

**GROUNDWATER  
IS OUR  
BUSINESS**



# **MANUAL DEL PRODUCTO**

Diver-SDI – AS379



Contacto:

Van Essen Instruments B.V.  
Delftechpark 20, 2628 XH Delft  
Países Bajos  
Tel: +31 (0)15 275 5000

Van Essen Instruments - Canada  
219 Labrador Drive, Suite 201, Waterloo  
ON, Canadá N2K 4M8  
Tel: +1 226-791-6499

Van Essen Instruments - USA  
4561 Greer Circle, Suite 100, Tucker  
GA, Estados Unidos 30083  
Tel: +1 520-203-3445 (US West)  
Tel: +1 678-983-2818 (US East)

Internet: [www.vanessen.com](http://www.vanessen.com)

Soporte: [diver@vanessen.com](mailto:diver@vanessen.com)

Copyright © 2017, Van Essen Instruments B.V. Todos los derechos reservados. Este documento contiene información protegida por derechos de autor. Ninguna parte del mismo podrá fotocopiar, reproducirse o traducirse, íntegramente o en parte, sin el consentimiento previo por escrito de Van Essen Instruments B.V.

Van Essen Instruments B.V. no ofrece garantía de ningún tipo con respecto a este material, incluida, entre otras, su idoneidad para una aplicación en particular. Van Essen Instruments B.V. no será responsable de los errores contenidos en este documento ni de los daños incidentales o consecuentes en relación con el suministro, el rendimiento o el uso de este material. En ningún caso Van Essen Instruments B.V. será responsable de ningún reclamo por daños directos, incidentales o consecuentes que surjan de, o en relación con, la venta, fabricación, entrega o uso de cualquier producto. Van Essen Instruments y el logotipo de Van Essen Instruments, Diver son marcas comerciales o registradas Van Essen Instruments B.V.

Si la etiqueta de la Directiva sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) aparece en el producto, significa que no debe eliminarse a través del sistema de recogida de residuos municipal de ningún Estado miembro de la Unión Europea. En el caso de los productos incluidos en la Directiva RAEE (2012/19/EU), póngase en contacto con su distribuidor u oficina de Van Essen Instruments B.V. local para obtener información sobre el programa de reciclaje de residuos y sobre cómo realizar una descontaminación adecuada y garantizar la correcta recogida del dispositivo, así como el tratamiento, recuperación, reciclaje y eliminación adecuados.



## DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD CE (EUROPA)

Por la presente declaramos que los dispositivos que se describen a continuación cumplen con todas las directivas que aquí se citan. La modificación de cualquiera de los dispositivos enumerados a continuación conlleva la anulación de esta declaración.

Tipo: Interfaz de Diver  
Modelo de producto: Diver-SDI (AS379)

Directivas CE y normas armonizadas pertinentes:

Directiva 1999/5/CE ERETT Directiva sobre equipos radioeléctricos y equipos terminales de telecomunicación y reconocimiento mutuo de su conformidad con el Anexo III, donde se indica que esta directiva cumple con las siguientes normas:

Directiva EN 60950-1 (2006) + A11 (2011) sobre baja tensión Ensayos de seguridad de productos de «equipos de tecnología de la información»

Directiva CEM EN 301 489-1 V1.8.1/EN 301 489-17 V1.3.2 Emisión e inmunidad electromagnética de «equipos de tecnología de la información»

2014/30/EU Directiva sobre compatibilidad electromagnética, modificada por la EN 61326-1:2013.

Los productos a los que se hace referencia en esta declaración cumplen con los requisitos obligatorios de protección especificados en la Directiva 2014/30/EU sobre compatibilidad electromagnética. Los productos cumplen con las siguientes normas u otros documentos normativos:

CEM: Normas armonizadas: Directiva CEM EN 61326-1:2013 sobre equipos de laboratorio

IEC61000-6-3:2007 Norma de emisión en entornos residenciales, comerciales y de industria ligera

IEC61000-4-2:2009 Ensayo de inmunidad a las descargas electrostáticas

IEC61000-4-3:2006 Ensayos de inmunidad a los campos electromagnéticos, radiados y de radiofrecuencia

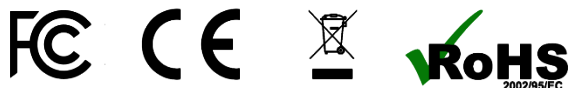
IEC61000-4-4:2012 Ensayos de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas

IEC61000-4-5:2006 Ensayos de inmunidad frente a las ondas de choque

IEC61000-4-6: 2014 Inmunidad a las perturbaciones conducidas, inducidas por los campos de radiofrecuencia

IEC61000-4-11:2004 Ensayos de inmunidad a los huecos de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión

Por la presente declaro que el equipo anteriormente mencionado se ha diseñado para cumplir con los apartados relevantes de las especificaciones citadas. Los elementos cumplen con todos los requisitos obligatorios de las directivas.





## Contenido

1	Introducción.....	1
1.1	Características.....	1
1.2	Descripción General del Sistema.....	2
2	Primeros Pasos.....	2
2.1	Equipos Compatibles.....	2
2.2	Instalación.....	3
2.3	Protocolo de Comunicación SDI-12.....	3
2.4	Indicadores LED.....	4
2.5	Comandos y Respuestas del Diver-SDI.....	5
3	Apéndice A – Especificaciones.....	7
4	Appendix B – SDI-12 Basic Command/Response Set.....	8
5	Apéndice C – Tabla de Conversión de la Presión.....	9
6	Apéndice D – Compensación Dinámica de Densidad.....	10
6.1	Introducción.....	10
6.2	Conductividad Especifica.....	10
6.3	Salinidad.....	10
6.4	Densidad.....	11
6.5	Nivel de Agua.....	11
6.6	Referencias.....	11
7	Anexo E – Equipo Del Diver.....	12
7.1	Diver-Office software.....	12
7.2	Lector USB.....	12
7.3	Smart Interface Cable.....	13
7.4	Cable de Comunicación.....	13
7.5	TD-Diver.....	14
7.6	Baro-Diver.....	14
7.7	Cera-Diver.....	15
7.8	Micro-Diver.....	15
7.9	CTD-Diver.....	16



# 1 Introducción

El Diver-SDI es una interfaz inteligente para conectar un Diver® a un registrador de datos SDI-12. SDI-12 soporta una Interfaz Digital Serial a 1200 baudios. Esto es un protocolo de comunicación serial asíncrