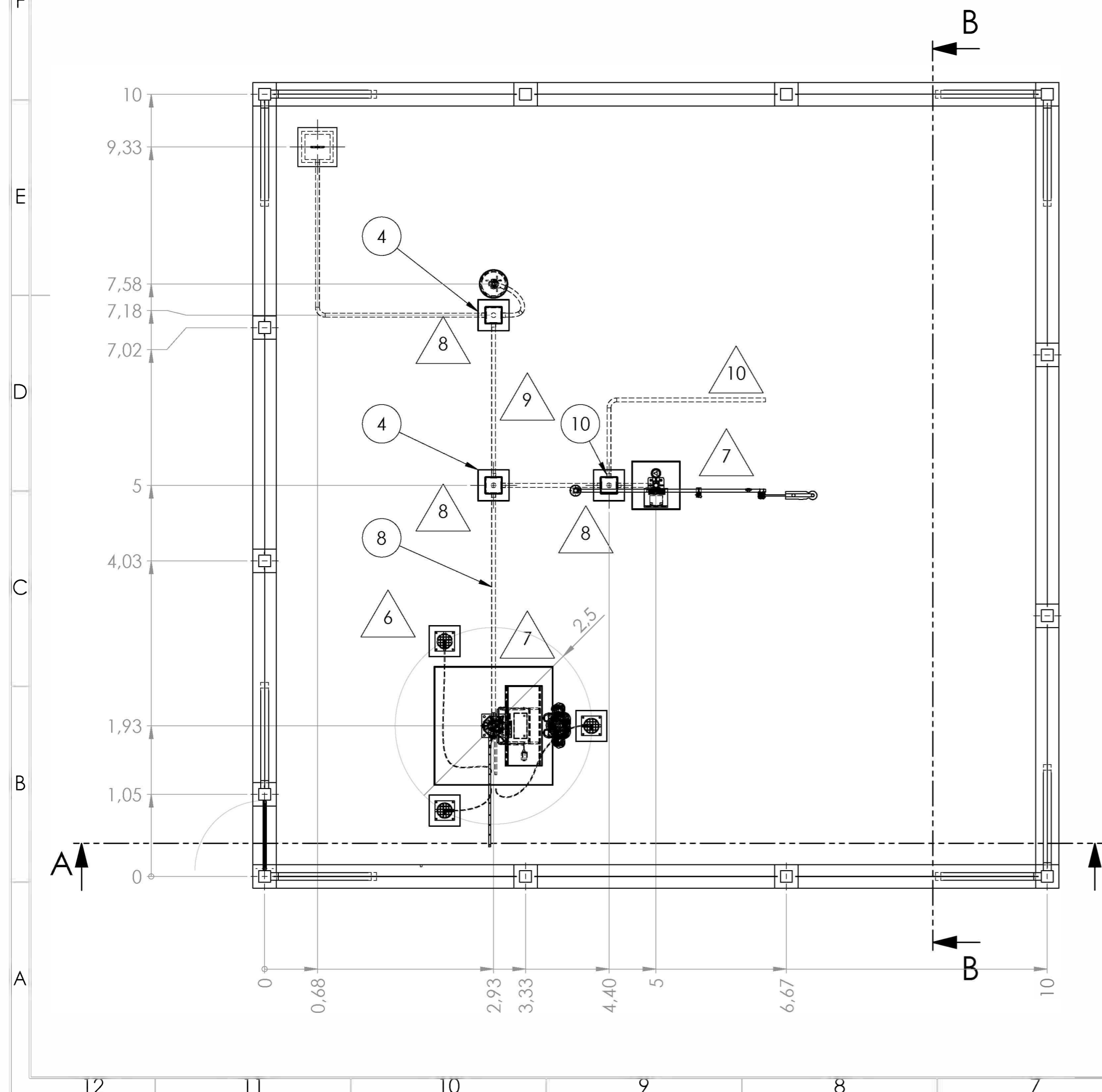
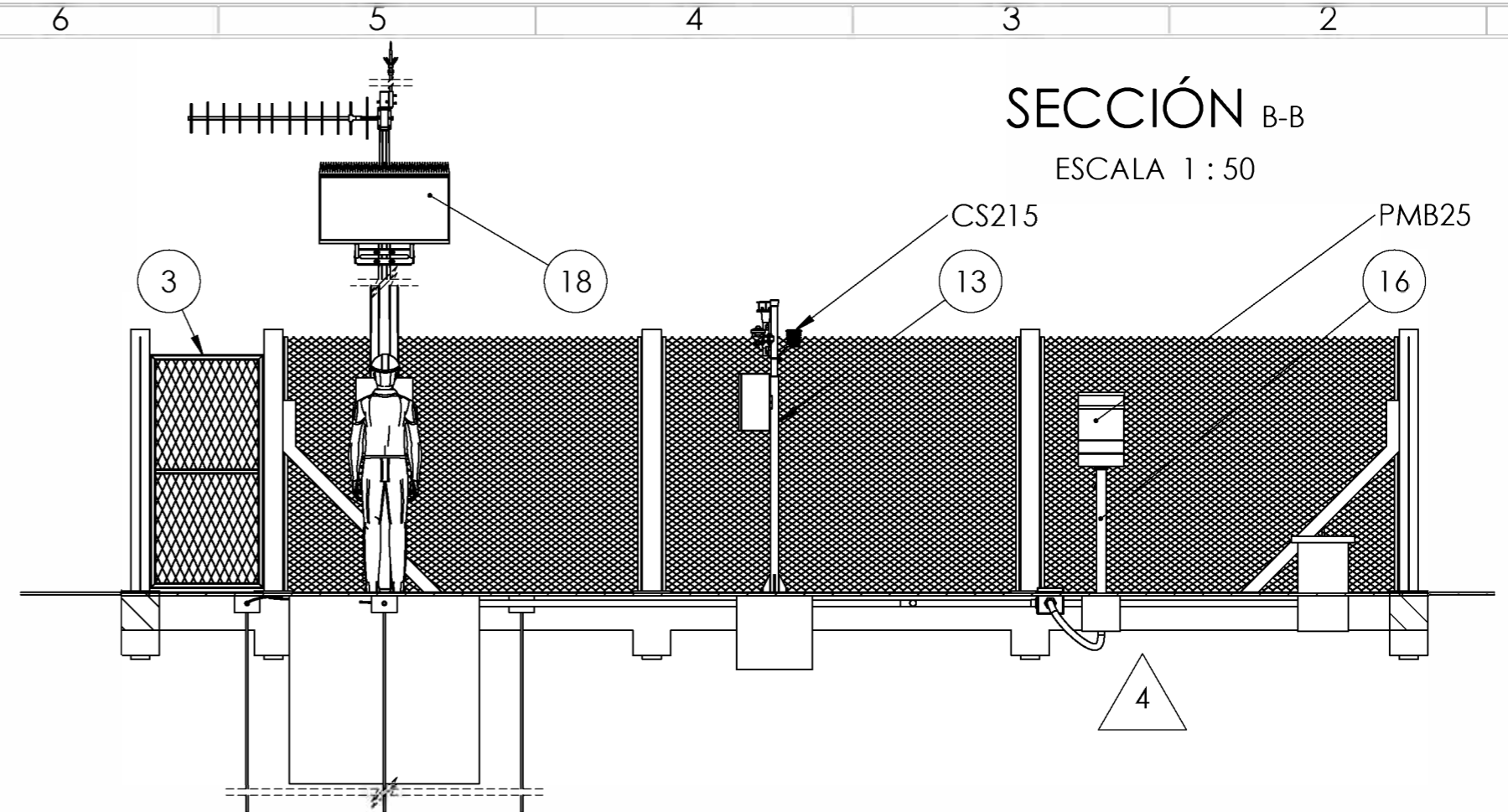
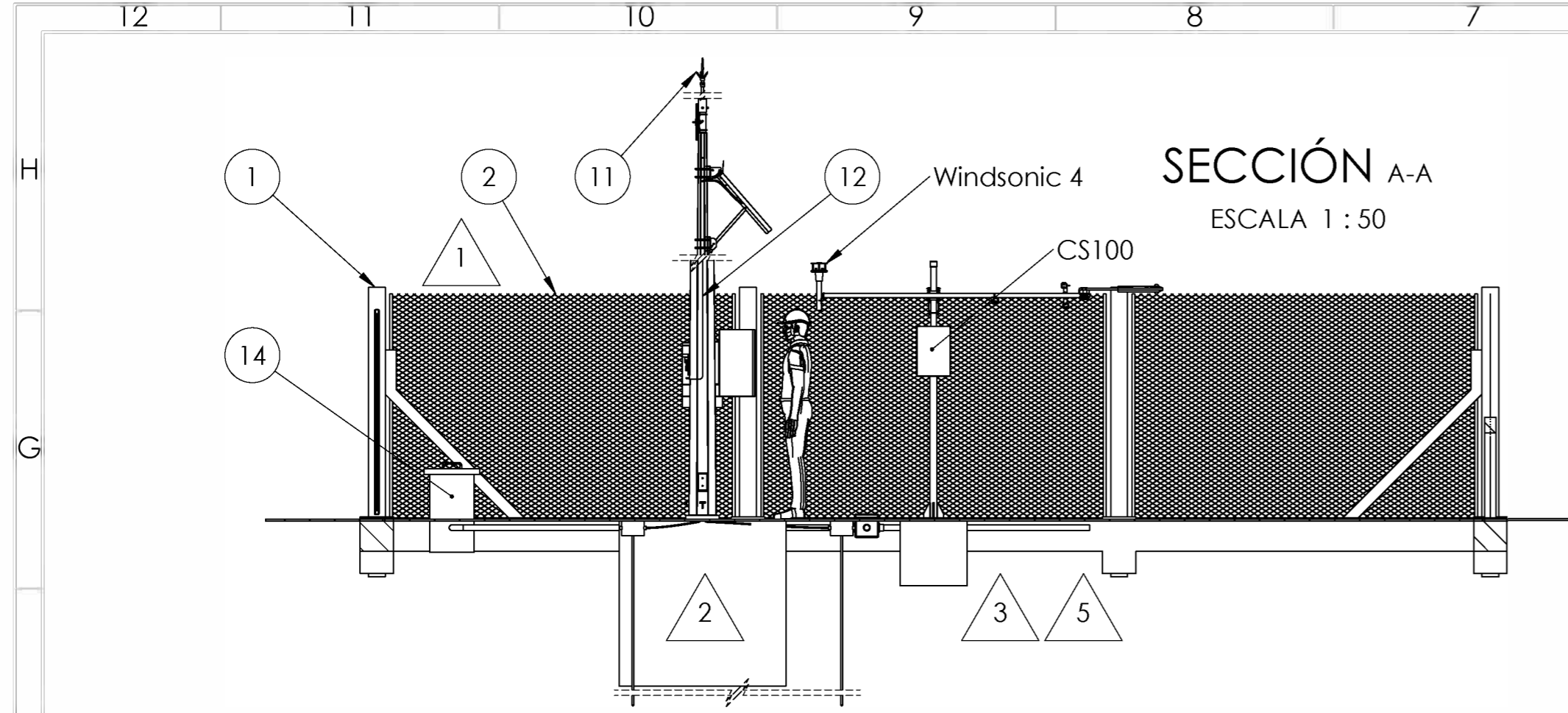


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL		ACABADO	REBARBAR 1 SUMER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
TOLERANCIAS: - LINEAL - ANGULAR				<b>Química / Limnigrafica - TR</b>	
DELU	Ariel Romallo	FIRMA	FECHA	Instituto de hidrología de llanuras Redimec SRL Autoridad del agua	
VER F			09/04/2019		
APROB					
PAE					
CAUD				MATERIAL:	
Nº. AR-0234493				PESO:	
				ESCALA: 1:200	HOJA 2 DE 2

**Ihreda**  
Instituto de hidrología de llanuras Redimec SRL  
Autoridad del agua

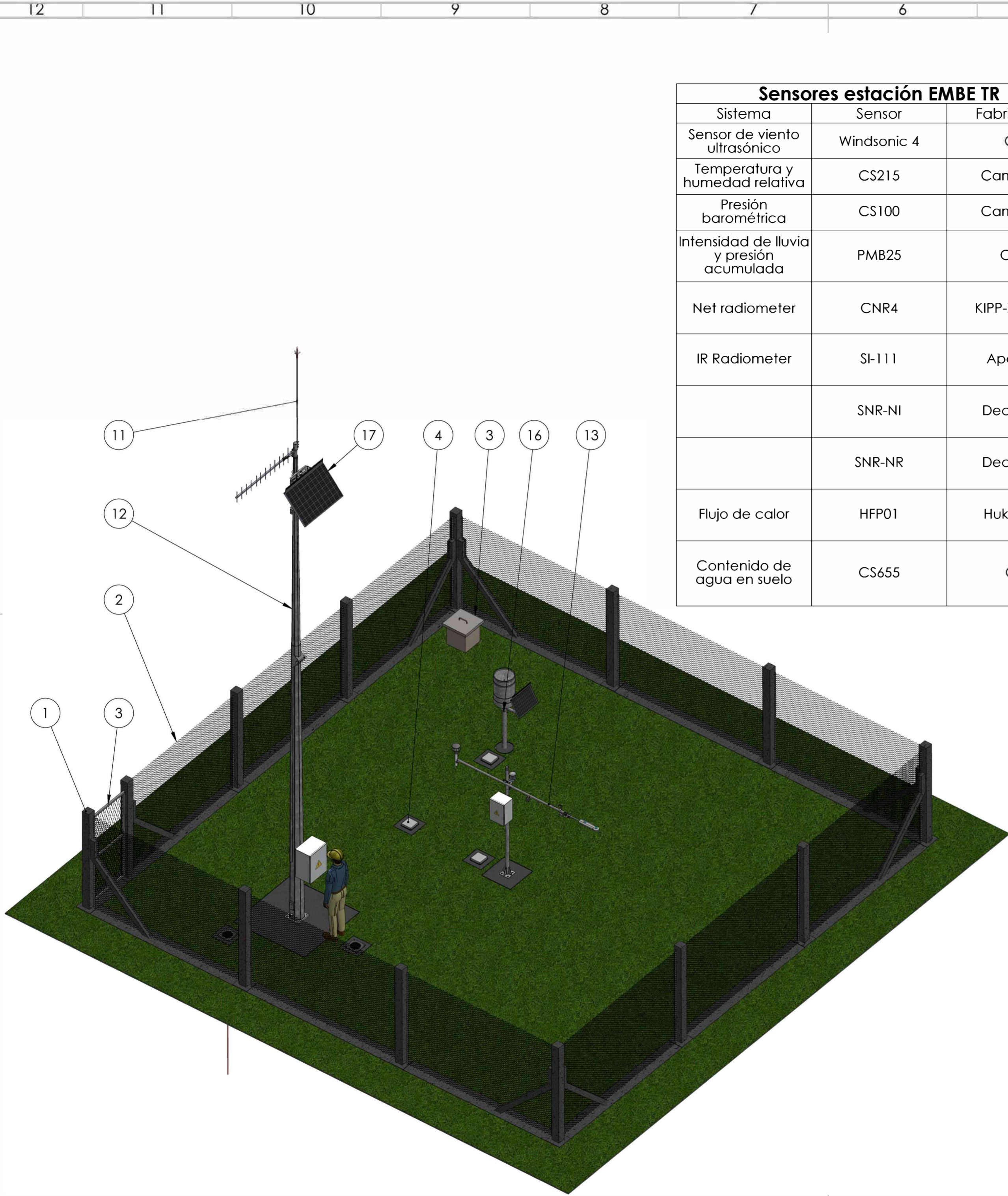
R016-100-000019-00000

A4



- 1 Cercos perimetral de alambre de 10mts x 10 mts x 2 mts de altura con puerta de acceso de apertura externa y cerradura a candado
- 2 Hormigón armado 1.5mts x 1.5mts x Alt. 1.5mts.
- 3 Hormigón armado 0.6mts x 0.6mts x Alt. 0.6mts (Torre meteorológica).
- 4 Hormigón armado Diam. 0.4mts x Alt. 0.4mts (Mástil de Pluviómetro). Ingresar con manguera corrugada por debajo, evitando curvaturas cerradas y/o estrangulamientos.
- 5 Cordón de Hormigón armado 0.3mts x 0,4 mts ancho x Alt. 0.1mts.
- 6 Colocar 3 cajas de inspección para jabalinas en un radio de 1.25mts (con centro en torre Poliposte) defasadas 120°. Colocar una capa no menor a 20cm de piedra partida debajo de cada caja y perforar sus bases para facilitar el drenaje de agua que pueda ingresar a ellas.
- 7 Dejar 2mts de saliente del tubo pasacables subterráneo en basamentos de ambas torres
- 8 Perforar las bases de todas las cajas de inspección para facilitar el drenaje del agua que ingrese.
- 9 Colocar los tubos con una ligera elevación en la mitad de su longitud para permitir el drenaje de agua hacia las cajas de inspección
- 10 Colocar tubo de 2" para sensores subterráneos

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL:		ACABADO	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DIBUJO PERTENECE EXCLUSIVAMENTE A REDIMEC S.R.L. QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PREVILO CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE REDIMEC S.R.L.		EMBE 10X10 TR		
DIBUJ.	NOMBRE Ariel Ramallo	FIRMA	FECHA 09/04/2019	 Instituto de hidrologia de llanuras Redimec SRL Autoridad del agua		
VERIF.	Ariel Ramallo		09/04/2019	R016-000000-00009		A4
APROB.				ESCALA 1:200		HOJA 1 DE 2
FABR.						
CALID.						
		MATERIAL:				
		PESO:				



Sensores estación EMBE TR			ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PROVEEDOR	CANTIDAD
Sistema	Sensor	Fabricante	CERCO	1	Poste de Hormigón 100mmx100mm x 2.4mts	20
Sensor de viento ultrasónico	Windsonic 4	Gill		2	Alambre perimetral romboidal de 16 x 50 x 150mm	40 mts
				3	Puerta de acceso en caño estructural cuadrado de 7"	1
Temperatura y humedad relativa	CS215	Campbell	Tendido subterráneo	4	Caja de inspección PVC de 210mm x 210mm x 165mm	1
				5	Cable IPR 3 X 2.5mm	10 mts
				-	-	-
				8	Tubo corrugado de 2"	GENROD
Presión barométrica	CS100	Campbell	9	Conector p/caño 1"	GENROD	6
Intensidad de lluvia y presión acumulada	PMB25	CAE	10	Conector p/caño 2"	GENROD	2
Net radiometer	CNR4	KIPP-ZONEN	Sistema pararrayos	11	Kit pararrayos conformado por: -3x C11 (Caja de inspección 25x25cm de fundición) -3x JC1930 (Jabalina 3/4 x 3000mm) -3x M19 (Morseo p/jabalina 3/4) -3x C107 (Tubo p/alojamiento de jabalina) -1x PAT11 (Placa PAT galvanizada) -1x Mástil galvanizado -1x PF434 (Punta Franklin) -5x T50 (Terminal p/cable 50mm/2) -25mts CCD50 (Cable cobre desnudo 50mm/2)	1
IR Radiometer	SI-111	Apogee				
	SNR-NI	Decagon	Torre transmisora	12	Torre transmisora "Poliposte" (Ver plano R016-700-000000-00003)	1 (SOLO EN ESTACIÓN DE TIEMPO REAL)
	SNR-NR	Decagon	Torre Meteorológica	13	Torre meteorológica "Redimec" (Ver plano R016-700-000000-00001)	1
Flujo de calor	HFP01	Hukseflux	Sistema de medición de nivel de agua	14	Dado de hormigón de 0,4 x 0,4 x 0,7 mts	1
Contenido de agua en suelo	CS655	CS	Sistema de medición de precipitaciones	16	Mástil de Pluviómetro (Ver plano R016-700-000000-00004)	1
			Sistema de generación eléctrica de 100w	17	Panel solar KS100	1 (SOLO EN ESTACIÓN DE TIEMPO REAL)

SE NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:  
-LINEAL  
-ANGULAR

ACABADO: REBARBARAR / ROMBER ARISTAS / UNAS

NO CAMBIE LA ESCALA REVISIÓN

EMBE TR X 10 X 10 TR

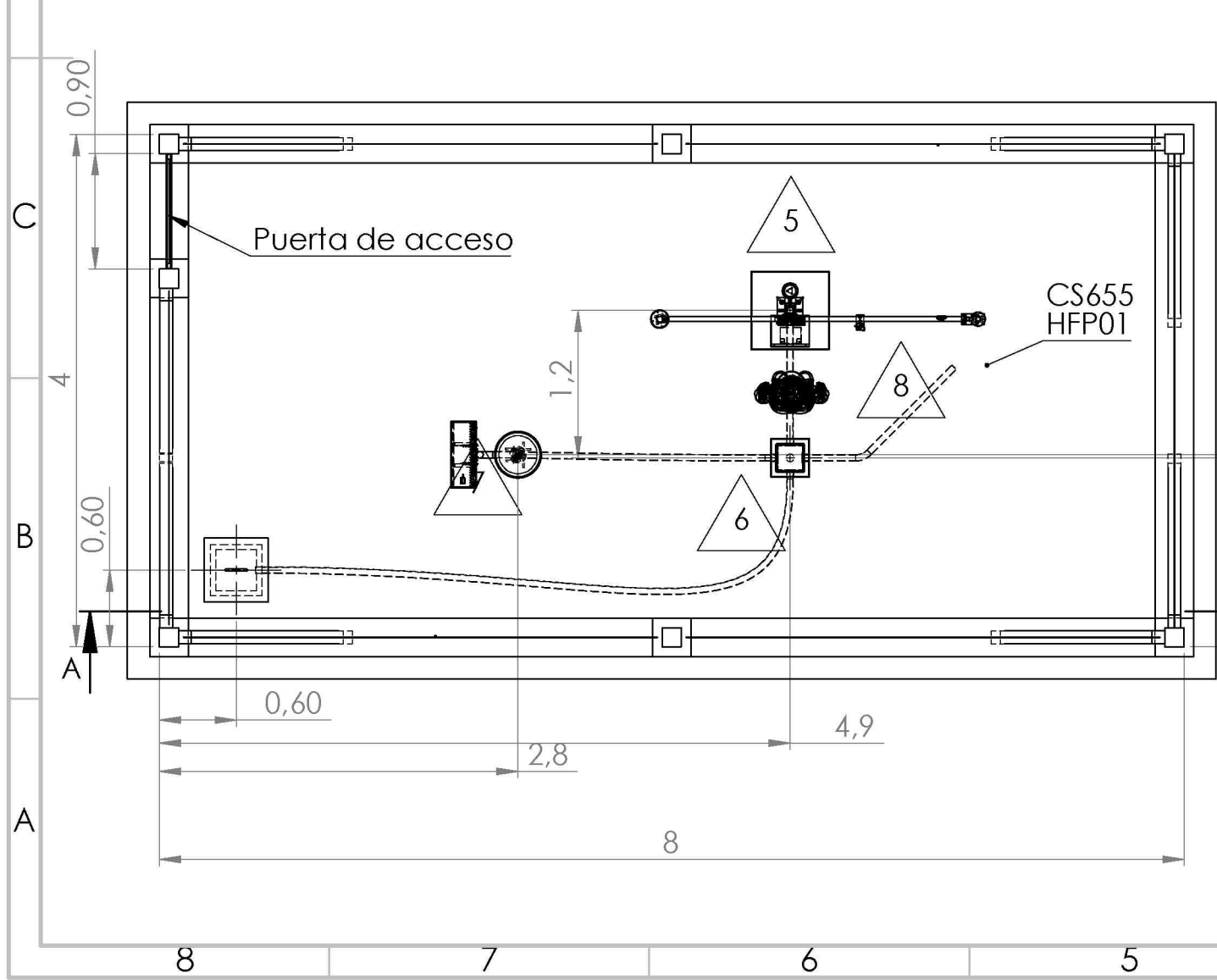
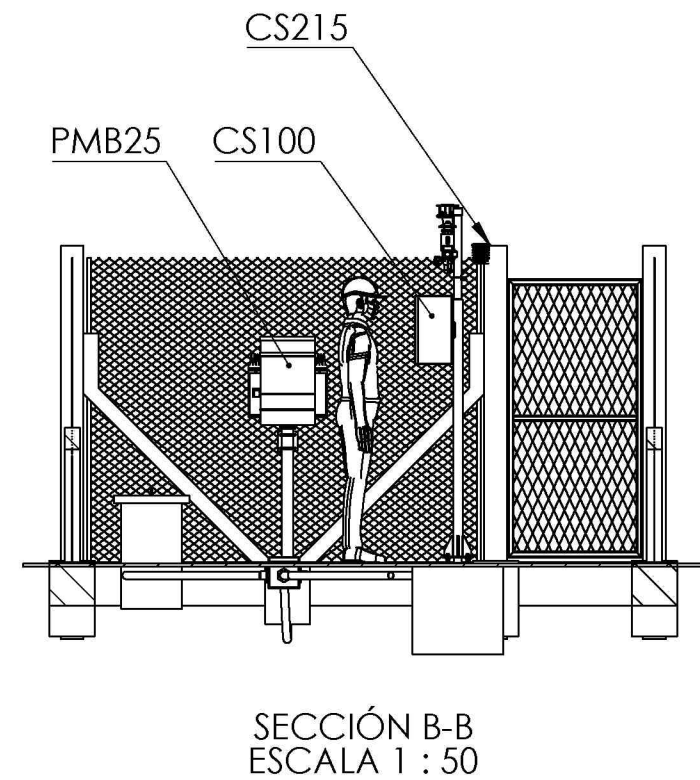
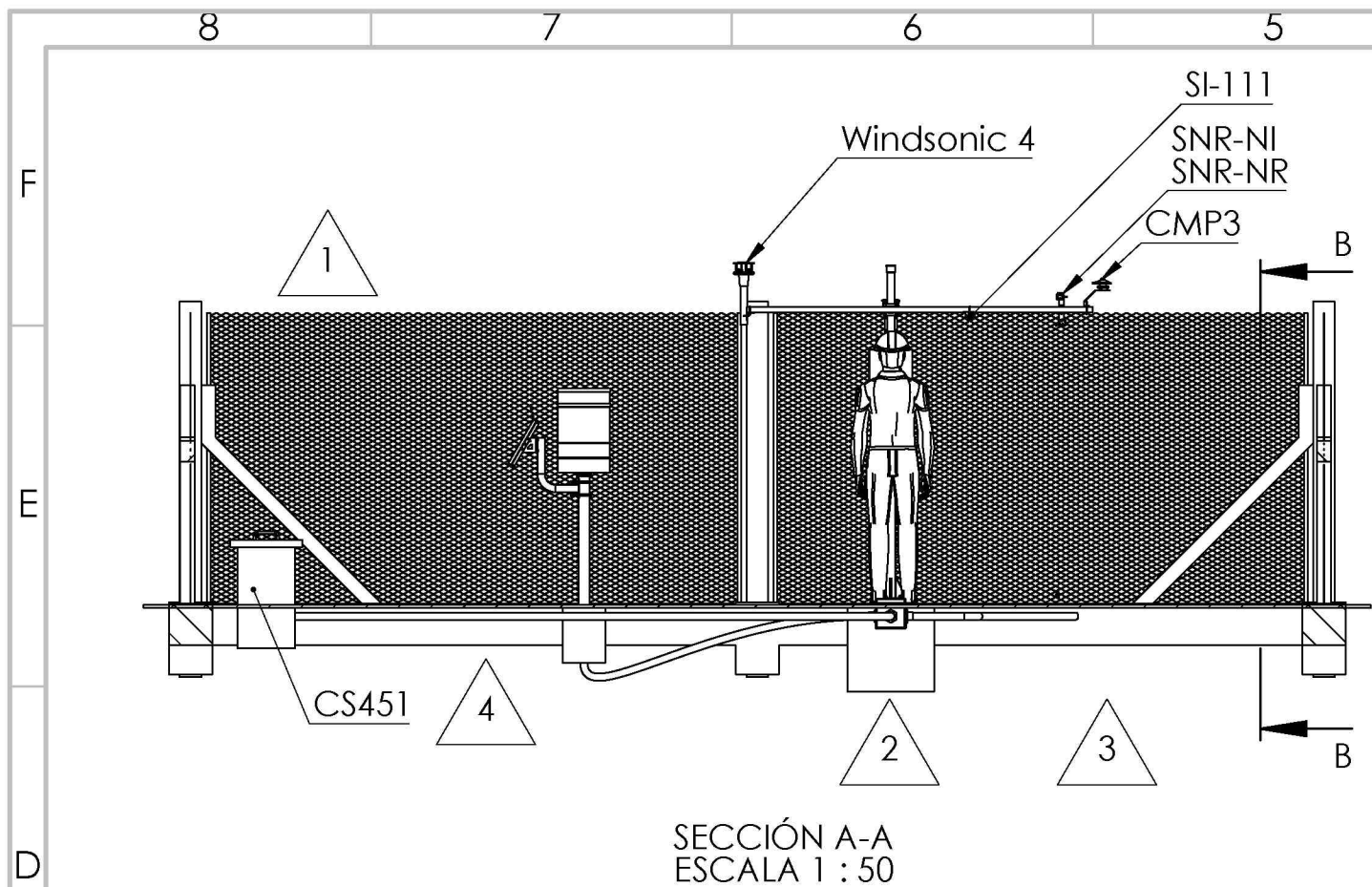
Instituto de hidrología de llanuras Redimec SRL Autoridad del agua

R016-000000-00009 A4

ESCALA: 1:200 HOJA 2 DE 2

NOBRE	RAMO	FECH	REVISIÓN
riel Ramallo		09/04/2019	1
riel Ramallo		09/04/2019	2

MATERIAL: PESO: Nº AR 023493



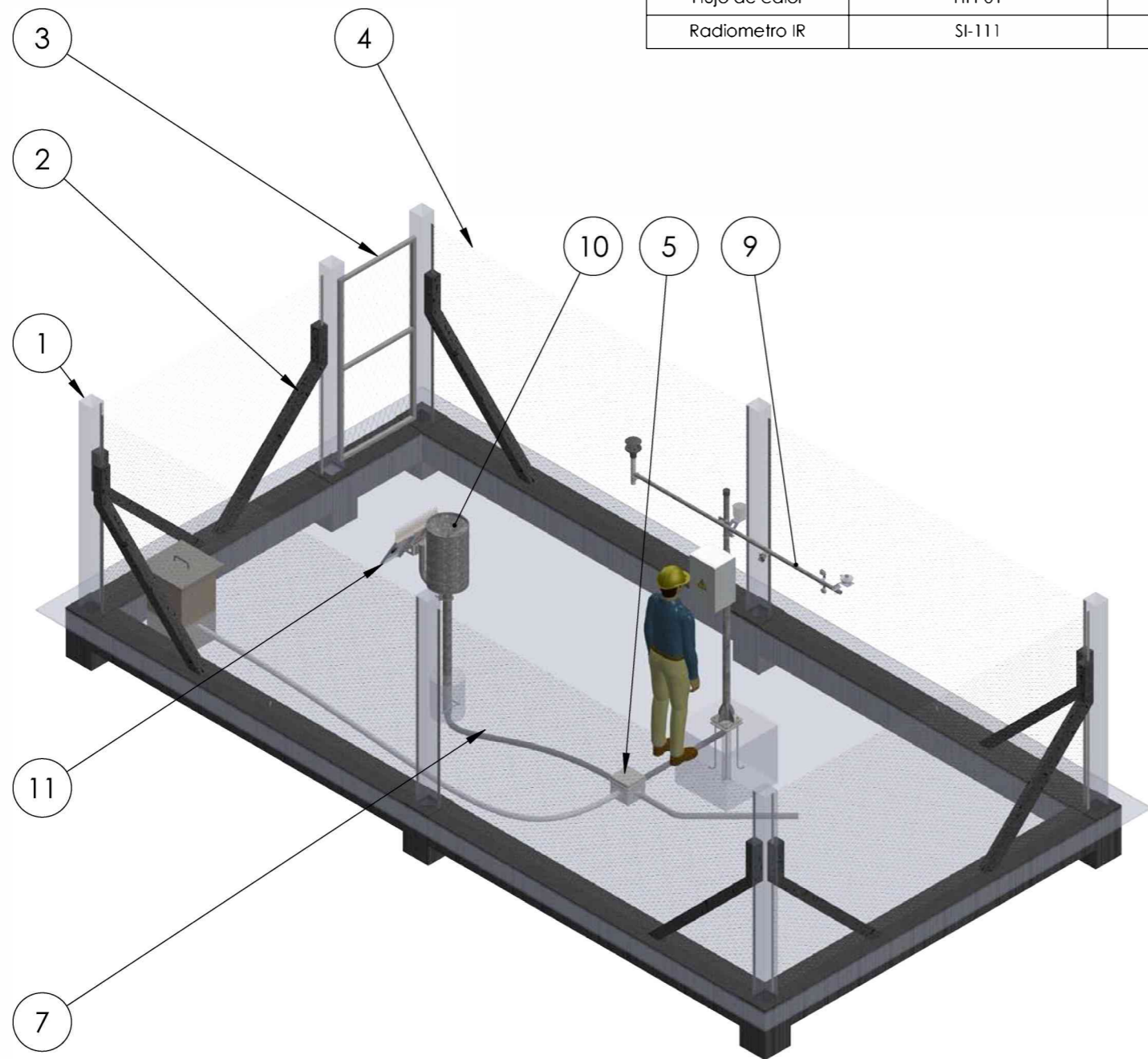
- 1 Cercos perimetral de alambre de 8mts x 4 mts x 2 mts de altura con puerta de acceso de apertura externa y cerradura a candado
- 2 Hormigón armado 0,6mts x 0,6mts x Alt. 0,6mts (Torre meteorológica).
- 3 Hormigón armado Diam. 0,4mts x Alt. 0,4mts (Mástil de Pluviómetro).
- 4 Cordón de Hormigón armado 0,3mts x 0,4mts ancho x Alt. 0,1mts.
- 5 Dejar 2mts de saliente del tubo pasacables subterráneo en basamento de torre.
- 6 Perforar la base de la caja de inspección para facilitar el drenaje del agua que ingrese a la misma, y realizar capa de piedra partida de no menos de 20cm debajo de ella.
- 7 Colocar los tubos con una ligera elevación en la mitad de su longitud para permitir el drenaje de agua hacia las cajas de inspección
- 8 Colocar tubo corrugado de 2" para permitir el paso de cables a los sensores de Temperatura y Humedad del suelo.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
TOLERANCIAS: -LINEAL: -ANGULAR:				Estación Meteorológica EMBE Freatimetrica - TD	
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA	Instituto de hidrología de llanuras Redimec SRL Autoridad del agua	
VERIF.	AR		09/04/2019		
APROB.				R016-100-000020-00000	
FABR.				A4	
CALID.				ESCALA: 1:100	
		Nº. AR-0234493	PESO:	HOJA 1 DE 2	

### Sensores Estación Química / Limnigráfica TR

Sistema	Sensor	Fabricante
Sensor de viento ultrasónico	Windsonic 4	Gill
Temperatura y humedad relativa	CS215	Campbell
Presión barométrica	CS100	Campbell
Intensidad de lluvia y precipitación acumulada	PMB25	Coe
Nivel de agua	CS451	Campbell
Radiación solar	CMP3	Campbell
Contenido de agua en suelo	CS-655	CS
Flujo de calor	HFP01	Hukseflux
Radiómetro IR	SI-111	Apogee

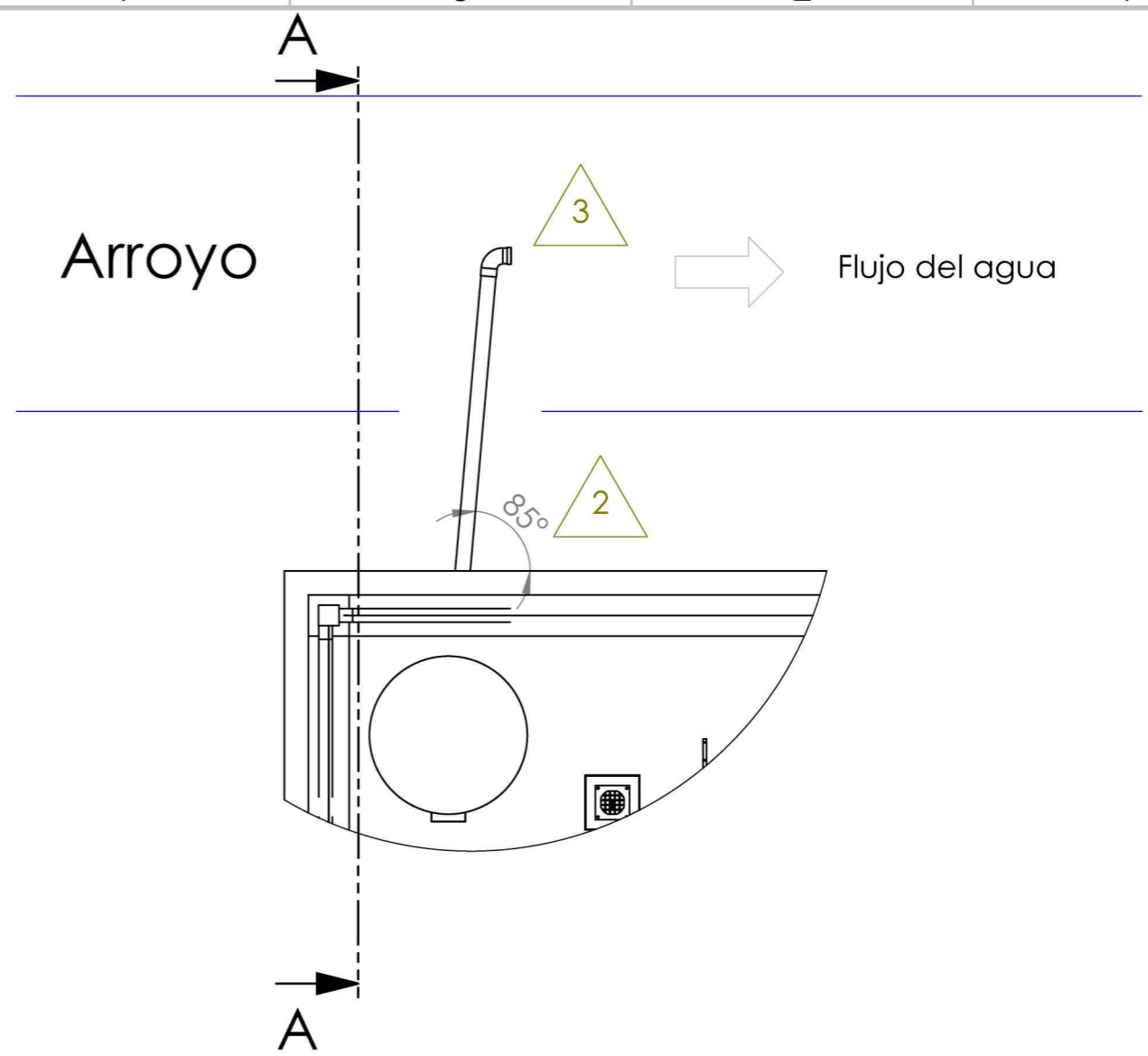
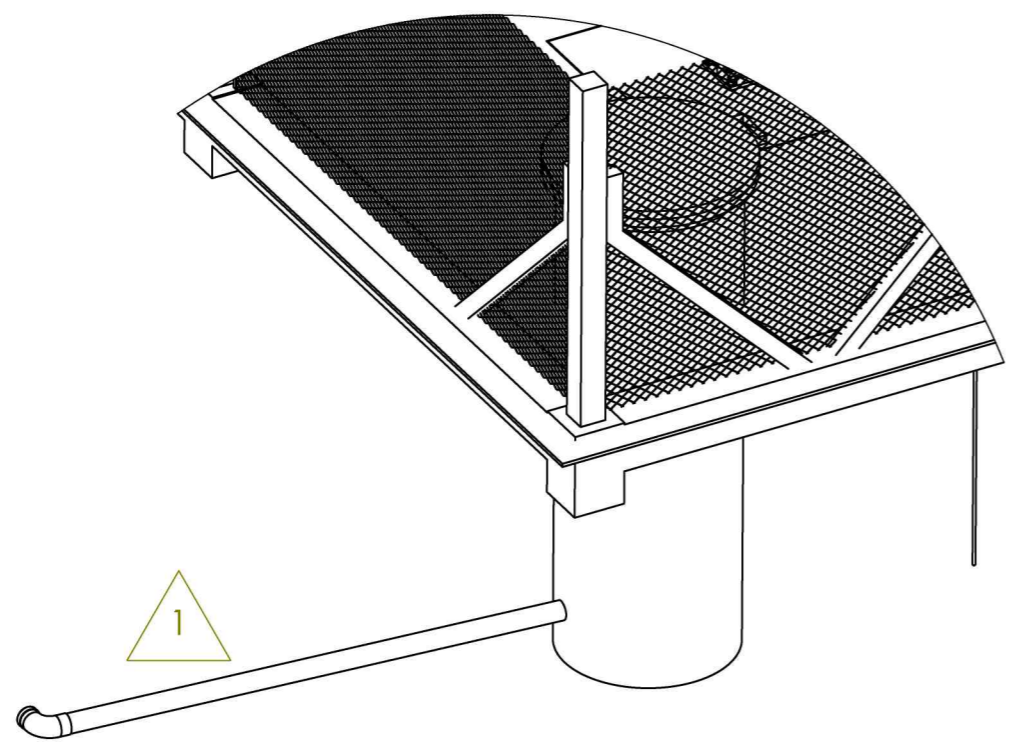
Sistema	Item	Descripción	Cantidad
Cercos	1	Poste de Hormigon de 100 x 100mm x 2,5Mts	7
	2	Puntal Hormigon de 100 x 100mm	8
	3	Puerta de acceso en caño estructural cuadrado de 40x40mm	1
	4	Alambre perimetral romboidal de 16x50x150mm	24mts
Tendido subterraneo	5	Caja de inspeccion PVC de 210x210x165mm	2
	6	Tubo corrugado de 1"	10mts
	7	Tubo corrugado de 2"	20mts
Torre Meteorológica	8	Conector p/caño 2"	8
	9	Torre meteorológica "Redimec" (Ver plano R016-000000-000001)	1
Precipitaciones	10	Mástil de pluviómetro (Ver plano R016-000000-000004)	1
Generación de electricidad	11	Panel solar KS25	1



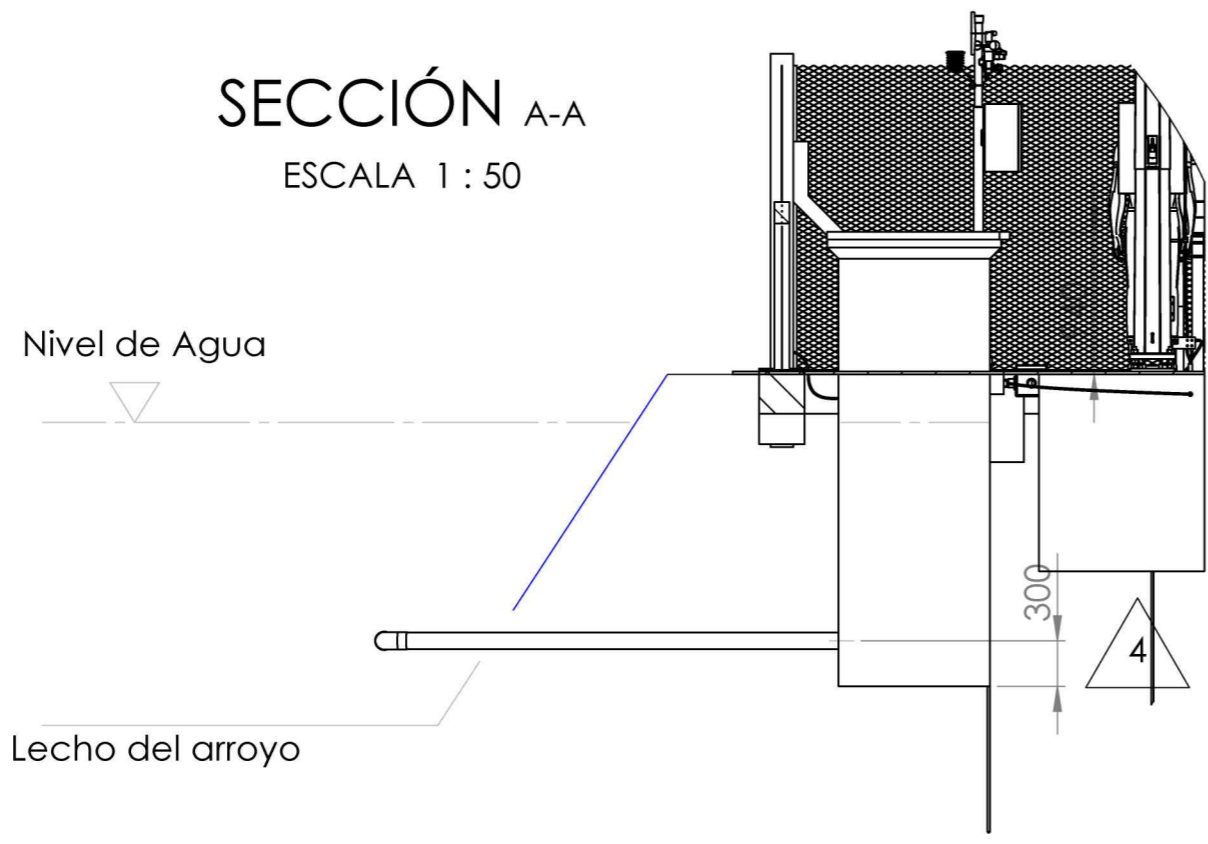
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL		ACABADO	REBARBAR 3 BUMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
TOLERANCIAS: - LINEAL - ANGULAR				<b>Estación Meteorológica EMBE Freatimetrica - TD</b>	
	NOMBRE AR	FIRMA	FECHA 09/04/2019	Instituto de hidrología de llanuras Redimec SRL Autoridad del agua	
	VER F				
	APROB			R016-100-000020-00000	
	PLA			A4	
	CHIC			ESCALA: 1:100	
		Nº. AB: 0234493	PESO:	HOJA 2 DE 2	

## **III. Plano de cámara de aquietamiento**






SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 50

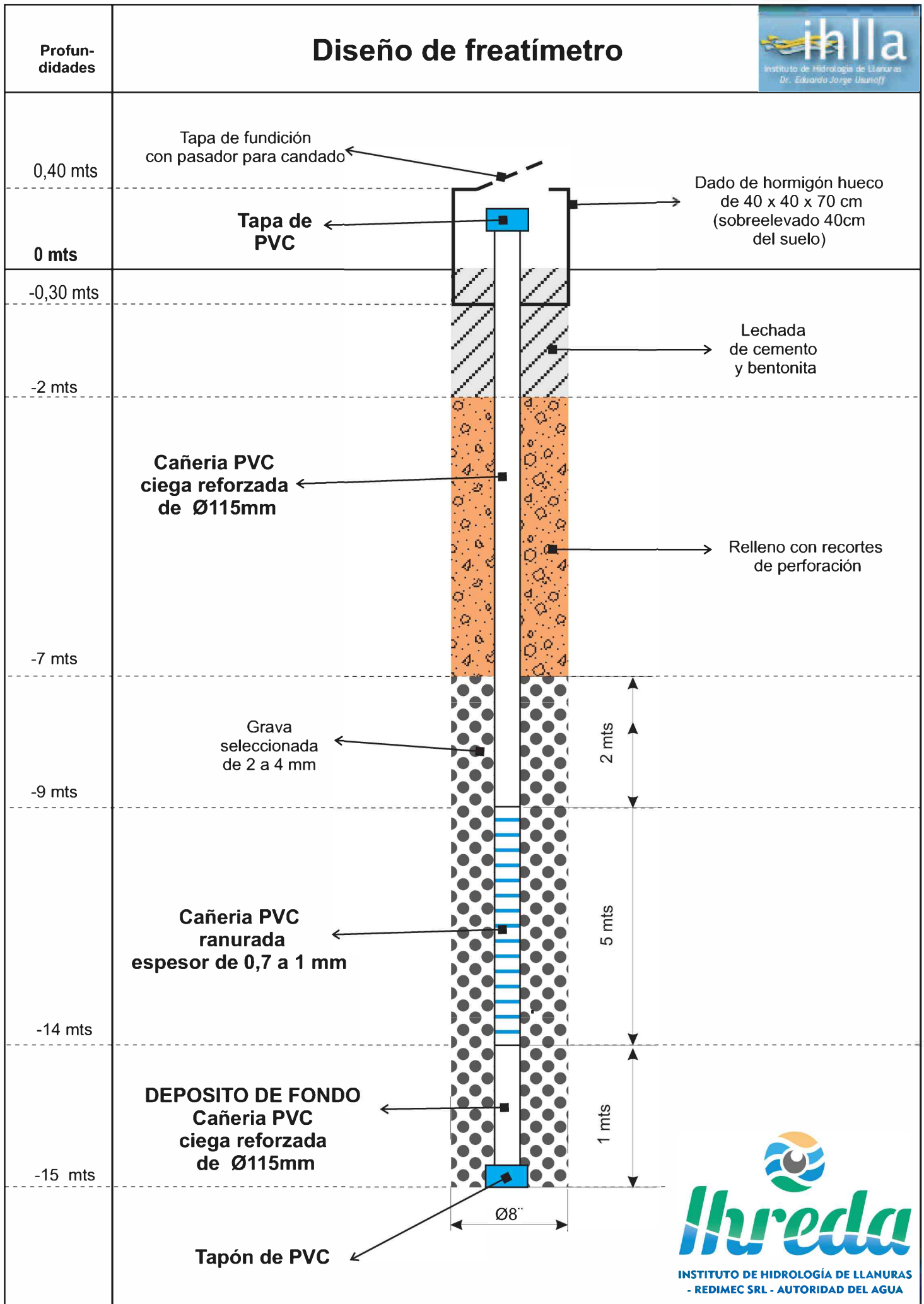


- 1 Utilizar un caño de PVC de 110mm de diámetro para la unión subterránea entre la cámara de aquietamiento y el lecho del arroyo.
- 2 El caño debe ingresar al arroyo con una leve inclinación de aproximadamente 5° en el sentido del flujo del agua, y debe poseer un codo en su extremo que queda sumergido con su boca orientada en sentido contrario al flujo de agua para dificultar el ingreso de residuos y sedimentos.
- 3 En la boca del codo, también se colocará una tapa con diversas perforaciones para evitar el ingreso de residuos más grandes.
- 4 La salida del tubo de PVC desde el Tubo H°A° se ubicará a unos 30cm sobre el extremo inferior del tubo H°A°, este espacio sirve como trampa para los sedimentos que van ingresando en la tubería.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
TOLERANCIAS: -LINEAL: -ANGULAR:				Cámara de Aquietamiento Nivel de agua de Arroyo	
DESIGNADO	NOMBRE	FIRMA	FECHA		
ELABORADO	Ariel Ramallo		09/03/2020		
VERIFICADO	Ariel Ramallo		09/03/2020		
APROBADO					
MATERIAL:			R016-000000-00020		
PESO:			ESCALA: 1:200		
Nº. AR: 0234493			HOJA 1 DE 1		

## **IV. Plano del frentímetro**

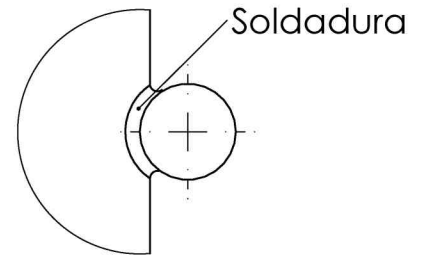
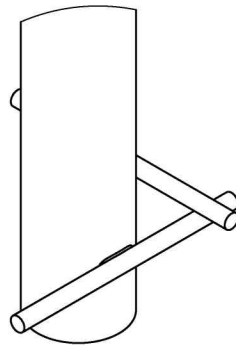
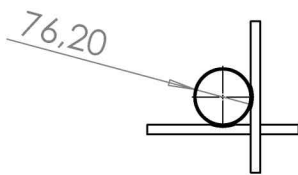
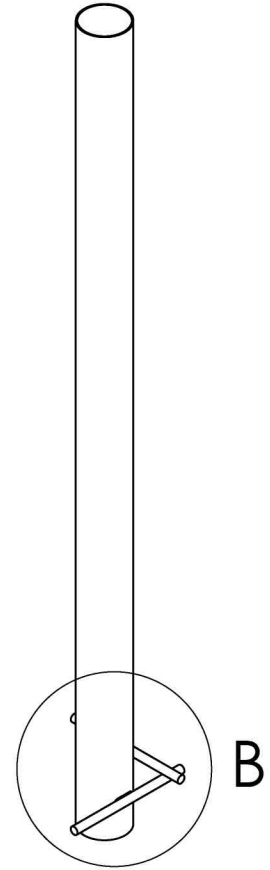
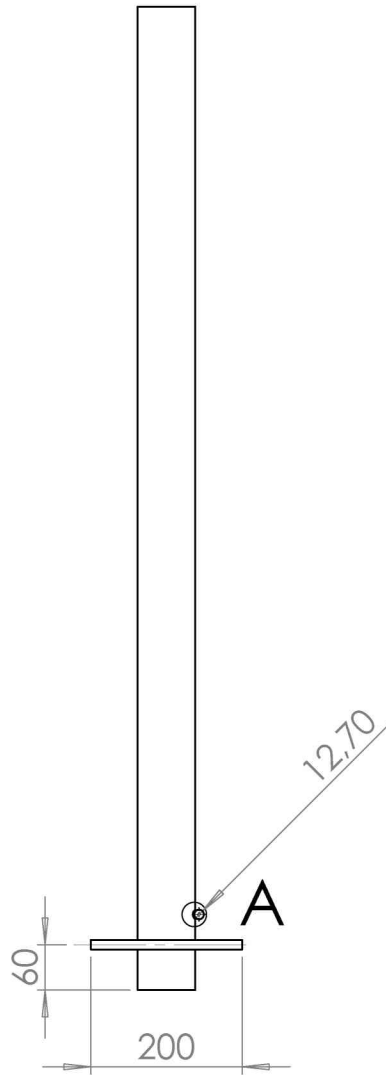
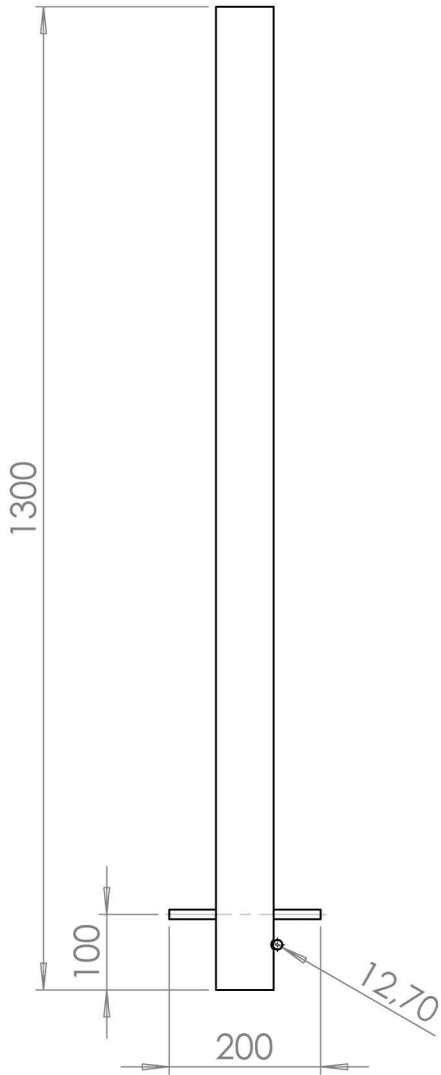




Obs: Gráfico fuera de escala

## **V. Plano de la torre meteorológica y mástil del pluviómetro**





### DETALLE A

ESCALA 1 : 1

### DETAIL B

SCALE 1 : 5

Material	Cantidad
Tubo estructural redondo de 2,5" x 1/8" de espesor	1,3 mts
Varilla de hierro redondo de $\varnothing$ 10mm.	0,4 mts

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:

TOLERANCIAS:  
- LINEAL:  
- ANGULAR:

ACABADO:

Galvanizado en caliente

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

Mástil de Pluviómetro

	NOMBRE	F.F.M.	FECH.
DISEÑO	Ariel Ramallo		09/03/2020
VERIFICADO	Ariel Ramallo		09/03/2020
PROYECTADO			
ELABORADO			
CHECKEADO			

LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DIBUJO PERTENECE EXCLUSIVAMENTE A REDIMEC S.R.L. QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PREVIO CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE REDIMEC S.R.L.



MATERIAL:

Hierro Dúctil

R016-700-000000-00004

A4

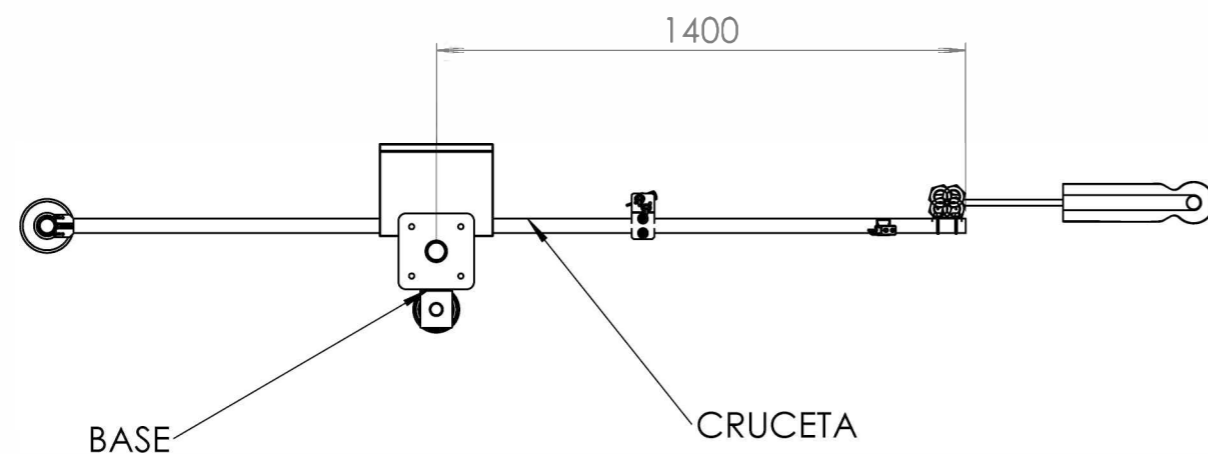
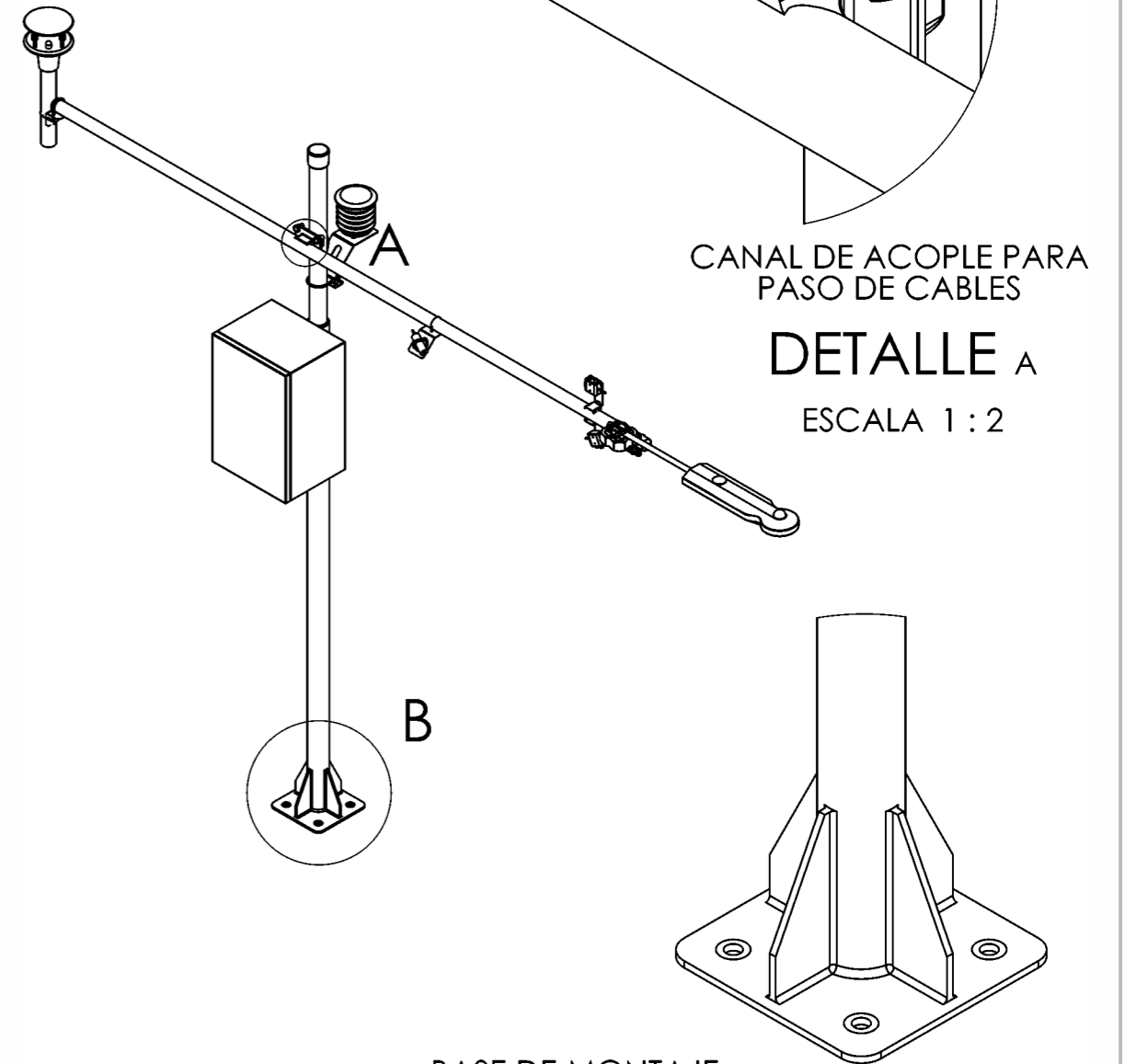
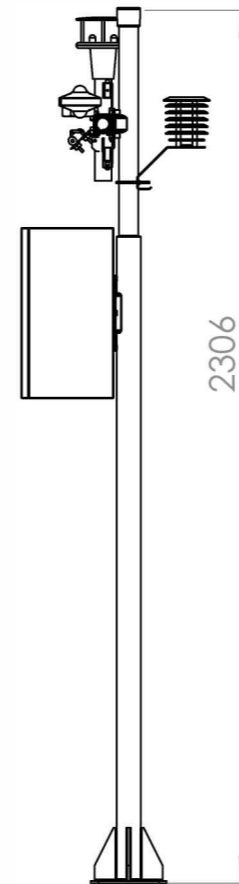
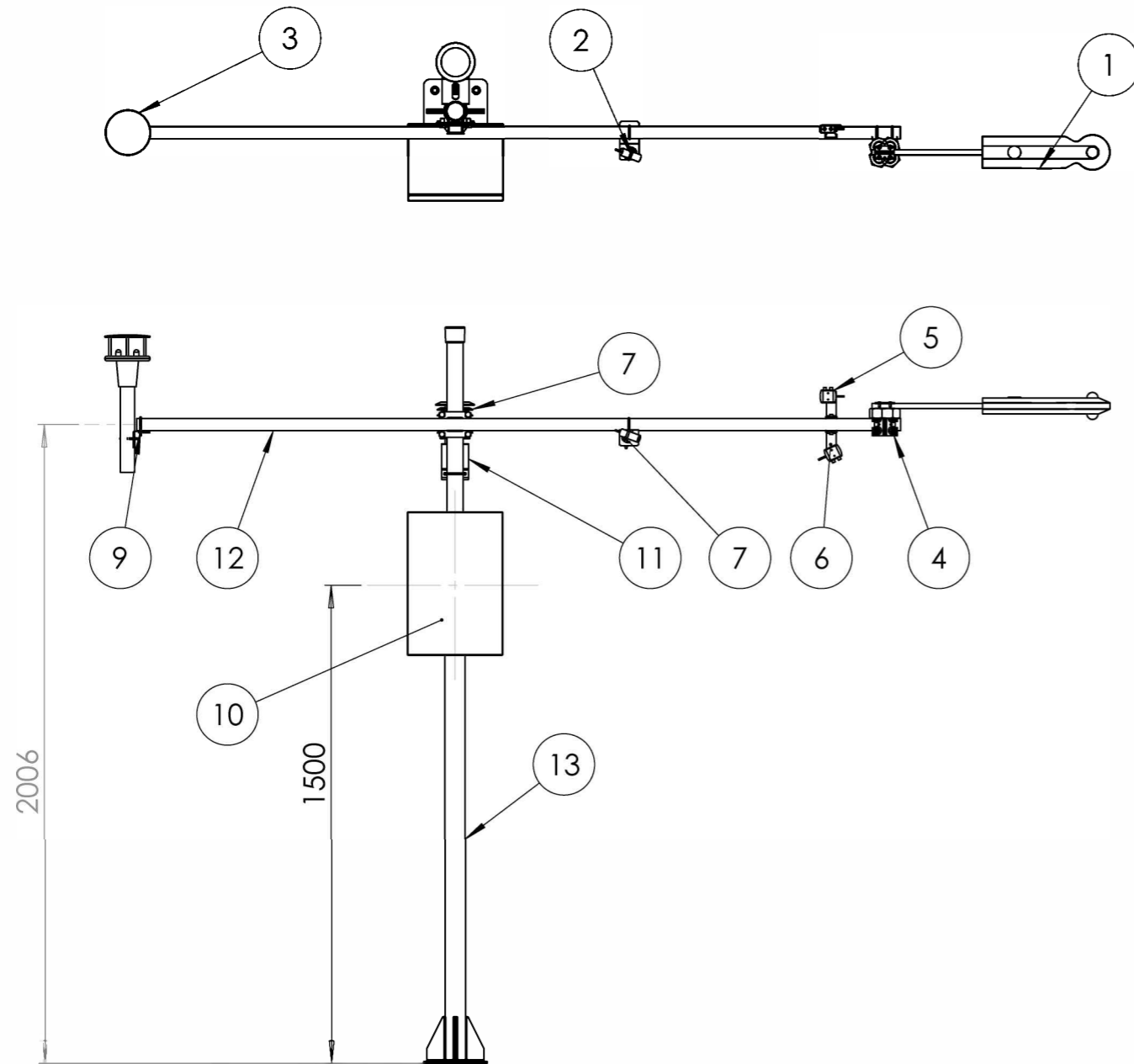


Nº. AR-0234493

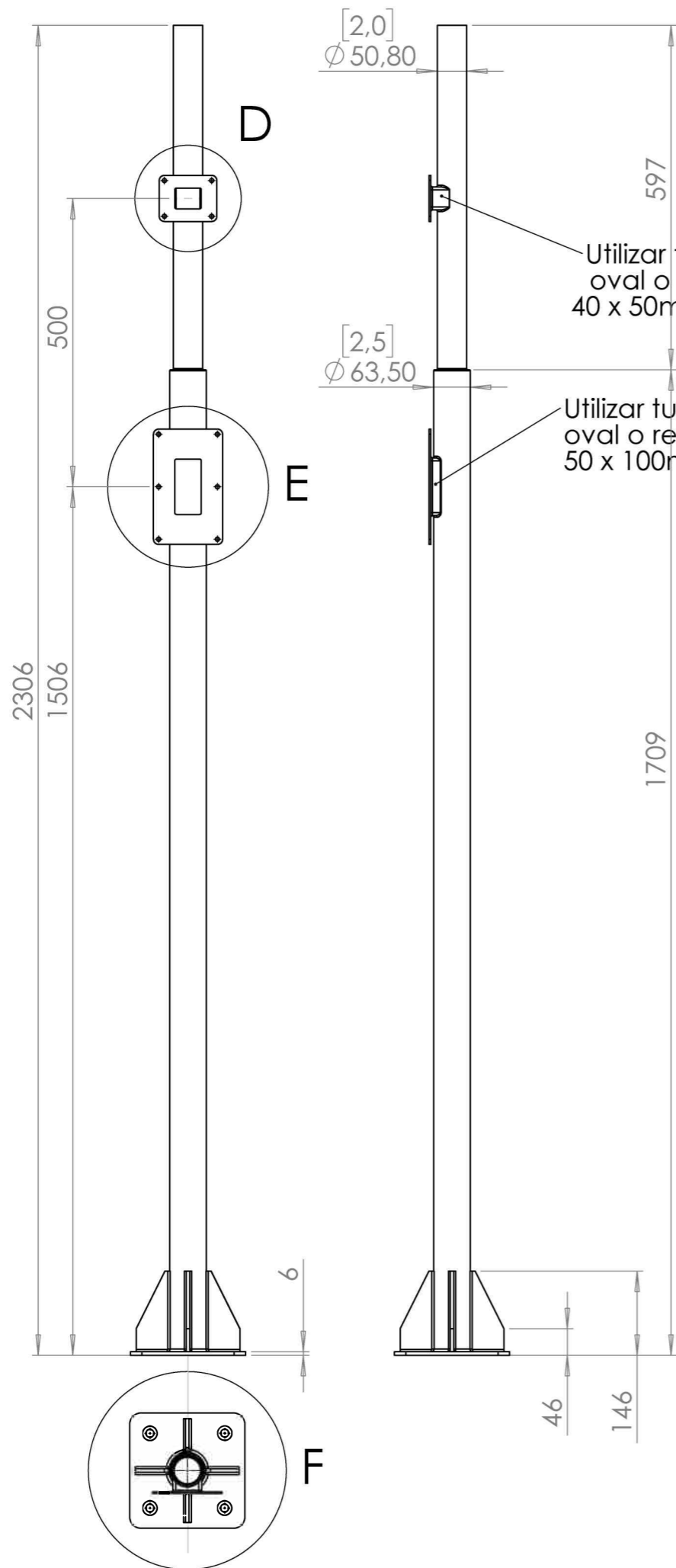
PESO:

ESCALA:1:10

HOJA 1 DE 1



S. I. D. E. I. I. D. I. C. I. O. I. T. E. R. A. P. O. A. C. B. A. C. O. E. S. P. R. E. S. E. N. T. I. V. A. C. B. A. C. O. S. E. P. P. O. S. I. T. I. V.		AC-BACO	RESERVA DE DISEÑO Y MATERIALES	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
TELÉFONO: +54 11 4381-1000 +54 11 4381-1001		Galvanizado en caliente		Estación Meteorológica	
NOMBRE Ariel Ramallo		FIRMA 			
DISEÑO Ariel Ramallo		FECHA 09/03/2020		R016-700-000000-00001	
VERIFICADO Ariel Ramallo		09/03/2020		A4	
PROYECTO FABRICACIÓN DISEÑO		MATERIAL: Hierro Dúctil		ESCALA 1:20	
Nº AR-0234493		PESO:		HOJA 1 DE 4	

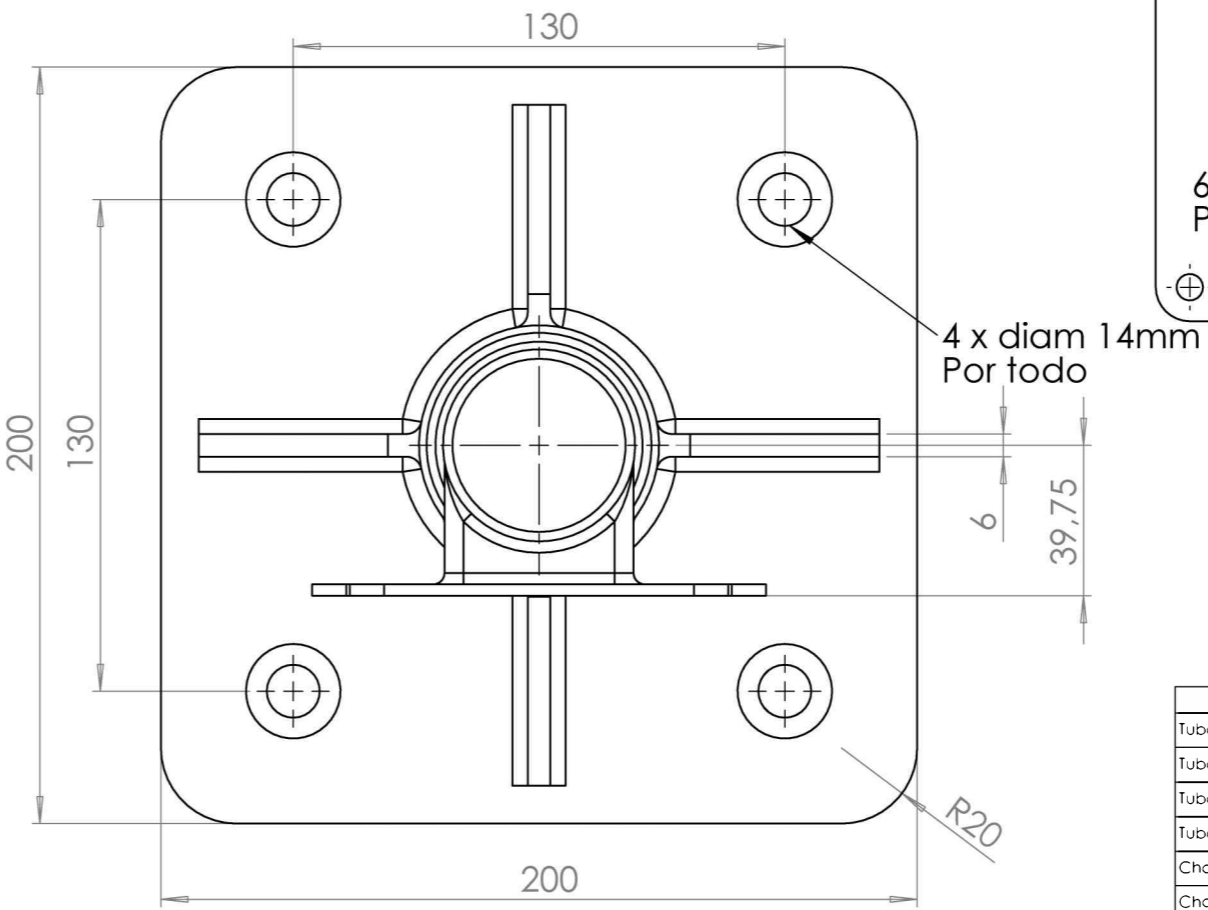
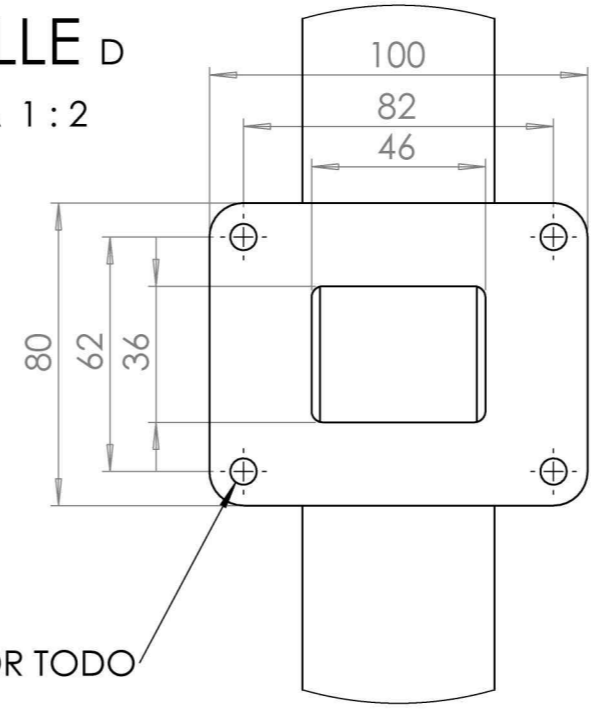


**DETALLE D**  
ESCALA 1 : 2

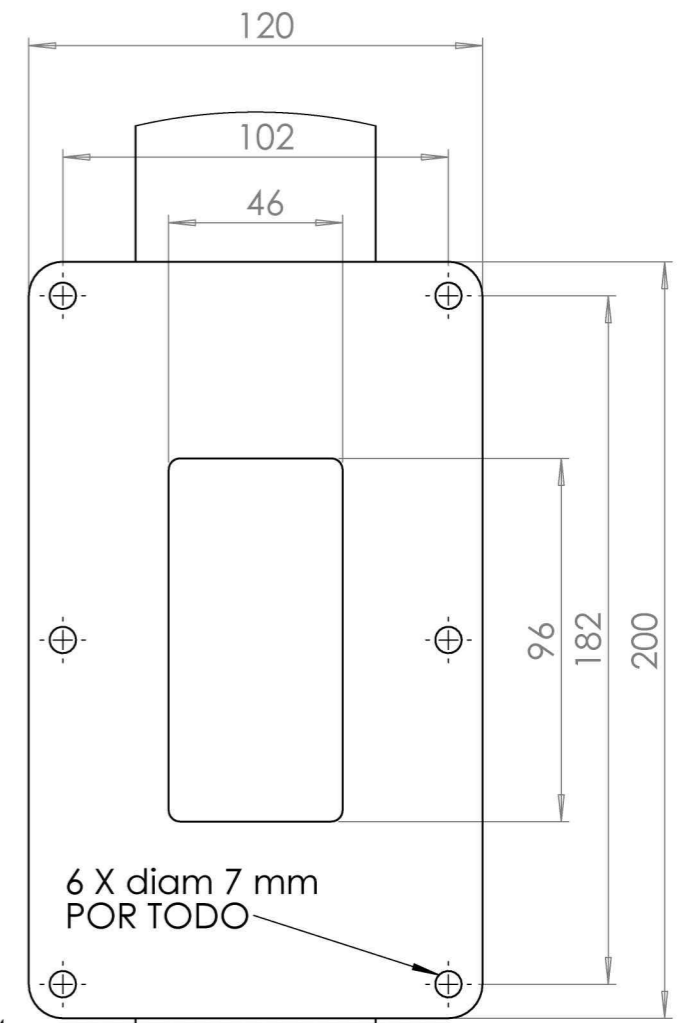
Utilizar tubo estructural oval o rectangular de 40 x 50mm para el canal

Utilizar tubo estructural oval o rectangular de 50 x 100mm para el canal

4 X diam 7mm POR TODO



4 x diam 14mm Por todo



6 X diam 7 mm POR TODO

**DETALLE E**  
ESCALA 1 : 2

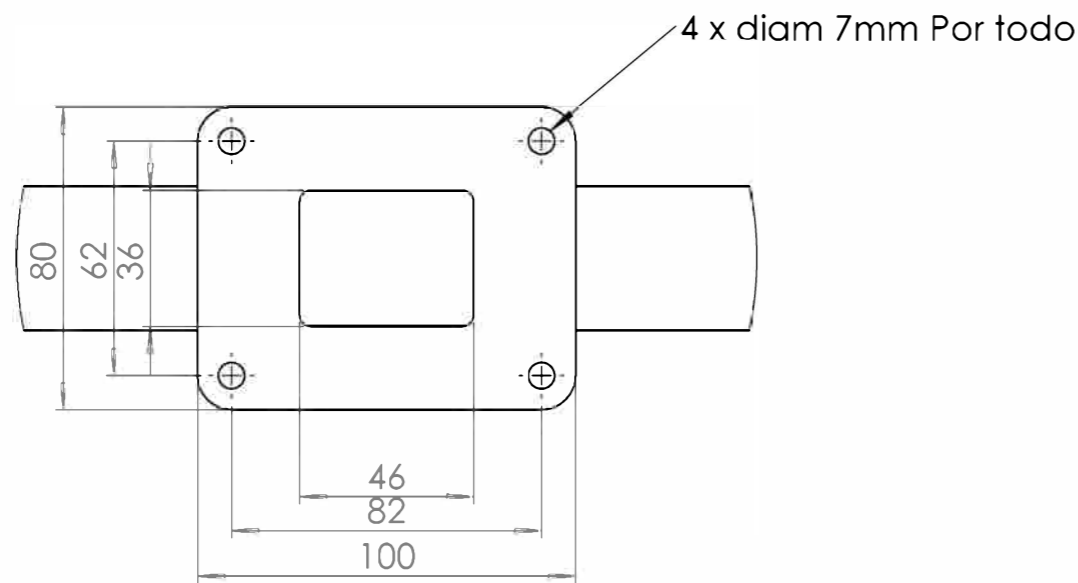
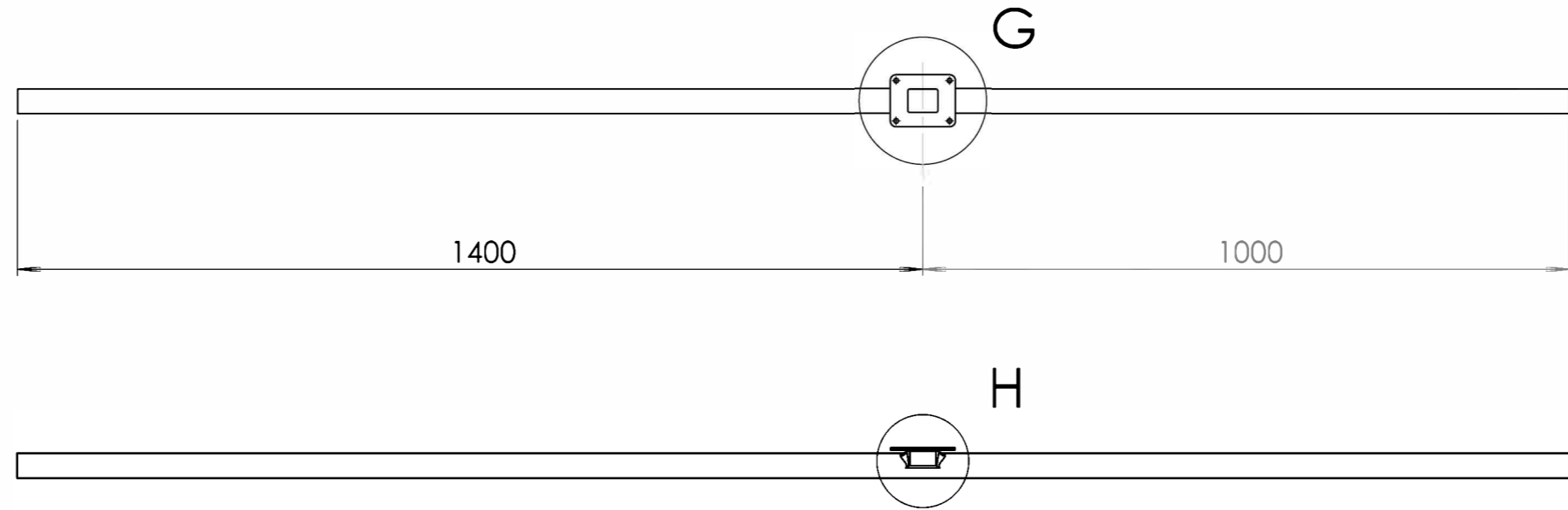
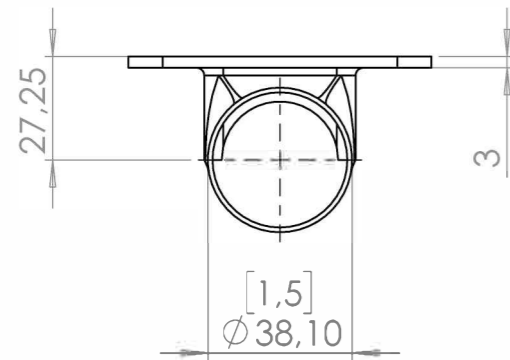
Material	Cantidad en Mts
Tubo estructural redondo de 2.5" x 3.2mm de espesor	1.8
Tubo estructural redondo de 1.5" x 1.25mm de espesor	0.7
Tubo estructural cuadrado de 40 x 50mm x 2mm de espesor	0.1
Tubo estructural cuadrado de 50 x 100mm x 2mm de espesor	0.1
Chapa de hierro de 6mm de espesor	0.2 x 0.2
Chapa de hierro de 3mm de espesor	0.2 x 0.3

**DETALLE F**  
ESCALA 1 : 2

[Pulgadas]  
mm

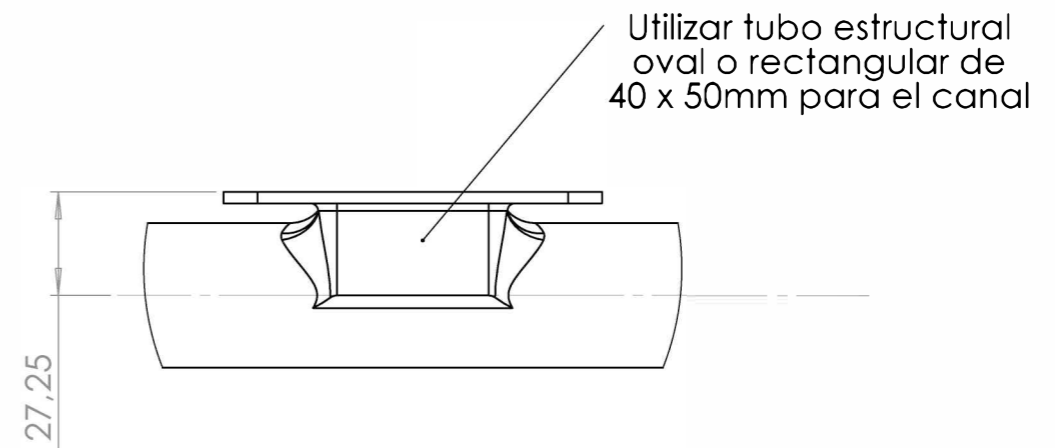
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL:		ACABADO: Galvanizado en caliente	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS
TOLERANCIAS: - LINEAL: - ANGULAR:			
NO. DE DISEÑO	NOMBRE	FIRMA	FECHA
VERIFICADO	Ariel Ramallo		09/03/2020
PROYECTADO	Ariel Ramallo		09/03/2020
REVISADO			
VALIDADO			
MATERIAL: Hierro Dúctil		PESO:	
Nº AR-0234493		ESCALA: 1:20	

NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
Estación Meteorológica	
R016-700-000000-00001	A4
ESCALA: 1:20	HOJA 2 DE 4



**DETALLE G**  
ESCALA 1 : 2

[Pulgadas]  
mm



**DETALLE H**  
ESCALA 1 : 2

Material	Cantidad en Mts
Tubo estructural redondo de 1,5" x 1,25mm de espesor	2
Tubo estructural cuadrado de 40 x 50mm x 2 mm de espesor	0,1
Chapa de hierro de 3 mm de espesor	6

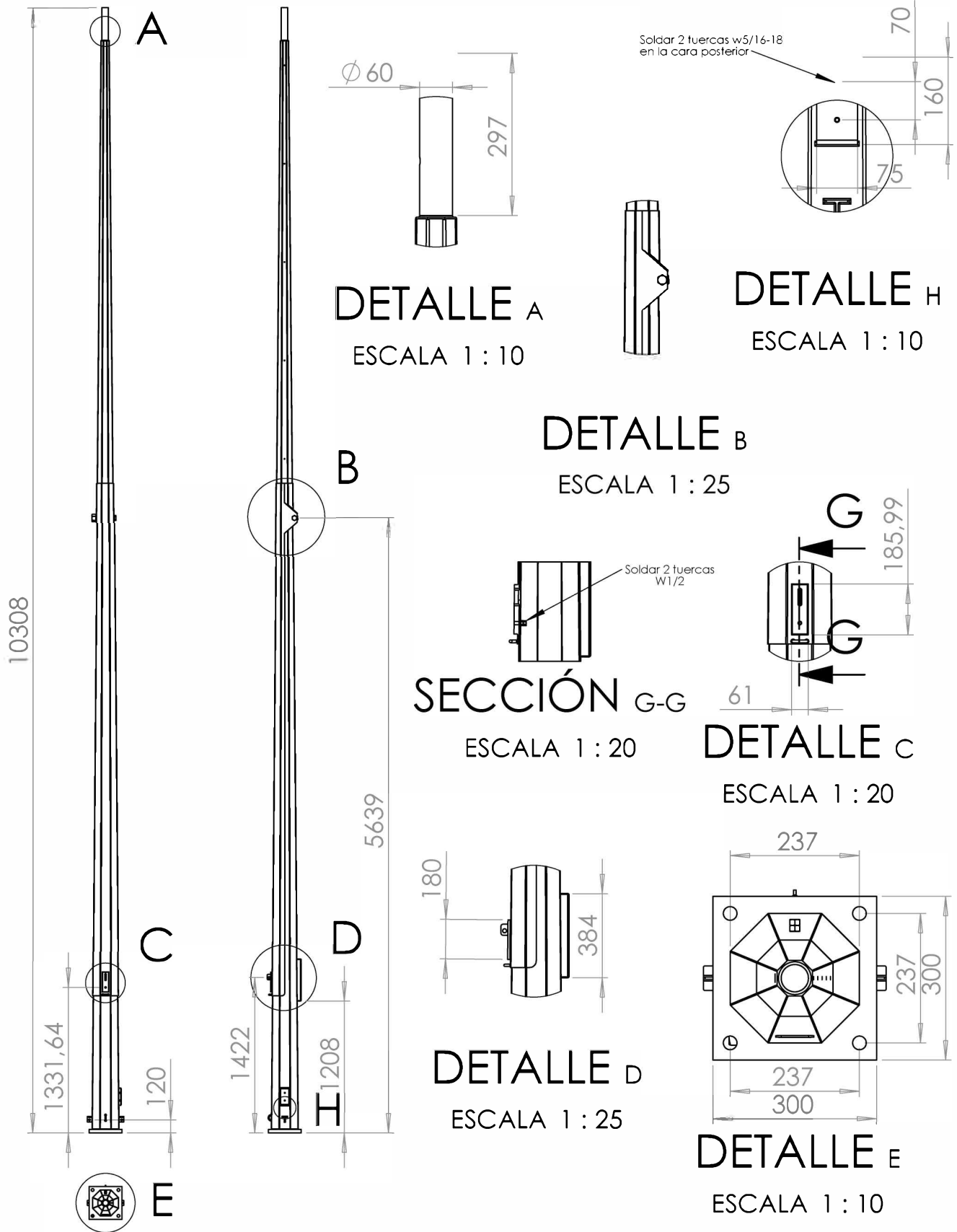
SI ALGUNA DE LAS PARTES DE ESTE DISEÑO NO SE ENCONTRAN EN EL MATERIAL ENTREGADO, EL CLIENTE DEBE REEMPLAZARLAS POR LAS CORRESPONDIENTES.		ADARADO: Galvanizado en caliente	REBARBAR Y BOMBER ARGITAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DISEÑADOR: Ariel Ramallo VERIFICADOR: Ariel Ramallo PROYECTISTA: CALIFICACION: FECHA:	FECHA: 09/03/2020 FECHA: 09/03/2020	ESTACION METEOROLOGICA 		Estación Meteorológica	
MATERIAL: Hierro Dúctil		PESO:		ESCALA: 1:10	HOJA 3 DE 4
N°. AR-0234493		R016-790-000000-00001		A4	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PROVEEDOR	CANTIDAD
1	CNR4 Net Radiometer	CAMPBELL	1
2	SI-111 IR Radiometer	CAMPBELL	1
3	Windsonic 4	GILL	1
4	26120 Net Radiation sensor mounting kit	CAMPBELL	1
5	SRS Sensor	DECAGON DEVICES	2
6	SRS Sensor mounting bracket	DECAGON DEVICES	2
7	CM230 Adjustable angle mounting kit	CAMPBELL	1
8			
9	CM220 Right angle mounting kit	CAMPBELL	1
10	Caja de control	REDIMEC	1
11	CM225 Pyranometer mounting stand	CAMPBELL	1
12	Cruceta	REDIMEC	1
13	Mástil	REDIMEC	1

S. INGENIERÍA S. INGENIERÍA S. INGENIERÍA S. INGENIERÍA S. INGENIERÍA S. INGENIERÍA S. INGENIERÍA S. INGENIERÍA S. INGENIERÍA TELEFONO: 0224-4931111 FAX: 0224-4931111		ACABADO: Galvanizado en caliente	REVISIÓN: NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
		Estación Meteorológica		
				
		R016-700-000000-00001		
		A4		
Nº AR-0234493		ESCALA: 1:5 HOJA 4 DE 4		

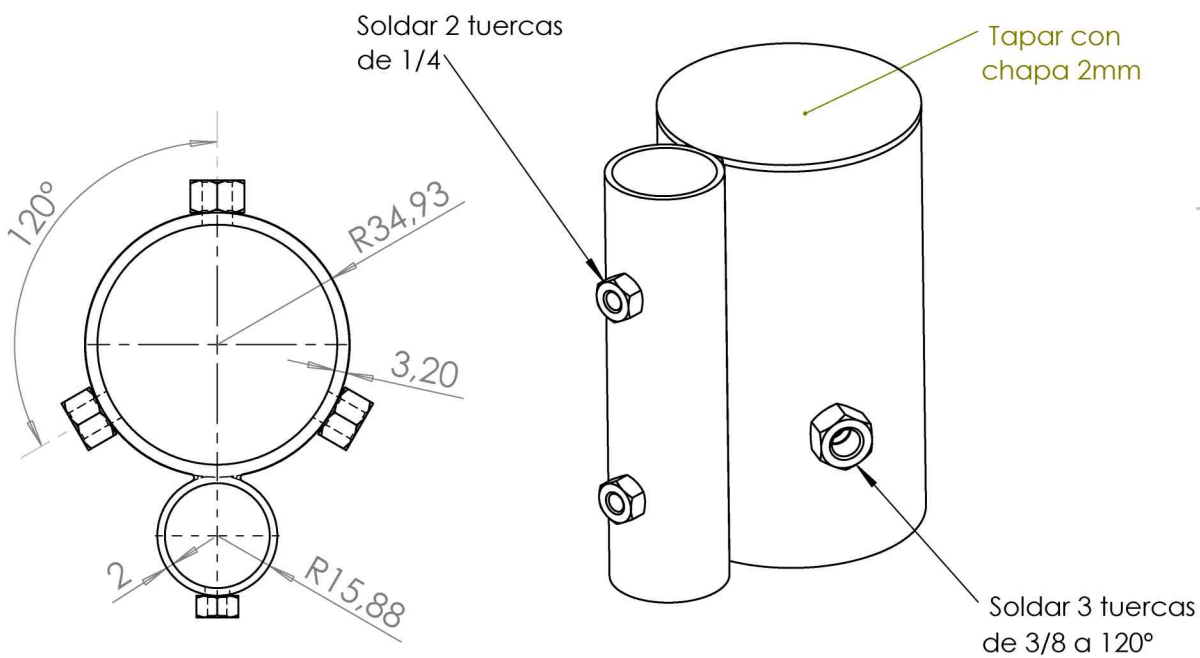
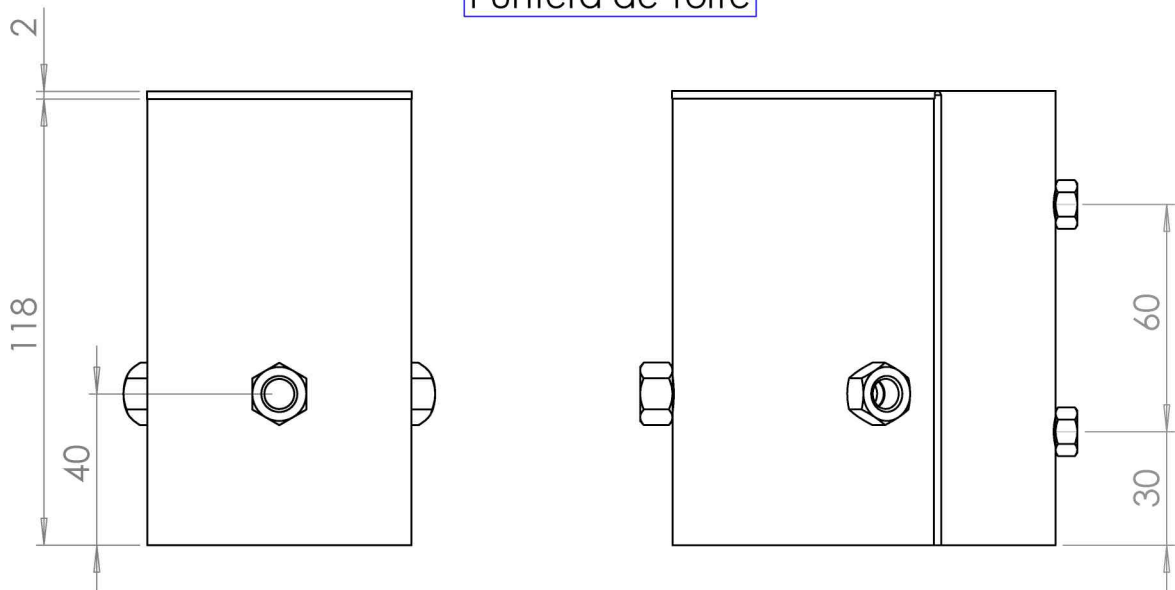
## **VI. Plano de torre de transmisión articulada**





SI UNO DE LOS DATOS DEL TÍTULO NO SE ADECUA A LA REALIDAD, EN SU CASO DEBE SER CORREGIDA LA INFORMACIÓN. TOLERANCIAS: - LINEAS: ±0,10 - ANGULOS: ±0,10		ACABADO: Galvanizado en caliente	REDONDEOS Y RADIOS ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
Torre transmisora - Poliposte					
NOMBRE: Ariel Ramallo FECHA: 09/03/2020		INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DISEÑO PERTENECE EXCLUSIVAMENTE AL DISEÑADOR DEL DISEÑO. QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL DISEÑO SIN EL CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DEL DISEÑADOR DEL DISEÑO.			
VERIF: Ariel Ramallo FECHA: 09/03/2020		MATERIAL: Hierro Dúctil			
Nº. AR-0234493		PESO:		ESCALA: 1:100	
				HOJA 1 DE 2	

Puntera de Torre



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM  
ACABADO SUPERFICIAL:

TOLERANCIAS:  
- LINEAL:  
- ANGULAR:

ACABADO:

Galvanizado en caliente

REBARBAR Y  
ROMPER ARISTAS  
VIVAS

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

Torre transmisora – Poliposte

DESIGNADO	NOMBRE	FIRM.	FECH.
PROYECTADO	Ariel Ramallo		09/03/2020
VERIFICADO	Ariel Ramallo		09/03/2020
APROBADO			
ELABORADO			

LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN ESTE DIBUJO PERTENECE EXCLUSIVAMENTE A REDIMEC S.R.L. QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PREVIO CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE REDIMEC S.R.L.



MATERIAL: Hierro Dúctil:  
Tubo 2-3/4" x 1/8"  
Tubo 1-1/4" x 1/16

R016-700-000000-00003

A4



Nº. AR-0234493

PESO:

ESCALA: 1:2

HOJA 2 DE 2

## **VII. Plano de base de torre de transmisión y sistema pararrayo**



Instalar 3 mangueras de 1" para el paso de cables de Sistema PAT.  
Realizar el llenado del hormigón de forma controlada evitando estrangulamientos en mangueras.

Instalar manguera de 2" para el paso de cables.  
Realizar el llenado del hormigón de forma controlada evitando estrangulamientos en la manguera.

180mm  
Dist. Minima

Cubrir esta zona de la rosca al realizar el llenado de hormigón para evitar que éste se adhiera a la misma.  
Nivel del terreno  
Nivel del hormigón

4 x 16mm

1400

1376

SECCIÓN B-B

ESCALA 1 : 20

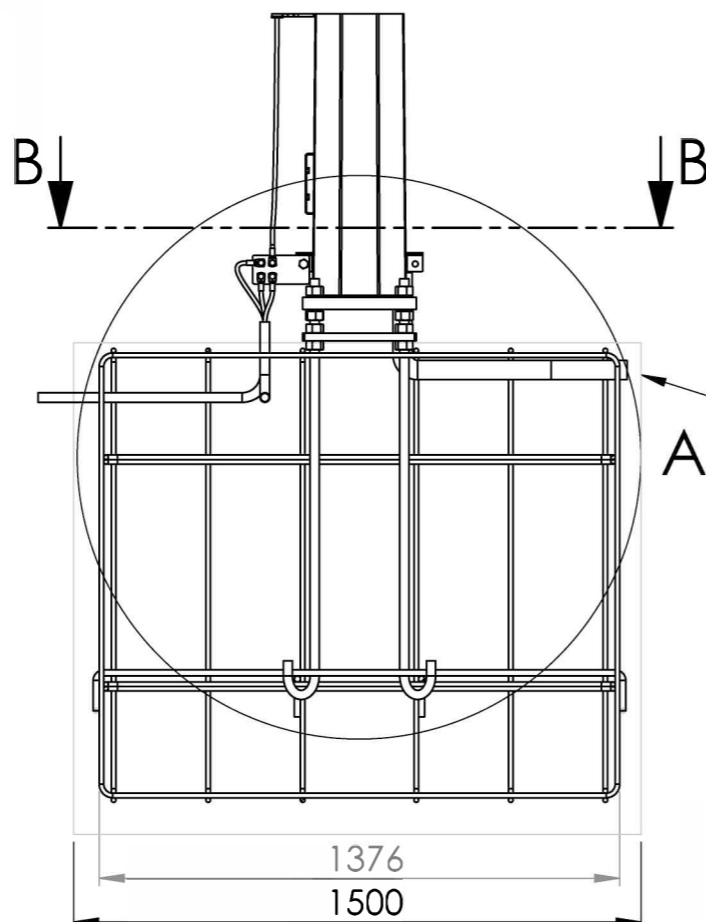
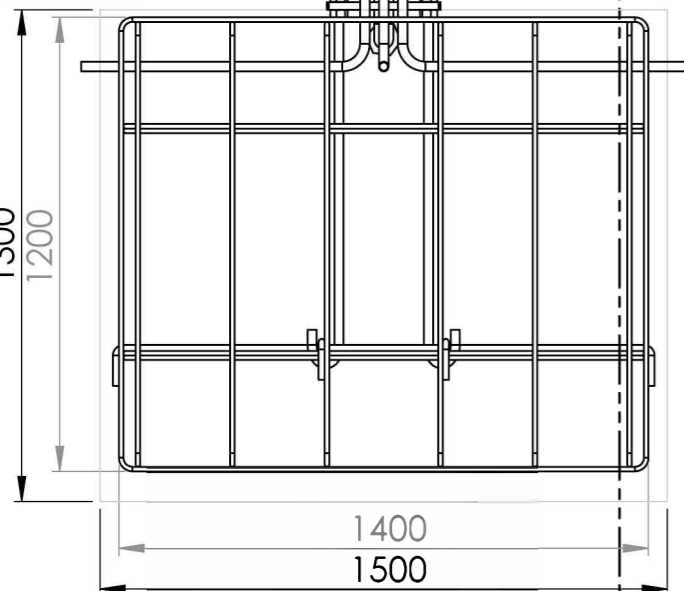
4 X M24 X 1100MM  
TUERCA DE NIVELACIÓN  
PLACA DE CENTRAJE

BLOQUE DE HORMIGÓN

DETALLE A

ESCALA 1 : 10

El presente diseño ha sido extraído del plano OE01001B de la empresa CAE. Ver el mismo para mayores detalles.



SECCIÓN A-A

ESCALA 1 : 20

Salvo en los casos donde se especifica, la medida de los hierros es de 12mm

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL		ACABADO:	REBARBAR 1 QUIMBRER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
TOLERANCIAS: - LINEAL - ANGULAR					
NO	NO	NO	NO	NO	NO
DE DISEÑO	ARIEL RAMALLO	FIRMA	09/03/2020	Armadura - Torre iposta	
VERIFICADO	ARIEL RAMALLO	FIRMA	09/03/2020		
APROBADO				R016-700-000000-00019	
PLANO				A4	
OTRO				ESCALA: 1:200	
				HOJA 1 DE 1	
				PESO:	
				N° AR-0234493	

## VIII. Manual del Datalogger



## Manual del Datalogger-IHREDA Prodaq

Versión\_13/06/2019

*Este manual describe las características, utilización y mantenimiento del datalogger Prodaq desarrollado por el consorcio IHREDA en el contexto del FONARSEC N°19.*

### Contenido

I.	Introducción .....	3
1.	<i>Presentación</i> .....	3
2.	<i>Precauciones</i> .....	3
3.	<i>Inspección inicial</i> .....	3
II.	Inicio rápido.....	4
4.	<i>Sensores</i> .....	4
5.	<i>Datalogger – Quickstart</i> .....	5
5.1.	Prodaq .....	5
5.1.1.	Terminales de conexión.....	5
5.2.	Fuente de alimentación – Quickstart .....	5
5.2.1.	Batería interna .....	5
5.3.	Descarga de la información y comunicación.....	6
5.4.	Software disponible .....	6
5.5.	Tutorial - Medición de una termocupla .....	6
5.5.1.	Elementos necesarios.....	6
5.5.2.	Configuración de Hardware.....	7
5.6.	Sistemas de adquisición de datos .....	7
III.	Descripción general .....	8
6.	<i>Datalogger</i> .....	9
6.1.	Panel de cableado .....	9
6.1.1.	Votaje de excitación .....	11
6.1.2.	Terminales de alimentación .....	11
6.2.	Puertos de comunicación.....	11

6.3.	Montaje en Gabinete estanco. ....	11
6.4.	Cableado de tierra .....	12
7.	<i>Mediciones</i> .....	12
7.1.	Reloj de tiempo real .....	13
7.2.	Mediciones analógicas.....	13
7.2.1.	<i>Medición de tensiones</i> .....	13
7.2.2.	<i>Medición de resistencia</i> .....	14
7.2.3.	<i>Mediciones de pulsos</i> .....	14
7.3.	Lectura de sensores inteligentes .....	15
7.3.1.	Soporte para protocolo SDI-12 .....	15
7.3.2.	Protocolo RS-232.....	16
8.	<i>Comunicación de los datos</i> .....	16
9.	<i>Fuente de alimentación</i> .....	17
10.	<i>Mantenimiento</i> .....	17
10.1.	Protección contra la humedad.....	17
10.2.	Batería interna .....	17
IV.	Funcionamiento de la red IHREDA.....	17
11.	<i>Red de monitoreo y alerta IHREDA</i> .....	17
11.1.	Estación de monitoreo .....	18
11.1.1.	<i>Conexiones típicas de Prodaq en una estación de monitoreo</i> .....	20
11.2.	Centro de Monitoreo Local .....	20
11.3.	Centro de Monitoreo Regional .....	20
11.4.	Sistema de visualización de datos.....	21

## I. Introducción

### 1. *Presentación*

Esta manual describe la configuración y los aspectos técnicos del datalogger Prodaq, diseñado por el consorcio IHREDA para el monitoreo de la cuenca vertiente sur del río Salado en el marco del proyecto FONARSEC N°19.

Los equipos a fabricarse brindarán un conjunto de variantes en la transmisión de la información ambiental (en tiempo real y diferida) que garantizará la disponibilidad de ésta ante eventos climáticos e hidrológicos extremos. Además, contempla los aspectos técnicos y científicos necesarios para la ubicación apropiada de las estaciones, como así también la transferencia de los resultados logrados de la red a instituciones públicas y privadas.

### 2. *Precauciones*

- Peligro: riesgo de explosión, incendio y severas quemaduras en caso de conexiones incorrectas.
- Precaución:
  - Evitar sobretensiones.
  - Prodaq no cuenta con un gabinete estanco, el mismo debe colocarse dentro de otro que garantice una correcta aislación climática.
  - Proteger contra descargas electrostáticas.

- Importante: la duración de la batería interna es de dos años si se cuenta con energía externa en forma continua. En caso de no contar con energía primaria conectada la batería durará aproximadamente seis meses.

### 3. *Inspección inicial*

Al desempacar el datalogger se encontrará con los siguientes ítems:

- Datalogger PRODAQ.
- Cable de alimentación.
- Borneras de conexión de sensores.
- Cable para comunicaciones.
- Soporte para montaje en gabinete estanco.



Figura 1. Datalogger Prodaq

## II. Inicio rápido

A continuación lo guiaremos a través de ejercicios de programación del datalogger y descarga de datos.

### 4. *Sensores*

Un sensor es un elemento que permite traducir diferentes fenómenos de la naturaleza en señales eléctricas cuantificables mediante la modulación de corriente, tensión, resistencia, estados o pulsos eléctricos. Los denominados «sensores inteligentes» procesan la señal internamente y entregan a la salida un valor binario o en un formato determinado.

Los tipos de sensores soportados son:

- Analógicos:
  - Voltaje.
  - Corriente.
  - Termocuplas.
  - Puentes resistivos.
- Pulsos:
  - Alta frecuencia.
  - Cierre de interruptor.
- Sensores inteligentes:
  - SDI-12

- RS-232
- Modbus
- DNP3
- RS-485

## **5. Datalogger – Quickstart**

Prodaq puede medir casi cualquier sensor con una respuesta eléctrica. A diferencia de otros dataloggers, PRODAQ no realiza conversión de unidades ya que está especializado en la transmisión de los mismos a través de una red apropiada.

Durante su funcionamiento normal, el datalogger almacena el valor digital de cada canal según el período de muestreo especificado, típicamente 10 segundos. En caso de contar con un medio de comunicación disponible la información se transmite al receptor remoto, cada cierto tiempo, típicamente 10 minutos.

### **5.1. Prodaq**

Prodaq es un datalogger diseñado para operar en condiciones exigentes. Su diseño se centra en proveer una excelente relación precio/calidad, garantizando la confiabilidad de la información adquirida y su fácil transmisión.

#### **5.1.1. Terminales de conexión**

Prodaq viene equipado con una serie de terminales o borneras en los cuales se conectan los sensores. En su mayoría cuentan con protección incorporada contra sobretensiones. Ver Figura 1.

### **5.2. Fuente de alimentación – Quickstart**

El datalogger requiere una fuente de alimentación. Asegúrese que la fuente de alimentación elegida coincida con las especificaciones del producto, respetando los terminales de conexión y su polaridad. Al realizar la conexión, primero apague la fuente de alimentación, y enciéndala luego de haber conectado los cables.

Prodaq funciona con una tensión de entrada que puede variar dentro del rango de 8VDC a 18VDC aplicados en el conector previsto para tal fin (Ver Figura 3).

Prodaq está protegido internamente contra la inversión de polaridad.

#### **5.2.1. Batería interna**

Prodaq cuenta con una batería interna tipo CR1220 que mantiene en hora su reloj de tiempo real en caso de pérdida de la alimentación principal.

### 5.3. Descarga de la información y comunicación

Prodaq está diseñado especialmente para transmitir la información adquirida (modo remoto) cada cierto período de tiempo a través de una red apropiada. El requisito es que la radio tenga un puerto RS232.

Por otro lado, permite el acceso local para realizar configuraciones, monitorear el funcionamiento en tiempo real o descargar datos. Esto puede realizarse físicamente a través de un cable RS232 o con la aplicación móvil, a través de una red wifi punto a punto.

### 5.4. Software disponible

Prodaq dispone de una serie de herramientas de software que permiten su programación, configuración y monitoreo en tiempo real.

- App móvil (actualmente en desarrollo): permite monitorear el estado del dispositivo, descargar datos, y realizar configuraciones desde un smartphone con Android.
- Aplicación de configuración para windows: cumple la misma función que la anterior, pero se utiliza desde una PC conectada a través de un cable RS232.

### 5.5. Tutorial - Medición de una termocupla

A continuación se explican los pasos para realizar la medición de una termocupla. Los pasos a realizar serán los siguientes:

1. Conectar el sensor a Prodaq
2. Configurar un canal apropiado de Prodaq para realizar la medición a través de la app para smartphones.
3. Visualizar la medición en forma online.
4. Almacenar la medición.
5. Descargar los datos almacenados a través de la aplicación de configuración para Windows.
6. Ver los datos en tiempo real a través de la aplicación.

#### 5.5.1. Elementos necesarios

Los siguientes elementos son necesarios para realizar el ejercicio. En caso de no contar con alguno de ellos, puede utilizarse un reemplazo apropiado.

- Prodaq
- Fuente de alimentación entre 10 y 15Vdc.
- Termocupla.
- Smartphone con sistema operativo Android con versión mínima 5.0.

### 5.5.2. Configuración de Hardware

Conexión de la fuente de alimentación:

1. Extraiga el conector de alimentación.
2. Apague la fuente de alimentación.
3. Conecte el conductor correspondiente al polo positivo en el terminal indicado con el signo «+».
4. Conecte el conductor correspondiente al polo negativo en el terminal indicado con el signo «GND».
5. Compruebe nuevamente que la polaridad sea la correcta e inserte el conector dentro del receptor.

Activar el modo WI-FI:

El punto de acceso wifi se encuentra desactiva por defecto para optimizar el consumo de batería. Para encenderlo presione durante 5 segundos el botón «Modo Wifi» ubicado en el frente de datalogger, tal como muestra la figura 3.

### 5.6. Sistemas de adquisición de datos

La adquisición de datos basada en Prodaq requiere la integración de los siguientes elementos, quedando conformado un «sistema de adquisición».

- Sensores electrónicos.
- Datalogger Prodaq.
- Sistema de comunicaciones.
- Software de soporte.

Una falla en cualquiera de estos puntos del sistema puede generar datos incorrectos, o directamente su ausencia.

La siguiente es una lista de los elementos típicos del sistema:

- Sensores: convierten una magnitud física en una señal eléctrica.
- Datalogger: mide la señal eléctrica o interpreta un protocolo digital. Convierte los datos, realiza cálculos y los almacena en memoria para luego ser transmitida.
- Descarga de datos y comunicación: los datos son transferidos del datalogger a una PC en forma local utilizando alguna de las opciones de software disponible.

- Software de soporte y comunicación: recupera la información del datalogger y permite configurarlo.

### III. Descripción general

Un sistema de adquisición de datos basado en Prodaq se compone de los siguientes componentes básicos:

- Sensores.
- Datalogger, que a su vez se compone por:
  - Reloj.
  - Circuitos de medición y control.
  - Memoria.
  - Hardware y firmware.
  - Programación del usuario.
- Fuente de alimentación.
- Interfaces de comunicación y almacenamiento externo.
- Software de soporte.

Estos elementos fueron ilustrados en la Figura 2.

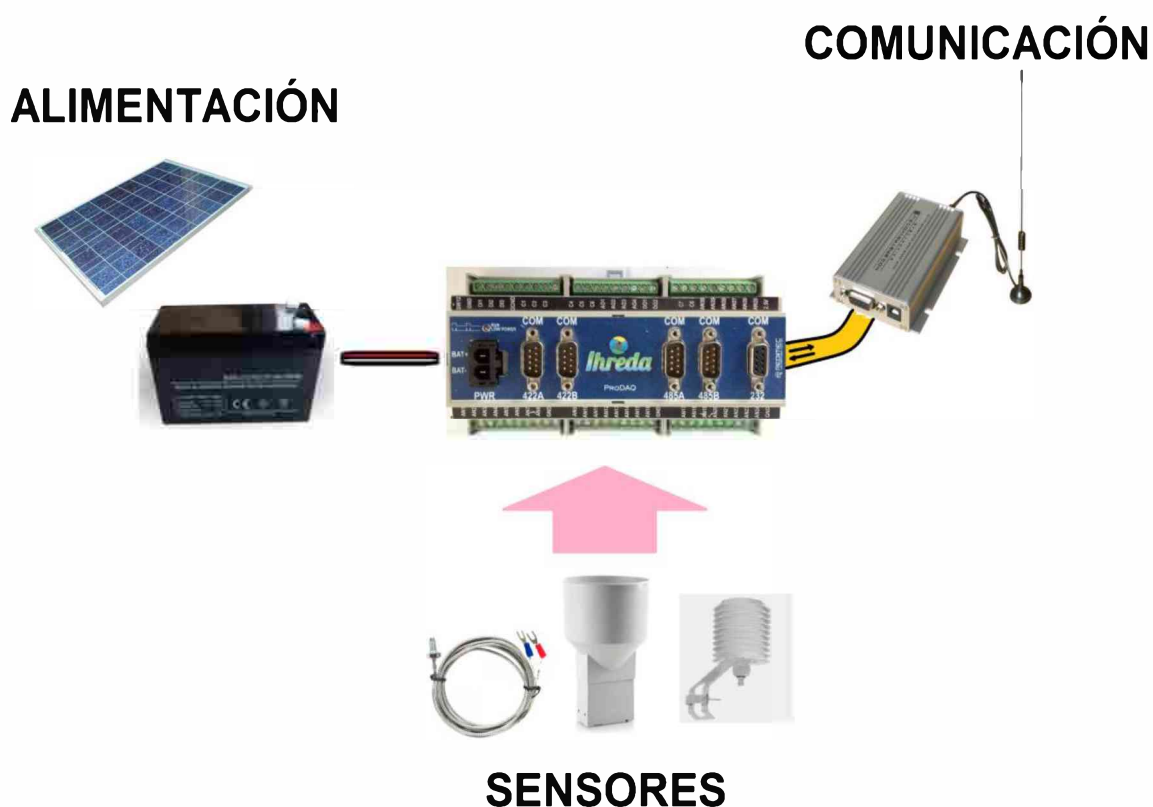


Figura 2. Esquema de sistema de adquisición basado en Prodaq

## 6. Datalogger

Prodaq es la parte principal del sistema. Es un instrumento de precisión diseñado para adquirir señales provenientes de los sensores, de manera de garantizar un dato confiable, utilizando la energía de manera eficiente.

Cuenta con una unidad central de procesamiento (CPU), entradas analógicas y digitales, salidas analógicas y digitales y memoria. El firmware coordina las funciones de estas tres partes, en conjunto con el reloj de tiempo real.

El datalogger se configura utilizando las herramientas de software provistas para tal fin.

Luego de realizada la medición, la información se almacena en la memoria no volátil. Típicamente no se almacena cada valor, sino que se realiza un procesamiento estadístico varias medidas (promedio) antes de guardarse en memoria.

### 6.1. Panel de cableado

En la Figura 3 contiene la vista superior de Prodaq. Allí se observa el panel de cableado desde el cual se hacen las conexiones. Los terminales disponibles pueden tener algunas de las funciones que se detalla a continuación:

- Entrada analógica.
- Salida Analógica.
- Cuenta pulsos.
- Entrada digital.
- Salida digital.
- Comunicación digital.
- Salida de alimentación para sensores.
- Entrada de alimentación.
- Terminales de tierra.

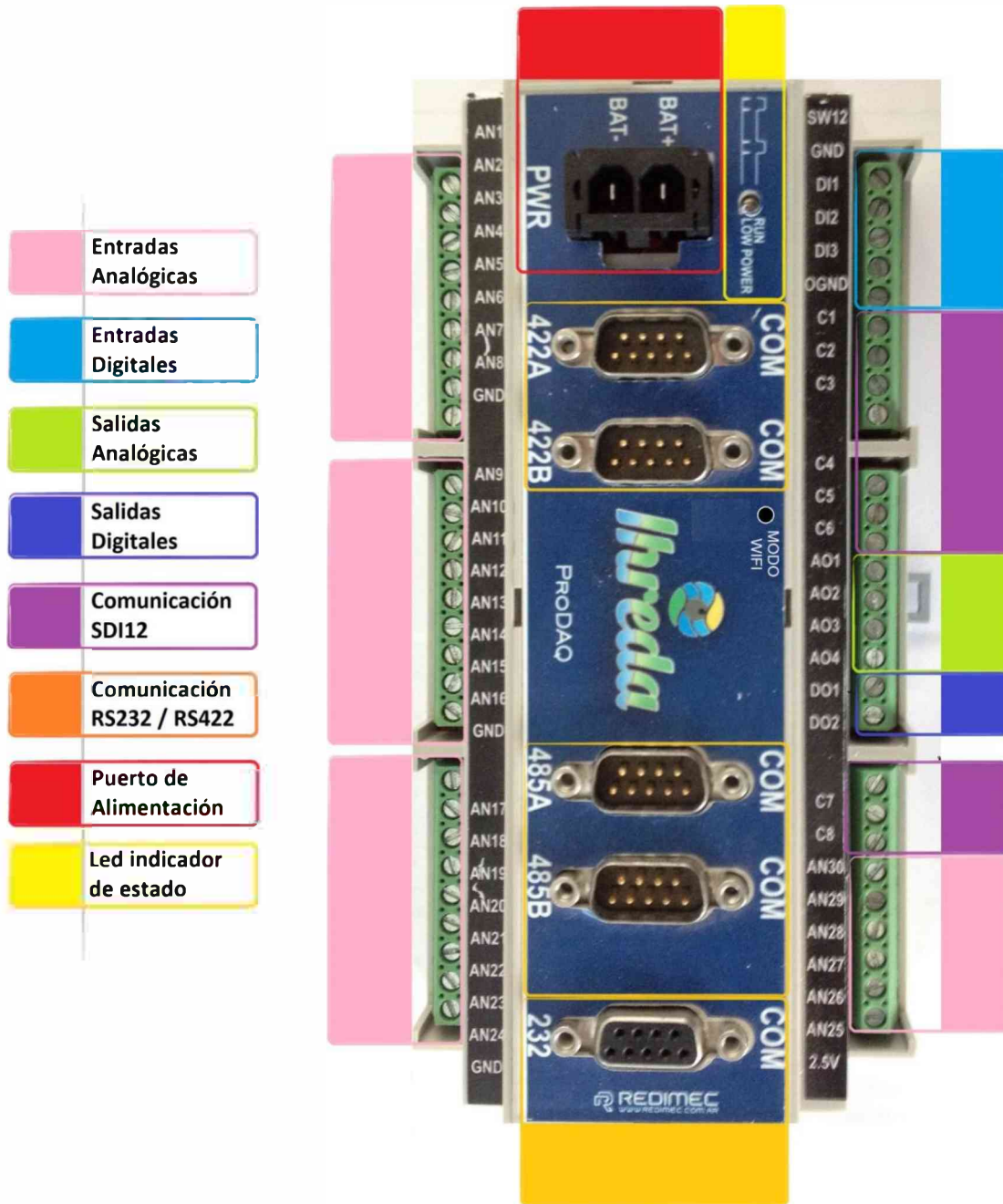


Figura 3. Vista superior de Prodaq - agregar descripción de terminales

### 6.1.1. Votaje de excitación

Prodaq tiene un terminal dedicado especialmente para alimentar sensores, periféricos, o dispositivos de control. Los dispositivos que se alimenten desde este terminal reciben una alimentación pulsada, es decir que son conectados durante la lectura y luego desconectados, de manera de hacer una utilización de la energía para eficiente.

### 6.1.2. Terminales de alimentación

Terminales de alimentación externa: Es el conector dedicado especialmente para proveer al datalogger de alimentación externa.

Terminales de salida tensión regulada: Son terminales que entregan una tensión continua con los siguientes valores de tensión:

- 12VDC.
- 5VDC.
- 2.5VDC.

La corriente que puede ofrecer cada canal es de 500 mA.

## 6.2. Puertos de comunicación

Prodaq está equipado con puertos de comunicación que le permiten comunicarse con otros dispositivos tales como:

- PC
- Sensores Inteligentes.
- Redes Modbus o DNP3.
- Ethernet.
- Modems.

Los protocolos de comunicación incluyen:

- RS-232.
- RS-422.
- SDI-12.
- Ethernet (requiere un módulo por separado).

## 6.3. Montaje en Gabinete estanco.

El packaging de Prodaq no es estanco, por lo que el dispositivo no está preparado para estar expuesto a la intemperie. Por tal motivo debe instalarse dentro de un gabinete apropiado

junto a la fuente de alimentación y otros elementos necesarios. La Figura 4 muestra el montaje del datalogger.



Figura 4. (a) Datalogger montado en gabinete apropiado. (b) Tapa de gabinete cerrada para garantizar estanqueidad

#### 6.4. Cableado de tierra

Un cableado de tierra apropiado brinda estabilidad y protección a un sistema de adquisición. Es la protección mas simple y barata contra la pérdida de datos, y muchas veces la más ignorada. Los siguientes terminales se deben utilizar para brindar tierra al datalogger a los sensores:

- Tierra para señales: se utiliza para señales analógica que no operen en modo diferencial, entradas de pulso, retornos de excitación, y como tierra de las mallas de los sensores. Lo ideal es utilizar el terminal de tierra de señal más cercano a la bornera en la cual se conecta el sensor. Sin embargo, los sensores de lazo de corriente deben conectarse a la tierra de alimentación.
- Tierra de alimentación: se utiliza como retorno de los puertos de alimentación de 5V, 12V y excitación. La utilización apropiada de estos puertos reduce la circulación de corriente y evita problemas de ruido en las entradas analógicas.
- Tierra de chasis: conexión para puesta a tierra.

### 7. Mediciones

Esta sección explica como conectar un sensor a Prodaq, y como realizar la programación para realizar, procesar y almacenar las mediciones.

### 7.1. Reloj de tiempo real

Para poder incorporar un *time stamp* a la medición, el datalogger debe tener su propio reloj interno funcionando. Esto también permite definir los intervalos para realizar las mediciones o activar las salidas.

### 7.2. Mediciones analógicas

Los sensores analógicos entregan en su salida un valor de tensión o corriente continua que varía según el fenómeno que se está midiendo. Prodaq puede medir tanto sensores que entregan una tensión, como aquellos que entregan una corriente, aunque deben conectarse en un puerto específico para tal fin.

A su vez, los canales analógicos pueden utilizarse de forma individual o diferencial.

#### 7.2.1. Medición de tensiones

- Máximo rango de entrada: +/- 5000 mV.
- Rango de resoluciones: 61.04 nV a 512mV.

Conceptualmente, un sensor analógico entrega a su salida dos señales, positiva y negativa (*high* y *low* en inglés). Por ejemplo un sensor entrega a su salida 1000 mV de tensión positiva, y 0 mV negativa., dando un valor absoluto de 1000 mV. Muchas veces la salida negativa del sensor está directamente conectada a tierra (*GND*), en este caso la señal puede conectarse en modo individual, ocupando solo un canal analógico en el datalogger.

En una medición diferencial, la señal positiva se referencia en la negativa, cuyo valor ya no es necesariamente 0 mV. Por lo tanto para obtener el verdadero valor de la señal es necesario realizar la resta entre la componente positiva y la negativa. Por ello de deben configurar dos canales del datalogger en modo diferencial.

Una configuración diferencial provee además una performance muy superior frente al ruido, especialmente en señales pequeñas.

Mediciones individuales: Continuando con lo anterior, una medición individual se realiza midiendo la diferencia de voltaje entre la salida del sensor y tierra (*GND*). Si bien generalmente se prefieren mediciones diferenciales, una medición individual es adecuada en aplicaciones donde no se hallan presentes algunos tipos de ruidos, siempre que se garantice un correcto cableado a tierra.

Ejemplos de aplicación en los cuales este tipo de mediciones se prefieren son los siguientes:

- No hay suficiente cantidad de terminales diferenciales disponibles.
- Se requiere una velocidad de muestreo alta.
- El sensor no está diseñado para entregar una salida diferencial.

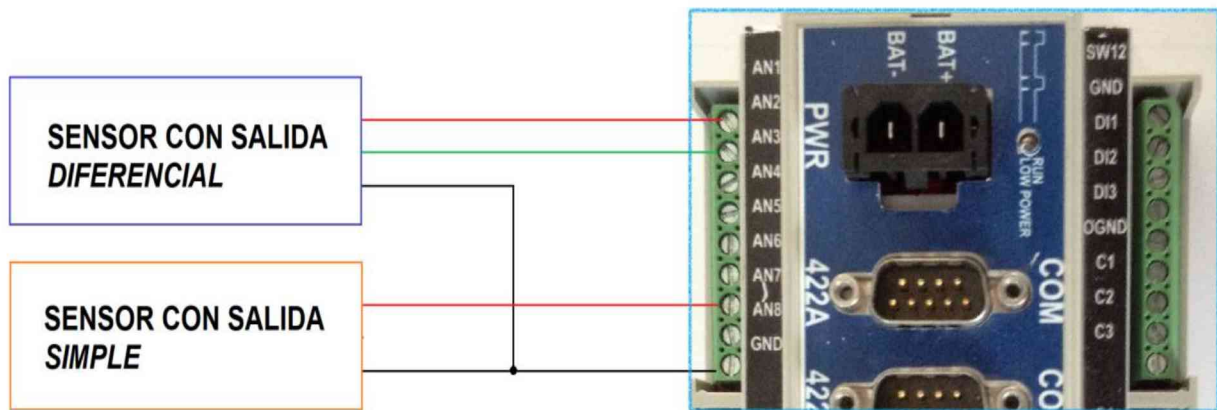


Figura 5. Esquema de conexión diferencial o simple. Se observa que el sensor diferencial utiliza tres conexiones, mientras que el simple sólo dos. Sin embargo el sensor diferencial ofrece mejor performance en condiciones de alta exigencia.

Mediciones diferenciales: La medición diferencial mide la diferencia de voltaje entre dos terminales de entrada. Generalmente se realizan varias lecturas y luego se promedian para obtener el valor final.

### 7.2.2. Medición de resistencia

Muchos sensores utilizan algún tipo de resistencia variable como elemento transductor. Por ejemplo la veleta de un anemómetro utiliza un potenciómetro cuya resistencia se modifica según la dirección del viento.

Voltaje de excitación: En estos casos es necesario proveer un voltaje de excitación que excite el puente o divisor resistivo, de manera de poder medir la tensión resultante, tal como se explicó en las secciones anteriores.

### 7.2.3. Mediciones de pulsos

En este caso, la salida generada por el sensor consiste en una serie de pulsos entre un valor máximo y mínimo de tensión. La variación de la frecuencia de estos pulsos se relaciona con el fenómeno a medir.

Las mediciones se procesan y se representan como *cuentas*, *frecuencia* o *período*.

Los terminales definidos especialmente para contar pulsos son los siguientes: DI1, DI2, DI3. A continuación se mencionan algunos ejemplos de sensores de este tipo (Figura 6):

- Onda cuadra de alta frecuencia de 5VDC.
- Cierra de un interruptor.
- Señal de corriente alterna.

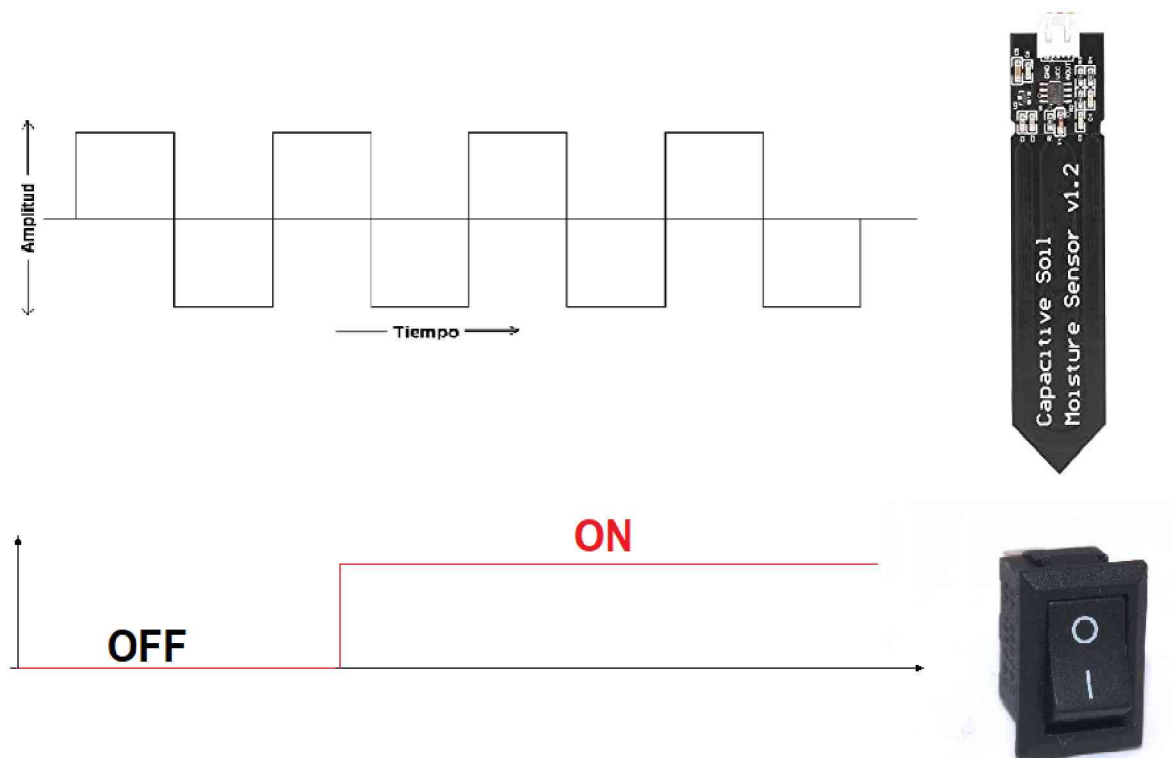


Figura 6. Ejemplo de entradas digitales. Pueden conectarse en DI1, DI2, DI3.

### 7.3. Lectura de sensores inteligentes

Un sensor inteligente tiene incorporado un circuito de medición independiente, el cual realiza la medición básica y luego la transmite en forma digital al datalogger. Existen diversos tipos de sensores inteligentes, así como protocolos de comunicación digital. Algunos de ellos son:

- SDI-12: Puerto de conexión C1 a C6.
- RS-232.
- RS-422.

#### 7.3.1. Soporte para protocolo SDI-12

SDI-12 es un protocolo de comunicación para sensores inteligentes que sólo utiliza un terminal de entrada del datalogger y se alimenta con una tensión de 12VDC. La comunicación SDI-12 acepta que se conecten varios sensores en un canal, de igual manera que puede destinarse un canal específico para cada uno de ellos. En cualquier caso es importante recordar que cada sensor cuenta con una dirección asignada y que no es posible que dos sensores con la misma dirección estén conectados en el mismo canal. La dirección por defecto de un sensor es «0».

### 7.3.2. Protocolo RS-232

Prodaq tiene un puerto de comunicación RS-232 y otro para comunicación RS-422, como se observa en la Figura 3 . La información que se obtiene a través de estos puertos puede encontrarse en formato ASCII (cadena de caracteres), en forma binaria o siguiendo un estándar determinado como el NMEA 0183.

## 8. Comunicación de los datos

Prodaq dispone de diversas formas para transmitir los datos almacenados en su memoria interna.

**Transmisión local:** presionando el botón de «Modo Wifi» durante 5 segundos, el datalogger activa una conexión wifi local que permite conectarse localmente a través de una PC o un teléfono celular. A su vez es posible realizar una conexión cableada a través del Puerto 422B y un conversor apropiado que se conecta en un puerto USB de la PC.

**Transmisión remota rf:** Prodaq está diseñado para transmitir datos a través de un equipo de radio de largo alcance. Si bien pueden conectarse diferentes transmisores, la configuración por defecto se realiza para el modelo *RV-M7-U* marca *Raveon*, que se muestra en la Figura 7. Para que este sistema funcione es necesario contar con un equipo receptor de similares características y sendas antenas que aseguren el enlace entre ambos.



Figura 7: Equipo de comunicación por radio utilizado en la configuración por defecto

**Transmisión remota GPRS:** En caso de contar con señal celular estable, Prodaq puede conectarse a un módulo GPRS para transmitir la información adquirida.

En todos los casos la información recibida se almacena en una base de datos basada en HeidiSQL. Luego las herramientas desarrolladas para la visualización y procesamiento de datos consumen los datos de esta base de datos y los muestran apropiadamente según el perfil del usuario. Ver la sección [11.4].

## **9. Fuente de alimentación**

La tensión nominal de alimentación es 12VDC. Sin embargo el rango aceptable es entre 9 VDC y 15 VDC. La fuente de alimentación externa debe conectarse en el puerto de alimentación destinado para tal fin. La corriente que consume el datalogger es 200 mA. En caso de alimentación a través de baterías es importante considerar el consumo adicional de los sensores y los equipos de comunicaciones.

## **10. Mantenimiento**

A continuación se describen las operaciones básicas de mantenimiento que pueden ser realizadas por el usuario sin tener que acudir a un servicio técnico especializado.

- Protección contra humedad.
- Reemplazo de la batería interna en forma periódica.
- Calibración y mantenimiento en fábrica cada tres años.

### **10.1. Protección contra la humedad**

Como se mencionó anteriormente el datalogger no cuenta con una carcasa sellada, por lo cual no es apto para exponerse a la humedad en forma directa. Pero aunque el equipo se encuentre en un gabinete estanco existe riesgo de que la humedad se condense y dañe los circuitos. Por ello se recomienda instalar el equipo junto a un absorbente de silica gel.

### **10.2. Batería interna**

El datalogger cuenta con una batería interna de litio para mantener el reloj sincronizado en caso de no contar con energía externa. Típicamente la duración de la misma debería ser de al menos tres años. Si al conectar el datalogger la fecha es incorrecta desde su último uso es probable que la batería esté agotada y se recomienda cambiarla.

## **IV. Funcionamiento de la red IHREDA**

### **11. Red de monitoreo y alerta IHREDA**

Si bien es un tema que excede a este manual, es necesario explicar en forma general algunos conceptos referidos a la red de monitoreo IHREDA debido a su íntima relación con el funcionamiento del datalogger.

La red de monitoreo IHREDA está compuesta por los siguientes elementos que serán descritos en las secciones subsecuentes:

- Estación de monitoreo.
- Centro de monitoreo Local.
- Centro de monitoreo Regional.

Un esquema que representa la arquitectura de esta red puede verse en la Figura 8.

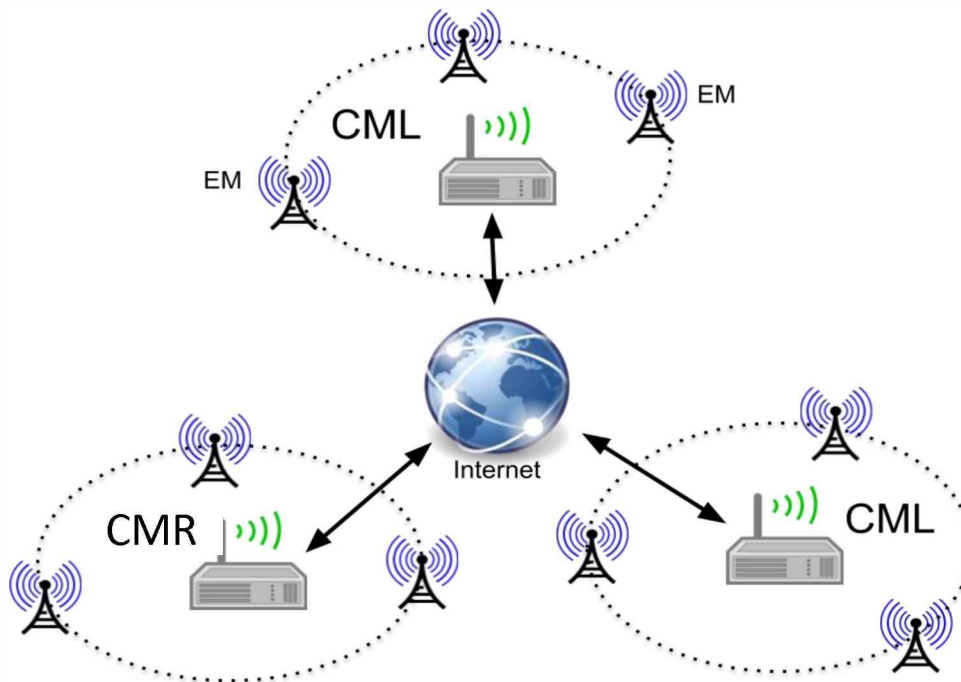


Figura 8. Arquitectura de red IHREDA

En cuanto al manejo de la información, existe una base de datos que concentra toda la información de la red y sobre la cual operan diferentes herramientas de software que permiten su visualización en un formato apropiado según la finalidad.

### 11.1. Estación de monitoreo

Una estación de monitoreo contiene un sistema de adquisición completo (Ver sección [5.6]), junto a una serie de elementos adicionales que garantizan su operación de forma segura.

- Cerco de alambre perimetral de la parcela.
- Sistemas de cableado.
- Protección pararrayos.
- Sistema de generación fotovoltaica.
- Torre de comunicaciones.

Según su finalidad una estación de monitoreo, puede estar equipada con un sistema de transmisión de datos en tiempo real (a través de un enlace de radio propio de la red) o con un equipo de comunicaciones GPRS cuya prestancia puede estar sujeta a condiciones de las operadoras de telefonía celular y a la disponibilidad de señal.

La información recopilada por el datalogger en la estación de monitoreo es entonces transmitida con cierta frecuencia temporal a su respectivo centro de monitoreo local. La Figura 9 muestra el contenido de una estación de monitoreo de referencia, junto a una

descripción de sus componentes básicos. Por otro lado, la Figura 10 contiene la fotografía de una estación construida.

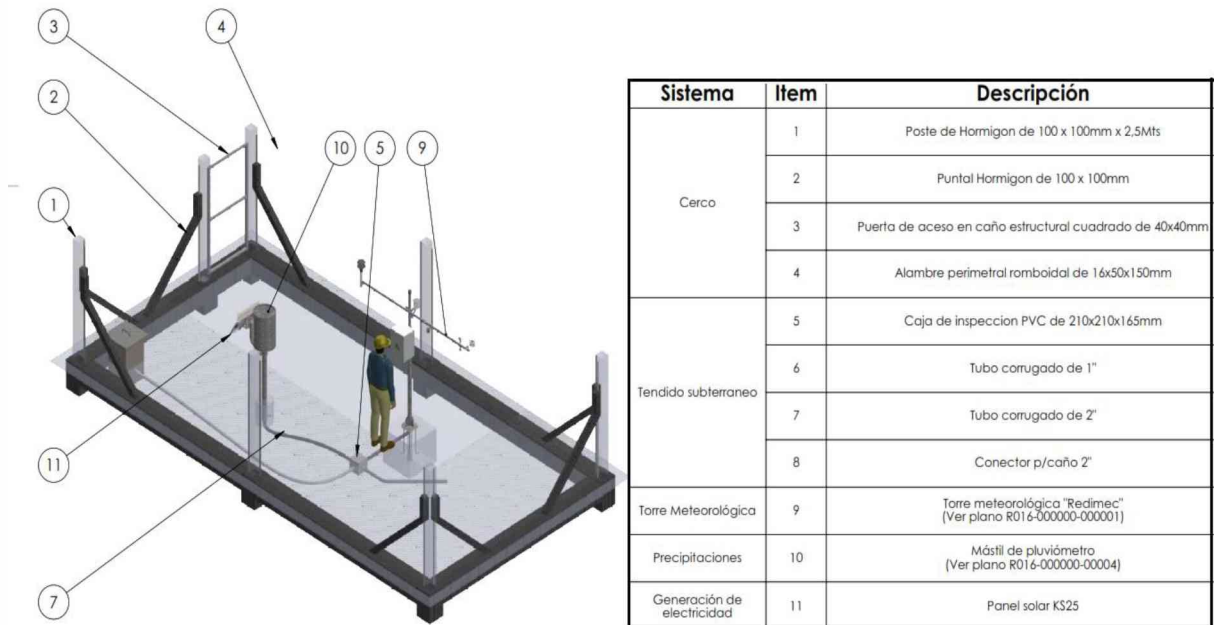


Figura 9. Esquema de estación de monitoreo



Figura 10. Fotografía de estación de monitoreo de la red IHREDA

### 11.1.1. Conexiones típicas de Prodaq en una estación de monitoreo

La Figura 11 muestra las conexiones típicas de los sensores utilizados por las estaciones de monitoreo de la red IHREDA. Si bien el datalogger puede configurarse de diversas maneras, esta es la configuración por defecto.

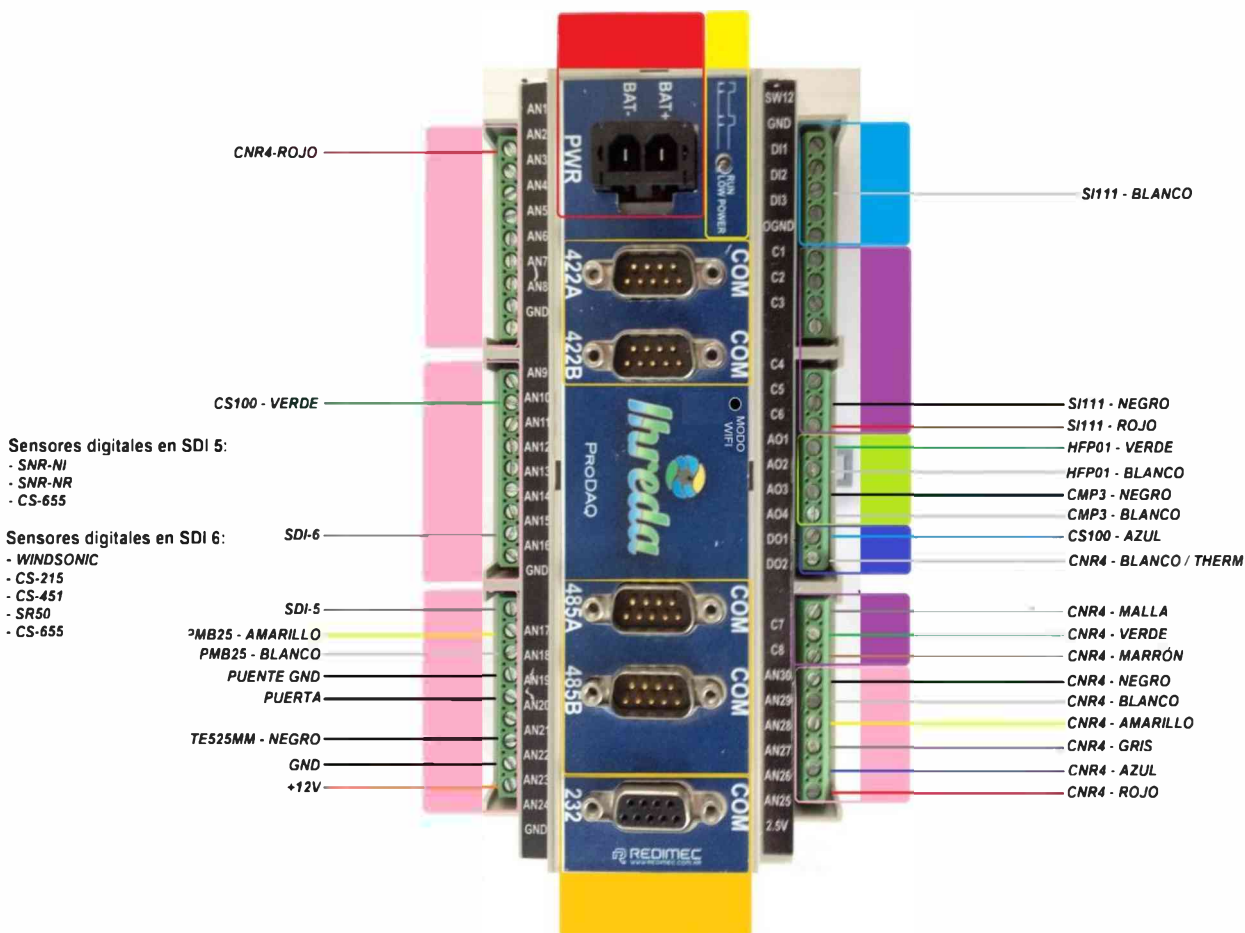


Figura 11. Conexiones típicas de Prodaq en estaciones de la red IHREDA

### 11.2. Centro de Monitoreo Local

Un centro de monitoreo local consiste en un espacio físico correctamente acondicionado para alojar un servidor que almacena los datos de las estaciones de monitoreo correspondientes. A su vez en caso de contar con conexión a Internet, contiene una réplica de la base de datos global.

De esta manera, en caso de una situación de emergencia, la información del centro de monitoreo local se encontrará siempre actualizada, sincronizándose con el resto de la red cuando las condiciones sean apropiadas.

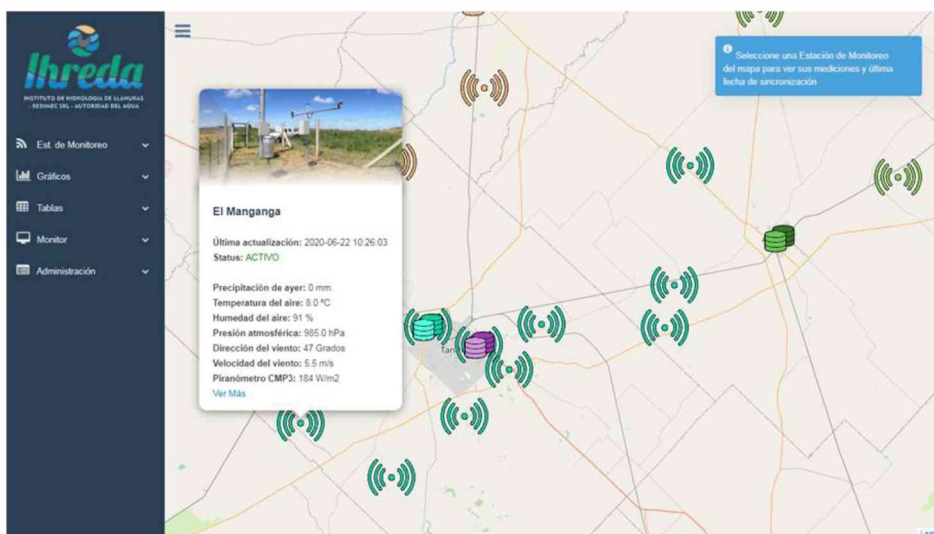
### 11.3. Centro de Monitoreo Regional

El Centro de Monitoreo tiene una doble función. Por un lado se comporta como un CML para las EM definidas dentro de su radio de alcance. Por el otro lado permite visualizar el estado

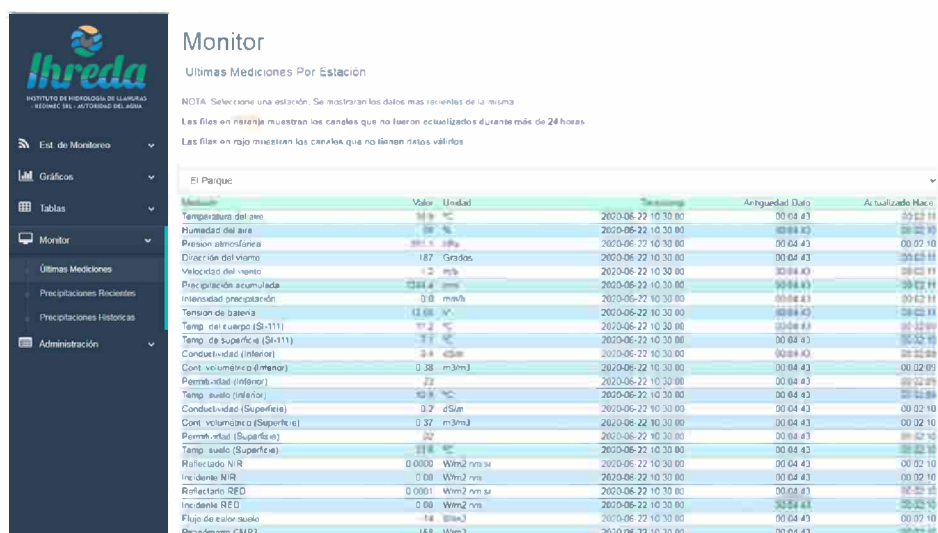
de toda la red y aloja la base de datos principal en la cual se concentra y resguarda la información.

### 11.4. Sistema de visualización de datos

Los datos almacenados en la base de datos de un CML pueden observarse y exportarse a diferentes formatos para su procesamiento. Pero es necesario contar con un sistema que permita visualizar la información de manera apropiada para que un operador con conocimientos técnicos pueda conocer el estado de la red y reaccionar en situaciones de alarma. La Figura [12] muestra el software que visualizador de la red IHREDA.



(a)



(b)

Figura 12. (a) Vista global del visualizador de la red IHREDA- (b) Vista en detalle de una Estación de monitoreo

## **IX. Instructivo para montaje de sensores**



# INSTRUCTIVO PARA MONTAJE DE SENSORES

Realizado por Christian Mancino.

Versión\_24/07/2020

*Este instructivo es una traducción de los manuales originales de los fabricantes adaptado a las estaciones de monitoreo de IHREDA.*

## Contenido

1. Introducción .....	3
2. Sensor: Radiación global (CMP3-L) .....	3
Requisitos del entorno del sitio .....	4
Montaje del sensor .....	4
3. Sensor: Radiación Neta (CNR4) .....	4
Requisitos del entorno del sitio .....	4
Montaje del sensor .....	5
4. Sensor: temperatura radiativa (SI-111).....	6
Requisitos del entorno del sitio .....	6
Montaje del sensor .....	7
5. Sensor: Reflectividad spectral-NDVI (SRS-NR/NI) .....	7
Requisitos del entorno del sitio .....	8
Montaje del sensor .....	8
6. Sensor: Flujo de calor en el suelo (HFP01-L15) .....	8
Requisitos del entorno del sitio .....	8
Montaje del sensor .....	8
7. Sensor: Contenido de agua volumétrico, conductividad eléctrica y temperatura del suelo (CS655-L) reflectómetro .....	10
Requisitos del entorno del sitio .....	10
Montaje del sensor .....	10
8. Sensor: Humedad y Temperatura atmosférica (CS215).....	10

Requisitos del entorno del sitio.....	10
Montaje del sensor.....	11
9. Sensor: Velocidad y dirección de viento (WindSonic4).....	12
Requisitos del entorno del sitio.....	12
Montaje del sensor.....	12
10. Sensor de precipitación: Pluviómetro (PMB25 y TE525MM).....	13
Requisitos del entorno del sitio.....	13
Montaje del sensor.....	13
11. Sensor: Presión atmosférica (CS100).....	13
Requisitos del entorno del sitio.....	13
Montaje del sensor.....	13
12. Sensor: Presión columna de agua –Nivel freático (CS451).....	14
Requisitos del entorno del sitio.....	14
Montaje del sensor.....	14
13. Sensor: Nivel de arroyo sónico (SR50A-L).....	16
Requisitos del entorno del sitio.....	16
Montaje del sensor.....	16
14. PH (CSIM11-L10-PT) y ORP (CSIM11-ORP-L10-PT).....	17
Requisitos del entorno del sitio.....	18
Montaje del sensor.....	18
15. Conductividad y temperatura del agua (CS547A-L20NW-PT).....	18
Requisitos del entorno del sitio.....	18
Montaje del sensor.....	18
16. Turbidez del agua (OBS-3+SB-2_5-T1).....	19
Requisitos del entorno del sitio.....	19
Montaje del sensor.....	19
17. BIBLIOGRAFIA.....	19

## 1. Introducción

Según sus características de salida, los sensores pueden dividirse en analógicos, digitales e “inteligentes”.

Sensores analógicos: la salida del sensor es comúnmente en forma de tensión, corriente, carga, resistencia o capacitancia. El acondicionamiento de la señal convierte esas señales básicas en señales de tensión.

Sensores digitales: sensores con salidas de señal digital, con la información contenida en el estado estático de un bit o grupo de bits, y con sensores con salida por pulsos o frecuencia.

Sensores/transductores “inteligentes”: incluyen un microprocesador que realiza funciones básicas de adquisición y procesamiento de datos, y proporciona una salida digital serie o paralelo.

En los próximos párrafos se describen los sensores usados en la EM donde se recomienda la ubicación y el montaje del sensor siguiendo las pautas de los manuales de fabrica y las normativas descriptas en los manuales de la OMM-Nº8 “Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos” [https://library.wmo.int/?lvl=notice\\_display&id=5280#.XiXIAE8za70](https://library.wmo.int/?lvl=notice_display&id=5280#.XiXIAE8za70) y el manual OMM/TD-Nº862 “Instruments and observing methods. Report Nº 65” [https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice\\_display&id=11269#.Xib8bU8za70](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=11269#.Xib8bU8za70)

## 2. Sensor: Radiación global (CMP3-L)

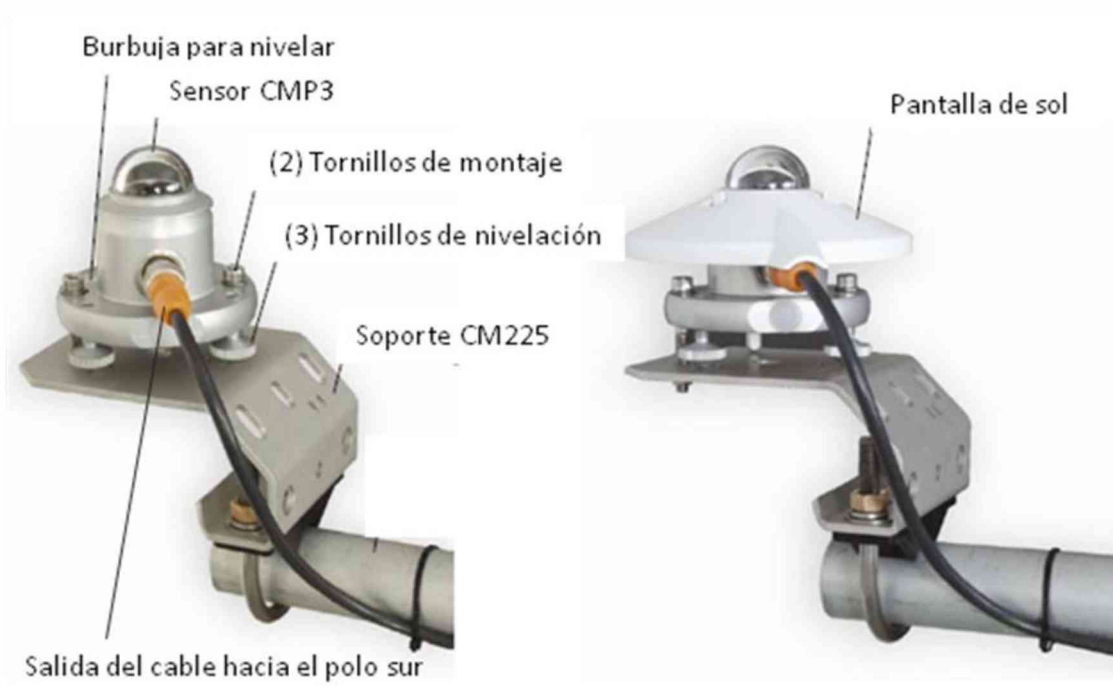


Figura 1-1. Montaje del sensor en el soporte CM225 y pantalla de sol

### Requisitos del entorno del sitio

El lugar donde se coloque el sensor debe estar lejos de paredes, techos u otros objetos brillantes que reflejen la luz del sol, tampoco se debería exponer a fuentes de radiación artificial. Es importante montar el CMP3-L tal que la sombra no lo afecte en ningún momento. Si esto no es posible, trate de elegir un lugar donde cualquier obstrucción en el plano acimutal este a una altura no superior 5°. [2] Pág. 7, [1] Pág. 1.7-18

En la descripción de la estación debería figurar la altitud del sensor sobre el nivel del mar (es decir, la altitud de la estación más la altura del sensor sobre el suelo), así como su longitud y latitud geográficas. [1] Pág. 1.17-19

### Montaje del sensor

Usar el soporte CM225 para fijar el sensor CMP3-L al travesaño del mástil I (Figura 1-1.) El CMP3-L incluye una base con dos tornillos de nivelación, nivel de burbuja y dos tornillos de montaje.

Monte el CMP3-L sobre el CM225 de la siguiente manera:

1. Coloque el piranómetro sobre el soporte CM225 orientado de tal manera que la salida del cable salga hacia el Polo magnético sur. [2] Pág. 7.
2. Coloque los tornillos de montaje, pero no los apriete (Figura 1-1. (2)).
2. Luego coloque los tornillos de nivelación (Figura 1-1 (3)) y gírelos según sea necesario para que la burbuja del nivel quede dentro del anillo.
3. Apriete los tornillos de montaje para asegurar el conjunto en su posición final. Compruebe que el piranómetro sigue correctamente nivelado y ajuste según sea necesario.
4. Coloque la pantalla solar de plástico blanco (Sun Shield) en el piranómetro.

## **3. Sensor: Radiación Neta (CNR4)**

### Requisitos del entorno del sitio

- ≠ El sensor se debe situar de tal manera que las sombras o reflejos de obstáculos, como árboles, edificios o el mástil/estructura sobre la que se monta no caigan sobre él a cualquier hora del día. [1] Pág. 1.7-18
- ≠ Para evitar la sombra o efectos reflexión y promover el promedio espacial [1] Pág. 1.7-18, el CNR4 debe montarse al menos 1,5 m por encima de la superficie del suelo o cultivo. [3] Pág. 10. Se recomienda que el CNR4 sea montado en una torre vertical independiente, y distanciado al menos 7,6 metros de cualquier otra estructura de montaje. [3] Pág. 10.
- ≠ Oriente el sensor hacia el **Norte geográfico** para evitar problemas potenciales de sombra. [3] Pág. 10.

### Montaje del sensor

El CNR4 puede ser montado directamente al travesaño del mástil del lado más largo.

Montar el sensor de la siguiente manera:

1. En primer lugar, fijar la varilla al CNR4, como se muestra en la Figura 2-1.



Figura 2-1. Varilla de montaje para el CNR4.

2. Fije el soporte (np:26120) de montaje al travesaño utilizando los pernos en U suministrados como se muestra en la Figura 2-2.



Figura 2-2. Sujeción del CNR4 con el soporte (np:26120) en el travesaño.

3. Inserte la varilla de montaje del sensor CNR4 en el soporte np:26120 asegurándose que el sensor se encuentre en la dirección de las flechas marcadas como "SENSOR" en la parte superior del soporte (Figura 2-2). Realice una nivelación gruesa del sensor con el nivel de burbuja en la parte superior del CNR4, y apriete los cuatro tornillos en la parte superior del soporte para asegurar que la varilla no gire.

NOTA: No intente girar el instrumento utilizando los cabezales del sensor, ya que puede dañar los sensores; utilizar la varilla de montaje solamente.

- Realizar la nivelación con los dos tornillos de nivelación: uno en el frente y el otro en la parte posterior del soporte.

#### 4. Sensor: temperatura radiativa (SI-111)

##### Requisitos del entorno del sitio

El campo de visión del sensor instalado en la estación es el que se ve en la figura 3-1. Considerando que el sensor tiene un ángulo de lectura de 22° y esta a 2 m de altura por arriba de la canopia, el campo de visión sería igual a una circunferencia de 80 centímetros de diámetro. Si el sensor esta puesto fuera del nadir entonces el campo de visión se convierte en elíptico (Figura 3-2).

- ≠ El único requisito respecto al entorno del sitio es que el campo de visión del sensor debe estar libre de cemento u objetos no deseados. [4]

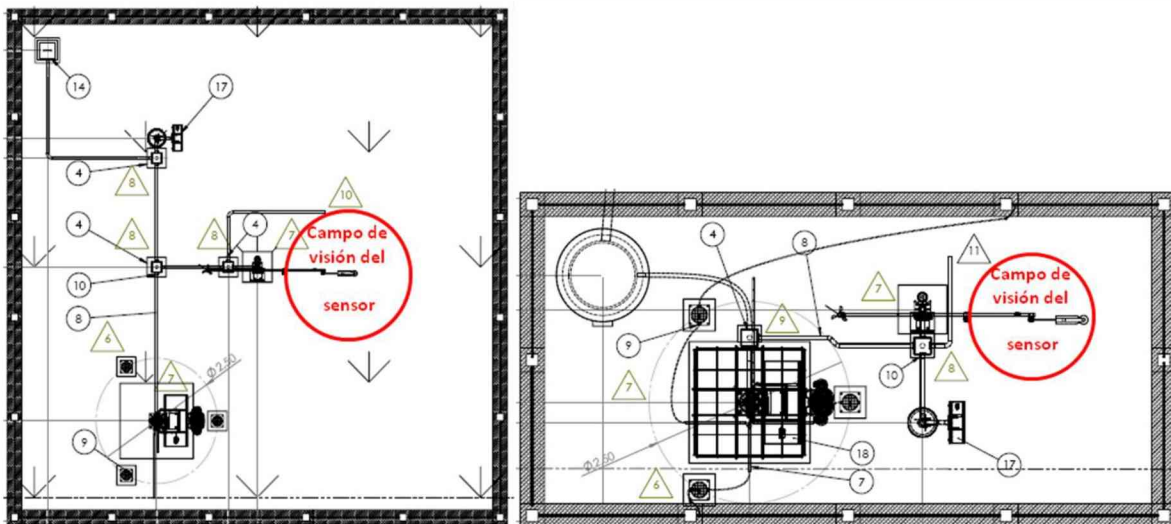


Figura 3-1. Área de lectura del sensor visto desde arriba.

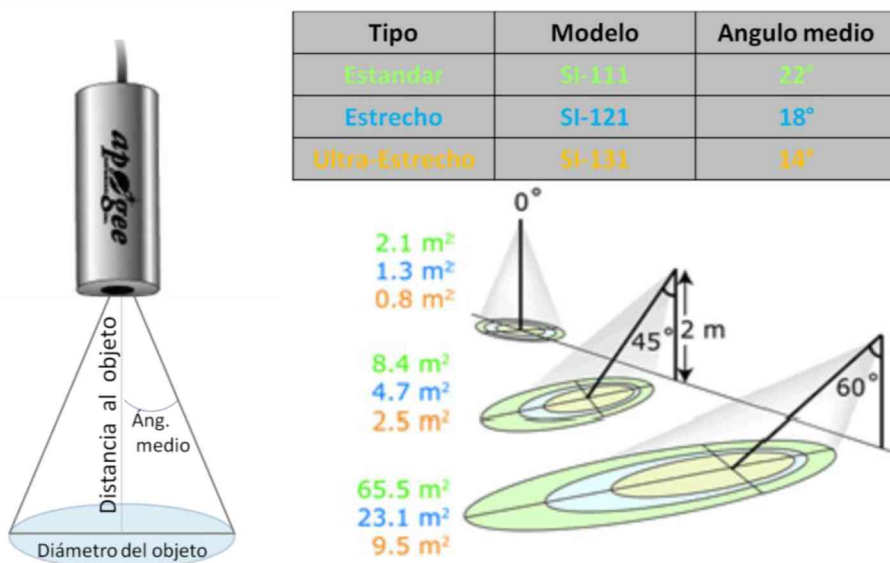


Figura 3-2. Campos de visión del sensor de acuerdo con el ángulo de instalación. [5] Pág. 9.

### Montaje del sensor

1. El SI-111 se debe montar en el travesaño del mástil a través del kit de montaje CM230. El CM230 permite que el sensor se gire hacia la superficie de interés.
2. Corregir la declinación del sensor apretando abrazadera en U que se monta en el travesaño. La inclinación se ajusta con la otra abrazadera en U y tuercas (Figura 3-3). Dependiendo del objetivo de estudio el sensor puede ir orientado de forma vertical o con un ángulo de 45 grados.

**NOTA:** Remueva la tapa verde de la SI-111 después de montar el sensor.



Figura 3-3. Detalle del montaje

## 5. Sensor: Reflectividad espectral-NDVI (SRS-NR/NI)

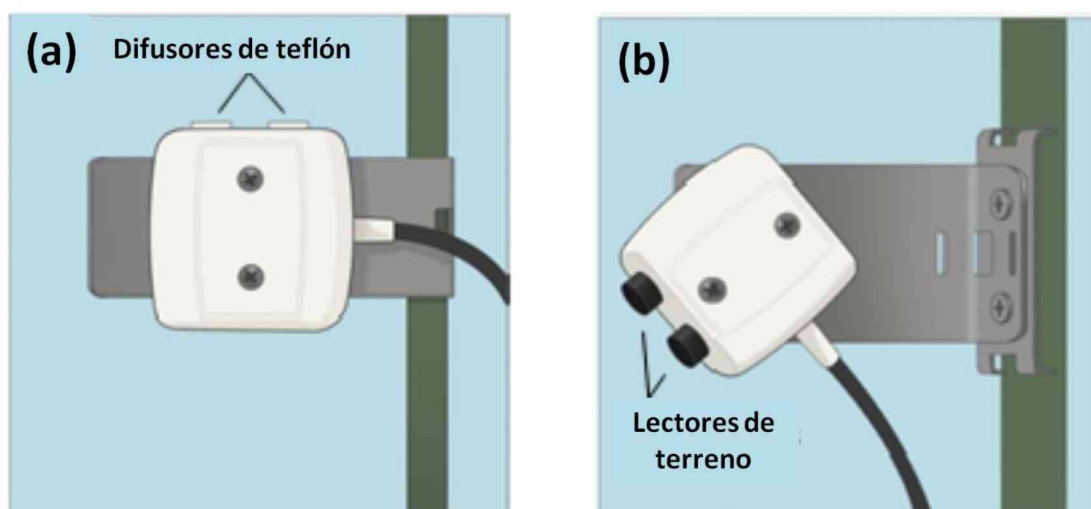


Figura 4-1. Versiones de lectura. (a) Hemisférico, (b) sensores de suelo

### Requisitos del entorno del sitio

- ≠ El único requisito respecto al entorno del sitio es que el campo de visión del sensor debe estar libre de cemento u objetos no deseados.

### Montaje del sensor

El SRS se debe montar el extremo más largo del travesaño.

NOTA: Usar abrazaderas de acero inoxidable ya que los precintos de plástico que vienen con el sensor se aflojan.

El SRS-NI hemisférico (Figura 4-1a): Se debe colocar con los sensores hacia arriba en forma vertical asegúrese que la vista del sensor hacia el cielo que no esté obstruida. Este sensor tiene un campo de visión (GIFOV) de 180° (ángulo completo). [6] Pág. 18

El SRS-NR Field Stop (Figura 4-1b) deben ser montado encima del follaje con los sensores apuntando hacia el suelo. Puede orientarse de forma oblicua o en forma vertical hacia abajo (nadir) dependiendo del objetivo de estudio. El campo de visión montado en la posición de nadir se determina por dos factores: el campo de visión angular (que se fija en 18 (medio ángulo)) y la altura del sensor por encima del follaje. [6] Pág. 18

$$\text{GIFOV} = 2 * (\tan(18) * h)$$

Donde h es la altura arriba de la canopia. Considerando que el sensor esta a 2 m de altura por arriba de la canopia en campo de visión seria igual a una circunferencia de 1,3 metros de diámetros. Si el sensor del suelo es puesto fuera del nadir entonces el campo de visión se convierte en elíptico.

## **6. Sensor: Flujo de calor en el suelo (HFP01-L15)**

### Requisitos del entorno del sitio

- ≠ El sensor se debe ubicar fuera del área de medición de los radiómetros y de la zona de circulación del operador. El área marcada en la figura 5-1 es la adecuada para la instalación.

### Montaje del sensor

1. Use una pala para hacer un corte vertical en el suelo. Los sensores se instalan en la cara no perturbada del pozo.
2. Mida la profundidad del sensor desde la parte superior del pozo. Con un cuchillo pequeño, hacer un corte horizontal a 8 cm por debajo de la superficie e inserte la placa de flujo de calor en el corte horizontal (Figura 5-2). [7] Pág. 3

3. Instale el HFP01 en el suelo de tal manera que el lado con la etiqueta roja se enfrente al cielo y la etiqueta azul de cara al suelo.

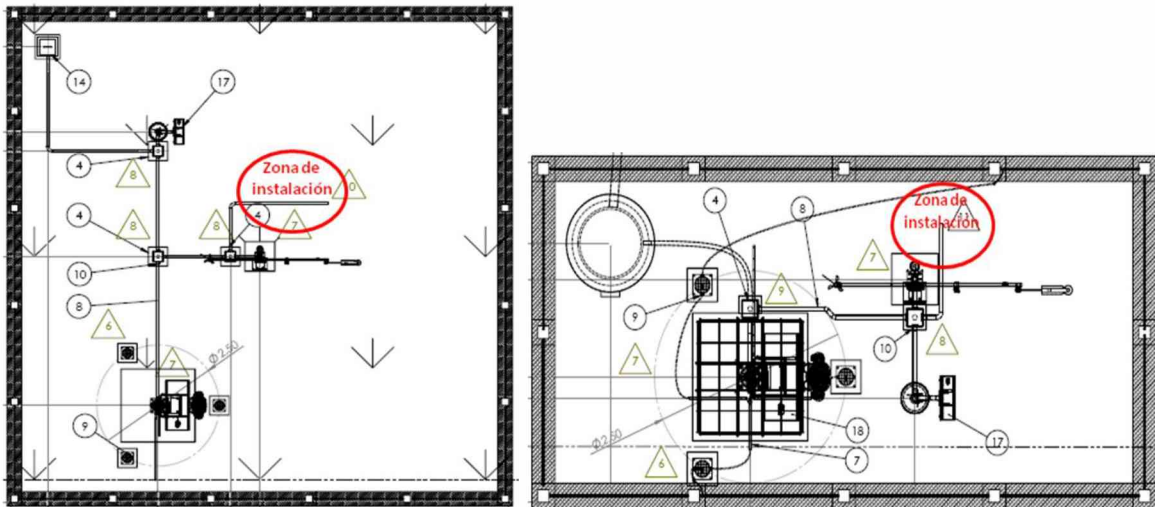


Figura 5-1. Ubicación del sensor HFP01 dentro de la parcela.

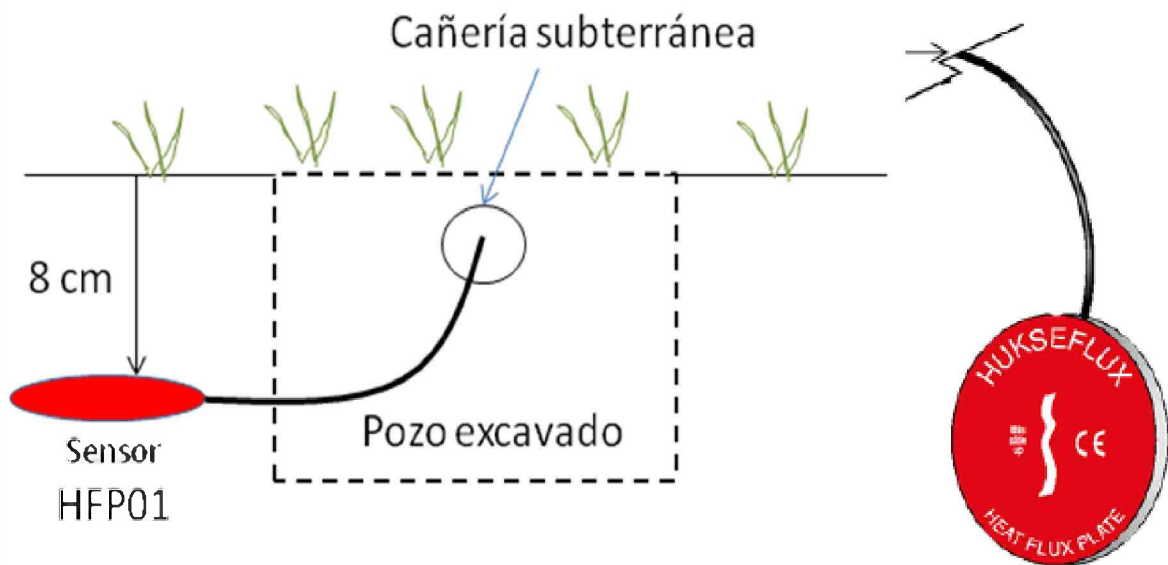


Figura 5-2. Instalación del sensor en el suelo

4. Vuelva a colocar el suelo excavado de nuevo en la posición original después de instalar todos los sensores.

**PRECAUCIÓN:** Para que el HFP01 pueda hacer mediciones de flujo de calor del suelo de calidad, la placa debe estar en pleno contacto con el sedimento. Nunca haga funcionar el sensor quedando directamente a la superficie. Más bien, enterrar los cables del sensor a corta distancia detrás del agujero para minimizar la conducción térmica en el cable.

## 7. Sensor: Contenido de agua volumétrico, conductividad eléctrica y temperatura del suelo (CS655-L) reflectómetro

### Requisitos del entorno del sitio

El suelo no debe estar disturbado.

### Montaje del sensor

- ≠ Se colocarán 2 sensores por estación con las varillas insertadas de forma vertical.
- ≠ No deben separarse las varillas al clavar el sensor esto puede provocar un error en la medición.
- ≠ Uno de los sensores se instala en la superficie y el otro por arriba del techo del horizonte Bt (Figura 6-1).
- ≠ Debido al efecto negativo que produce la temperatura en la electrónica que se encuentra en el epoxi del CS655 debe ir totalmente enterrado y en contacto directo con el suelo.

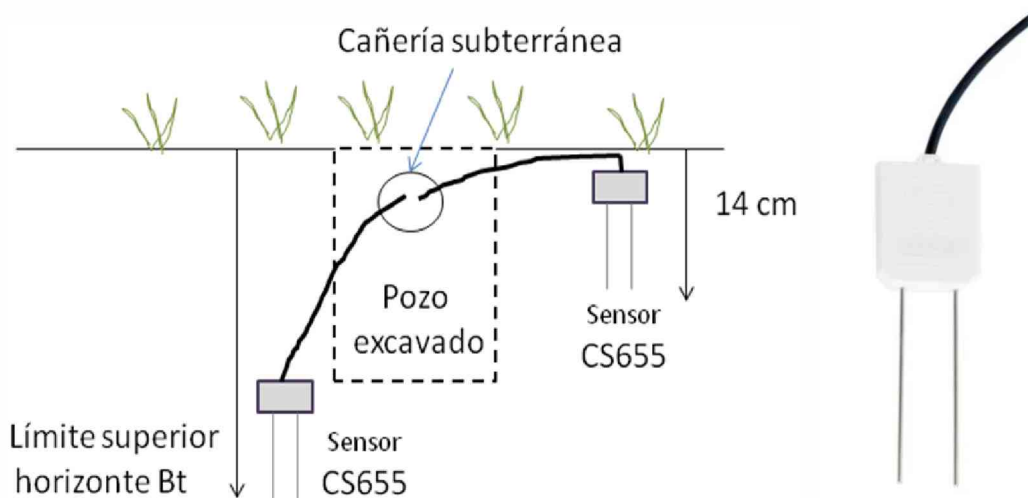


Figura 6-1. Distribución de los sensores en el perfil de suelo

## 8. Sensor: Humedad y Temperatura atmosférica (CS215)

### Requisitos del entorno del sitio

- ≠ La estación debe estar en área abierta de al menos 9 metros de diámetro, alejado de árboles, libre de las sombras con exposición directa al sol y al viento [8] Section 3, Pág. 2/6.
- ≠ La superficie de la estación debe estar cubierta por pasto corto. Las pendientes muy inclinadas y las depresiones del terreno están expuestas a condiciones excepcionales ambientales, por lo que convendría evitarlas. [1] Pág. 1.2-3 (OMM, N°8).

- ≠ Los sensores deben estar a una distancia de por lo menos cuatro veces la altura de cualquier obstrucción cercana, y por lo menos 30 m de las grandes áreas pavimentadas [8] Section 3, Pág. 3/6. (EPA en Campbell).

#### Montaje del sensor

- ≠ Los sensores deben ser protegidos contra la radiación térmica y adecuadamente ventilados con el escudo de radiación 41303-5. El sensor debe estar alejado 1,5 veces el diámetro de la torre [8] Section 0, Pág. 16/16
- ≠ El sensor debe ubicarse a una altura de entre 1,2 y 2,0 metros por encima del nivel del suelo [1] Pág. 1.2-3 (OMM, Nº8). Para todas las estaciones del proyecto FONARSEC 19 se instalará el sensor a 2 metros por encima del nivel del suelo.
- ≠ El sensor CS215 debe ser alojado dentro de un escudo contra la radiación (41303-5A) cuando se utiliza en el campo. Sujete el 41303-5A con el perno en U al mástil (Figura 7-1).

Para montar el CS215 en el Escudo de radiación:

1. Afloje los tornillos de la abrazadera de plástico que se encuentra en la base del escudo e inserte suavemente el sensor.
2. Continúe empujando el sensor hacia el cuerpo del escudo hasta que la abrazadera se asiente en la base del sensor.
3. Apriete los tornillos de la abrazadera.

**PRECAUCIÓN:** Al retirar el sensor del escudo, retirarlo con cuidado, ya que la cerámica porosa se rompe fácilmente si se golpea. No se debe tocar o engrasar la cerámica porosa que está en la punta del sensor [9].



Figura 7-1. Escudo de radiación 41303-5A

## 9. Sensor: Velocidad y dirección de viento (WindSonic4)

### Requisitos del entorno del sitio

La estación de monitoreo debe estar ubicada sobre un terreno llano y abierto, lejos de obstáculos tales como árboles y edificios. La distancia entre el sensor de viento y la obstrucción más cercana debe ser como mínimo 10 veces la altura de la obstrucción [1] Pág. 1.5-10. (OMM, N°8)

### Montaje del sensor

La altura estándar recomendada por la OMM para los anemómetros es de 10 metros sobre el suelo [1] Pág. 1.5-10. Para el proyecto FONARSEC el sensor se ubicará a 2 metros de altura debido a que no todas las estaciones cuentan con una torre para ubicarlo a la altura recomendada y porque el objetivo de observar el viento se basa en aspectos hidrológicos.

Cuando se efectúen mediciones de viento en la parte lateral de mástiles o torres en lugar de en su cima, los instrumentos deberían estar situados en el extremo de un brazo cuya longitud sea como mínimo el triple de la anchura del mástil o de la torre [1] Pág. 1.5-11.

El sensor se monta utilizando los accesorios de montaje 17387 y CM220:

1. Pase el cable del sensor por dentro del tubo 17387 desde de la parte inferior hasta el sensor.
2. Conecte el acoplamiento hembra del cable a la conexión macho del sensor, conector situado en la parte inferior del sensor.
3. Asegure el sensor al tubo 17387 usando los tres tornillos de cabeza (pn 505) # 6-32 x 0.375 pulgadas.
4. Conecte el tubo 17387 al travesaño a través del Kit de montaje CM220 en ángulo recto.
5. Oriente el sensor de modo que la marca de color verde señale el Norte geográfico (Figura 8-1).  
El sitio [www.ngdc.noaa.gov/geomag-web](http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web) contiene información detallada sobre la determinación de Norte geográfico utilizando una brújula y la declinación magnética para el sitio.
6. Pase el cable por el interior del travesaño del mástil.



Figura 8-1: WindSonic con el soporte CM220 usando el tubo 17387

## 10. Sensor de precipitación: Pluviómetro (PMB25 y TE525MM)



### Requisitos del entorno del sitio

- ≠ La estación de monitoreo debe estar situada lejos de obstáculos como arboles, paredes, edificios, laderas, etc.
- ≠ La distancia del sensor a los obstáculos debe ser por lo menos 2 veces la altura del obstáculo sobre el plano del borde superior del pluviómetro [1] Pág. 1.6-3 (OMM, N°8). Ejemplo: para un pluviómetro instalado una altura de 1,5 metros y con un obstáculo de 10 metros de alto el cálculo sería  $10 - 1.5 = 8.5$  m. La distancia del sitio de la medida al obstáculo debe ser por lo menos  $(2 \times 8.5 =) 17.0$  m.
- ≠ El terreno sobre el cual se están realizando las medidas debe estar cubierto con pasto corto, grava o ripio. Pág 96 (OMM, N°168)

### Montaje del sensor

Se debe ubicar el sensor en un lugar plano libre de obstáculos. La elevación más común de la boca del sensor es entre 0,5 a 1,5 metros [1] Pág. 1.6-2 (OMM, N°8). Para el proyecto FONARSEC la boca del pluviómetro se ubicará a 1,5 metros de altura para evitar que los desbordes de los arroyos afecten al sensor.

## 11. Sensor: Presión atmosférica (CS100)

### Requisitos del entorno del sitio

No tiene contraindicaciones

### Montaje del sensor

Los principales requisitos con respecto al lugar de exposición son:



- ≠ Se debe alojar en un lugar con temperatura constante o que cambie lentamente.
- ≠ Debe presentar ausencia de corrientes de aire.
- ≠ Se debe montar en forma vertical.
- ≠ Debe estar lejos de fuentes electromagnéticas.
- ≠ Debe estar protegido en todo momento de los rayos directos del sol.

## 12. Sensor: Presión columna de agua – Nivel freático (CS451)



### Requisitos del entorno del sitio

No tiene contraindicaciones

### Montaje del sensor

#### **Consideraciones generales:**

El CS451 se puede instalar en cualquier posición; sin embargo, cuando sale de la fábrica, se prueba en posición vertical. Habrá un error de compensación si no se instala verticalmente.

- ≠ Tubo de ventilación

Un tubo de ventilación incorporado en el cable ventila el diafragma del sensor a la atmósfera. Esto elimina la necesidad de compensar los cambios en la presión barométrica. Para evitar que el vapor de agua ingrese a la cavidad interna del sensor, la abertura del tubo de ventilación termina dentro de un tubo desecante.

El tubo desecante se envía con una tapa negra para cubrir el orificio de ventilación. Esta tapa DEBE quitarse antes de la instalación. El tubo desecante siempre debe estar conectado al sensor.

Antes de instalar el sensor, asegúrese de que el desecante sea azul; reemplace si no.

- ≠ Profundidad de agua adecuada

El CS451 debe instalarse debajo del agua a una profundidad fija. Esta profundidad debe elegirse de modo que la presión del agua nunca exceda el rango de presión del transductor (el doble de su rango de presión). La lectura de salida no será correcta, y el transductor puede dañarse si la presión es excesiva (2 x escala completa).

La presión se puede convertir en metros de agua dulce usando la siguiente ecuación simple:

$$1 \text{ psi} = 0,70409 \text{ metros de agua,}$$

≠ Desalojar burbujas

Al sumergir el sensor, las burbujas de aire pueden quedar atrapadas entre la placa de presión y la superficie del agua, causando pequeños errores de compensación hasta que las burbujas se disuelvan. Desaloje estas burbujas agitando suavemente el sensor mientras está bajo el agua.

Si las burbujas no se eliminan por rotación y agitación bajo el agua (o purgando el aire en un sistema cerrado), la lectura del sensor se irá reduciendo a medida que las burbujas se disuelvan lentamente en el agua a lo largo del tiempo.

#### Como calcular la profundidad del Nivel Freático (NF):

La presión medida es directamente proporcional a la columna de agua sobre el sensor. La presión se puede convertir en metros de agua dulce usando la siguiente ecuación simple:

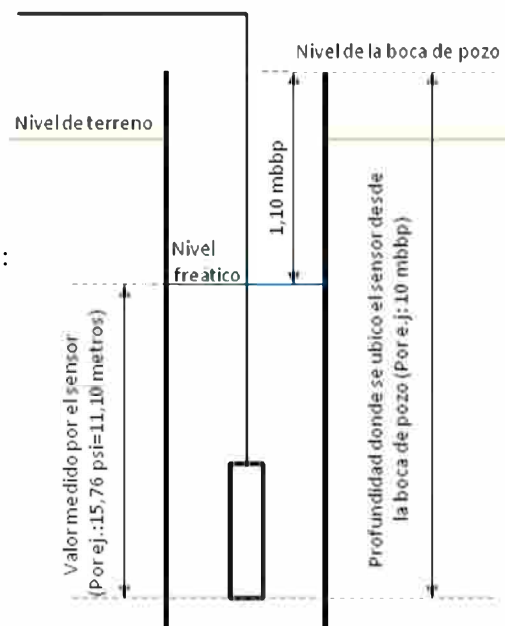
$$1 \text{ psi} = 0,70409 \text{ metros de agua,}$$

Por ejemplo, si el CS451 se encuentra a 10 metros bajo boca de pozo y proporciona una lectura de 15.76 psig, luego:

$$15,76 \text{ psig} \cdot 0,70409 \text{ m/psig} = 11,10 \text{ m de columna de agua}$$

Por lo tanto, el NF se calcula:

$$11,10 \text{ m} - 10 \text{ m} = 1,10 \text{ metros bajo boca de pozo (mbbp)}$$



#### Procedimiento de instalación:

1. Baje el sensor a una profundidad de al menos 2 metros por debajo de la máxima profundidad del nivel freático registrado y de 5 metros para las cámaras de quietamiento. No deje caer el instrumento ni permita que caiga "libremente" en un pozo, ya que podría dañar el sensor.
2. Fije el sensor: Si lo instala en un pozo, ajuste el cable a la boca del pozo mediante un prensacable, pero evitando el excesivo apriete para no estrangular la manguera interna. Nunca suspenda el CS451

de las conexiones en la parte superior del cable. Las curvas cerradas o el pellizco excesivo del cable pueden causar daños y pueden dañar el tubo de ventilación causando errores de medición.

3. Mida la profundidad a la cual ubico el lector del sensor respecto a un punto fijo. Este valor se usa para transformar la psi a valor del nivel freático. El programa hará el cálculo de compensación. Consulte la Sección 7.2.4 del manual, Cálculo de compensación [10] Pág. 10, si el logger no hace esta corrección.

4. Después de la instalación, se deben tomar varias lecturas con sonda de nivel manual para garantizar las operaciones correctas después de la instalación.

### 13. Sensor: Nivel de arroyo sónico (SR50A-L)



#### Requisitos del entorno del sitio

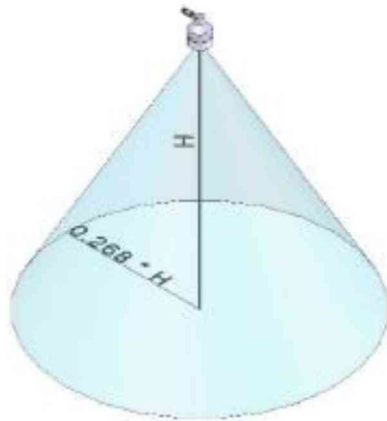
La zona a instalar el sensor debe ser en un tramo recto del arroyo de por lo menos 50 metros aguas arriba y aguas debajo de la estación. El arroyo no debe presentar obstáculos en el agua que genere oleaje abrupto.

#### Montaje del sensor

≠ Cálculo de radio de influencia

Siempre es mejor montar el SR50A perpendicular a la superficie objetivo-deseada. El SR50A tiene un ángulo de haz de aproximadamente 30 grados [11] Pág 16.

La siguiente fórmula se usa para determinar la distancia requerida para el ángulo del haz.



$$\text{Radio de influencia} = \text{distancia al agua (H)} * 0,268$$

≠ Altura de montaje

Cualquier objetivo al SR50A debe ser de al menos 50 cm o más desde la cara del transductor [11] Pág. 16. También se debe intentar no montar el sensor demasiado lejos de la superficie objetivo. Cuanto más alejado está el sensor del objetivo, más aumenta el error absoluto.

≠ Punto de referencia

La rejilla frontal en el transductor ultrasónico se usa como referencia para los valores de distancia. Debido a que es difícil de medir desde la parrilla, se puede usar el borde exterior de la carcasa del transductor de plástico, (Figura 12-1). Si se usa este borde, simplemente agregue 8 mm a la distancia medida.



Figura 12-1. Distancia desde el borde de la carcasa del transductor a la rejilla.

## 14. PH (CSIM11-L10-PT) y ORP (CSIM11-ORP-L10-PT)

Ambos sensores tienen las mismas especificaciones. Están formados por electrodos de vidrio, diferenciados por una banda de platino (ORP) o estilo émbolo (pH).

#### Requisitos del entorno del sitio

- ≠ Se recomienda un entorno oscuro, para evitar el crecimiento de especies acuáticas (algas o microorganismos) en el sensor y comprometer la medición. Evitar el contacto con plantas acuáticas.
- ≠ Tener especial cuidado con materiales abrasivos que puedan rayar o romper el bulbo de vidrio del sensor.

#### Montaje del sensor

- ≠ Si bien no tiene una orientación específica, se recomienda que se coloque paralelo al flujo, con el electrodo de vidrio orientado aguas debajo de la corriente con el fin de evitar que se dañe con objetos flotantes, ya sea que se raye o se rompa.
- ≠ Asegurar un fácil acceso a los sensores para poder limpiarlos cuando se requiera.
- ≠ Deben estar sumergidos siempre, ya que los electrodos de vidrio de los sensores no pueden secarse.

## **15. Conductividad y temperatura del agua (CS547A-L20NW-PT)**

#### Requisitos del entorno del sitio

- ≠ El sensor debe ubicarse en sitios de flujo constante y paralelo a la dirección del mismo.
- ≠ Es resistente a la corrosión, pero debe tenerse especial cuidado en cuanto a presencia en el flujo de agua de material en suspensión que pueda tapar el orificio y generar errores en las lecturas.
- ≠ No debe colocarse en aguas con pH menores a 3 o mayores a pH 9, ya que corroen el acero del sensor [12] Pág. 6.
- ≠ Soporta temperaturas entre 0-50 °C [12] Pág. 6. Es sensible a cambios bruscos de temperatura (por ejemplo, exposición al sol y luego sumergirlo en agua fría).

#### Montaje del sensor

- ≠ Las consideraciones para el montaje de este sensor son:
- ≠ Que esté paralelo a la dirección del flujo.
- ≠ Evitar el contacto con objetos en movimiento o abrasivos que puedan dañar el sensor
- ≠ Puede fijarse a un objeto fijo o retráctil para evitar la flotabilidad del mismo: Siempre debe estar sumergido, de lo contrario generará errores en la lectura al registrar datos de la conductividad del aire.
- ≠ El orificio del sensor se tapa fácilmente, por lo que según las condiciones del entorno a monitorear debería tenerse cuidado al seleccionar el sitio, disminuyendo la influencia de materiales que se puedan incrustar (como sedimento grueso u otro material flotante), y también ubicarlo alejado de plantas acuáticas o desmalezar esa sección.

## 16. Turbidez del agua (OBS-3+SB-2\_5-T1)

### Requisitos del entorno del sitio

- ≠ Principalmente, al ser un sensor óptico, requiere oscuridad por un tramo de al menos 50 cm en aguas muy claras debido a la interferencia en las lecturas de la luz solar, que puede llevar a errores.
- ≠ Nuevamente, debe tenerse bajo consideración que, al ser un sensor óptico, el cristal del sensor no debe rayarse ni romperse, por lo que ubicarlo en sectores con peligro de golpes con materiales abrasivos que arrastre la corriente no es recomendable.
- ≠ Deben evitarse superficies reflectivas en el camino óptico del sensor.

### Montaje del sensor

- ≠ La orientación del sensor es que “mire” aguas abajo en el curso de agua que sea ubicado, evitando que se golpee con materiales que traslade la corriente. Es decir, que se ubica de manera vertical en el flujo de agua, con el sensor óptico orientado aguas abajo.
- ≠ Puede ubicarse dentro de un tubo de PVC que le brinde estructura y protección, fijado dentro del mismo con abrazaderas.
- ≠ Hay que recordar que de ser posible debe ser ubicado en un ambiente oscuro para evitar la interferencia con la luz solar. Por lo que ubicarlo dentro de una cámara de aquietamiento, un tubo ya sea de PVC u otro material sería correcto.
- ≠ Tener en cuenta a su vez un fácil acceso al sensor para limpiarlo cuando se requiera.

## 17. BIBLIOGRAFIA

1. OMM N°8. Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos OMM N°8\_actualizado 2010 [https://library.wmo.int/?lvl=notice\\_display&id=5280#.XiXIAE8za70](https://library.wmo.int/?lvl=notice_display&id=5280#.XiXIAE8za70)
2. Campbell Sc. Inc., Instruction Manual CMP3 Pyranometer. Revision 2/16, <https://s.campbellsci.com/documents/es/manuals/cmp3.pdf>
3. Campbell Sc. Inc., Instruction Manual CNR4 Net Radiometer. Revision 2/17, <https://s.campbellsci.com/documents/es/manuals/cnr4.pdf>
4. Campbell Sc. Inc., Instruction Manual. SI-111 Precisión Infrared Radiometer. Revision 4/16, <https://s.campbellsci.com/documents/es/manuals/si-111.pdf>
5. Apogee Instruments, Owner`s Manual Infrared Radiometer. Models SI-111, SI-121, SI-131, and SI-1H1. <http://www.apogeeinstruments.com/content/SIF-100-manual.pdf>
6. Decagon Devices INC., Operator`s Manual, SRS. Version May-2015. [http://manuals.decagon.com/Manuals/14597\\_SRS\\_Web.pdf](http://manuals.decagon.com/Manuals/14597_SRS_Web.pdf)
7. Campbell Sc. Inc., Instruction Manual. HFP01 Soil Heat Flux Plate. Revision 10/16, <https://s.campbellsci.com/documents/es/manuals/hfp01.pdf>
8. EPA, 2008: Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems, Vol. IV, Meteorological Measurements, Ver. 2.0, EPA-454/B-08-002 (revised 2008). Office of Air

Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC 27711.  
[https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/met/Volume\\_IV\\_Meteorological\\_Measurements.pdf](https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/met/Volume_IV_Meteorological_Measurements.pdf)

9. Campbell Sc. Inc., Instruction Manual. CS-215 Temperature and Relative Humidity Probe. Revision 9/16, <https://s.campbellsci.com/documents/es/manuals/cs215.pdf>
10. Campbell Sc. Inc., Instruction Manual. CS-451 Submersible Pressure Transducer. Revision 10/17, <https://s.campbellsci.com/documents/us/manuals/cs451-cs456.pdf>
11. Campbell Sc. Inc., Instruction Manual. SR50A Sonic Ranging Sensor. Revision 10/16, <https://s.campbellsci.com/documents/us/manuals/sr50a.pdf>
12. Campbell Sc. Inc., Instruction Manual. CS547A Conductivity and Temperature Probe and A547 Interface. Revision 11/16, <https://s.campbellsci.com/documents/us/manuals/cs547a.pdf>

## **X. Planilla de mantenimiento preventivo de sensores**



Manual para el diseño de una red de monitoreo de alerta de inundaciones y sequías, R. Rivas y C. Mancino

Sensor	Descripción	Frecuencia de calibración según fabricante	Mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante	Referencia
PMB25	Precipitación	6 meses, si la verificación en campo da mal, llevar a calibrar a laboratorio	Cada 6 meses se verifica el funcionamiento a campo a través de jeringas calibradas de diferente medidas. Si el instrumento mide fuera de un rango de precisión se deberá recalibrar en fabrica. Cada vez que se visita la estacion limpieza con agua del embudo para quitar la tierra acumulada.	Comunicación por mail con CAE.
TES25MM	Precipitación	12 meses	Cada vez que se visita la estacion limpieza con agua del embudo para quitar la tierra acumulada.	Instruction Manual TES25 V7/17, página 10
WINDSONIC4 2D	Dirección y velocidad de viento	24 meses	Limpiar los transductores suavemente con un paño y un detergente suave. No utilizar disolventes y evitar rayar o dañar las tapitas de goma de los trasductores.	User guide WindSonic Ultrasonic Wind Sensor V12.8.13, Página 24 y ver Certificados de Calibración
034B	Dirección y Velocidad de viento	12 meses	1 mes: realice una inspección visual / auditiva del anemómetro a bajas velocidades de viento. Verifique que el conjunto de las cazoletas y la veleta giren libremente. Inspeccione el sensor por daños físicos. Verifique que las cazoletas y la paleta estén apretadas. 6 meses: reemplace los cojinetes del anemómetro si funciona en condiciones difíciles 1 año: Reemplace los rodamientos del anemómetro. 2 años: Reemplace el potenciómetro y los cojinetes de la veleta.	Instruction Manual Met One 034B Windset Revision: 1/11, Página 11 y ver Certificado de Calibración en papel
CS215	Temperatura y Humedad del aire	12 meses	Limpiar el filtro blanco con agua destilada. Si el filtro esta muy sucio usara cepillar muy suavemente con agua jabonosa tibia.	User guide CS215 Temperature and Relative Humidity Probe V27.7.16, Página 12
CS100	Presión atmosférica	12 meses	Dado que el sensor está semisellado, se requiere un mantenimiento mínimo: 1. Inspeccione visualmente la conexión del cable para asegurarse de que esté limpio y seco. 2. Inspeccione visualmente la carcasa en busca de daños. 3. Asegúrese de que la conexión neumática y el tubo estén seguros y sin daños. La caja externa se puede limpiar con un paño húmedo que no suelte pelusa y una solución de detergente suave.	Installation guide Setra 278, Pagina 3 y comunicación por mail con ACG SA
CS451	Presión de columna de agua y temp.	24 meses	Mantener seco el tubo de ventilación. Reemplazar el desecante en el tubo si cambia de color azul a rosa.	Instruction Manual CS451/CS456 Submersible Pressure Transducer Revision: 10/17, Página 17 y ver certificado de calibración
SR50A	Ultrasónico nivel de agua	Reemplazar cada 1 a 3 años el conjunto del traductor para mantener la calibración	Verificar que los orificios de ventilación en el alojamiento del transductor no estén obstruidos ya que se utilizan para igualar la presión. Reemplazar el desecante colocado dentro de la carcasa del transductor cuando cambia de azul a rosa. 3 años: Reemplace el conjunto del transductor si no está en un ambiente húmedo. 1 año: Reemplace el conjunto de la caja del transductor en ambientes húmedos.	Instruction Manual SR50A-316SS, and SR50AH Sonic Ranging Sensors Revision: 10/16, Página 15 y comunicación por mail con ACG SA
CNR4	Radiación Neta Pirgeómetro	24 meses. Alternativamente, uno puede verificar la calibración del sensor permitiendo que un estándar más alto se ejecute en paralelo durante un periodo de dos días y luego, comparando los resultados. Para la comparación de los piranómetros, uno debe usar un día claro. Para la comparación de los pirgeómetros, uno debe comparar los resultados nocturnos. Si las desviaciones son superiores al 6%, el sensor debe recalibrarse.	1. Limpieza de ventanas y cúpulas limpiarlas según sea necesario con agua destilada o alcohol como solución de limpieza, teniendo cuidado de no rayar las ventanas y las cúpulas durante la limpieza. 2. Sustitución de las bolsas de sílice El fabricante recomienda reemplazar las bolsitas de sílice cada 6 a 12 meses	Instruction Manual CNR4 Net Radiometer Revision: 2/17, Página 22 y 25 y ver certificado de calibración

Manual para el diseño de una red de monitoreo de alerta de inundaciones y sequías, R. Rivas y C. Mancino

Sensor	Descripción	Frecuencia de calibración según fabricante	Mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante	Referencia
CMP3	Radiación global Piranómetro	24 meses	Inspeccione y limpie la cúpula exterior aproximadamente cada semana. Limpie el polvo o los residuos acumulados de la cúpula y el cuerpo del piranómetro con un paño suave humedecido con agua o alcohol.	Instrucción Manual CS650 and CS655 Water Content Reflectometers Revision: 1/12, Página 32
CS655	Humedad y temperatura del suelo	Intrecalibracion en el campo para algunos suelos orgánicos, volcánicos y de textura fina	No requiere mantenimiento periódico	Instrucción Manual CMP3 Pyranometer Revision: 2/18, Página 22 y 29
SNR-NI, SNR-NR	Reflectancia espectral	12 meses	Las superficies ópticas deben mantenerse limpias y libres de contaminantes, limpiar con un paño suave y húmedo. Los opticos se pueden limpiar con Aire comprimido o hisopos de algodón. No utilice ningún tipo de volátil.	SRS Spectral Reectance Sensor Operator's Manual Decagon Devices, Inc. Version: May 12, 2015; Pagina 30
HFP01-LIS	Flujo de calor en el suelo	24 meses	Requiere un mantenimiento mínimo. Revise los cables del sensor mensualmente por daños de roedores	Instrucción Manual HFP01 Soil Heat Flux Plate Revision: 10/16, Página 7
SI-111	Temperatura radiativa	24 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las arañas pueden hacer un nido en la entrada. Use un hisopo de algodón para aplicar un repelente de araña alrededor de la entrada a la abertura, pero no en la ventana del sensor.</li> <li>Los depósitos de calcio pueden acumularse en la ventana si el agua de riego rocía la cabeza. Por lo general, dejan una delgada película blanca en la superficie y se pueden eliminar con un ácido suave como el vinagre. Los disolventes como el alcohol o la acetona no pueden eliminar los depósitos de calcio.</li> <li>El polvo y la suciedad se pueden depositar en la abertura en ambientes ventosos y se limpian mejor con agua desionizada, alcohol para frotar o, en casos extremos, acetona.</li> </ul> <p>Limpie las roscas internas y la ventana del sensor con un algodón humedecido en el solvente adecuado. Utilice solo una presión suave en la ventana para evitar rayar la capa óptica delgada de la ventana. Deje que el solvente haga la limpieza, no la fuerza mecánica. Repita la limpieza con un nuevo hisopo de algodón para asegurar una entrada completamente limpia.</p>	Instrucción Manual SI-111 Precision Infrared Radiometer Revision: 4/16, Página 9 y ver certificado de calibración
CSIM11-PH	pH	1 vez a la semana	Reemplazo de las soluciones que estan dentro del sensor cuando el tiempo de respuesta sea elevado	Instrucción Manual CSIM11 pH and ORP Probes Issued: 26.5.15, Páginas 11
CSIM11-ORP	ORP	3 meses	Reemplazo de las soluciones que estan dentro del sensor cuando el tiempo de respuesta sea elevado	Instrucción Manual CSIM11 pH and ORP Probes Issued: 26.5.15, Páginas 13
CS547A	Conductividad y temperatura agua	NO se recalibra en uso normal a menos que el diámetro de del orificio de medición cambie debido a la corrosión o la abrasión.	Limpiar periodicamente el orificio de la sonda con el cepillo de nylon negro que se suministra y algo de agua jabonosa. Enjuague bien.	Instrucción Manual Conductivity and Temperature Probe and AS47 Interface Revision: 11/16, Página 12 y 16 y comunicación por mail con ACG SA

Sensor	Descripción	Frecuencia de calibración según fabricante	Mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante	Referencia
OBS-3	Turbidez	3 meses	<p>El elemento de mantenimiento más importante es mantener la ventana limpia. Un estropajo Scotch-Brite funciona bien para la mayoría de los tipos de suciedad de ventanas. Primero humedezca la almohadilla y luego colóquela en un mostrador con una cubierta de plástico laminado de manera que el lado de la almohadilla quede alineado con el borde del mostrador. Trabaje la ventana del sensor de OBS hacia adelante y hacia atrás en la almohadilla hasta que esté limpia y retire la menor cantidad posible de epoxy. Si se han adherido al sensor organismos incrustantes, como percebes o gusanos tubulares, habrá que rasparlo suavemente con una hoja de cuchilla flexible antes de usar la almohadilla. Algunas aplicaciones resultarán en picaduras de la cara del sensor. Las fosas se pueden eliminar con un paño abrasivo. Pula la ventana del sensor de la siguiente manera:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pega una tira de un paño abrasivo húmedo o seco de 400 granos al borde de un mostrador (ver arriba).</li> <li>2. Agregue unas gotas de agua al abrasivo y trabaje la ventana del sensor con movimientos suaves y unidireccionales sobre el paño, utilizando el borde contrario como guía.</li> <li>3. Continúe hasta que el sensor esté brillante y libre de agujeros.</li> </ol>	Operators Manual OBS-3+ and OBS300 Suspended Solids and Turbidity monitors Issued: 21.10.14, Página 20



9  
7  
8  
9  
8  
7  
9  
8  
8  
1  
6  
5  
1

En este Manual se incluye una descripción detallada para el diseño de una red de monitoreo de eventos extremos basada en la normativa internacional de la Organización Meteorológica Mundial y del Servicio Meteorológico Nacional de la República Argentina.

Contiene el listado de los sensores básicos necesarios para medir procesos hidroambientales de suelo-superficie y la referencia a la documentación que norma la precisión requerida para estaciones de monitoreo. Además, se incluyen los planos de la obra civil, las alternativas de comunicación, las precauciones de instalación y los tipos de mantenimiento de la red.

La calidad y sostenibilidad del dato es relevante para una correcta toma de decisiones. De esta manera nuestro lema "MEDIR PARA DECIDIR" fue una base fundamental para el desarrollo de este documento. El contenido del Manual será de gran utilidad para expertos que trabajan en el campo del monitoreo ambiental.

ISBN 978-987-98816-5-1



9 789879 881651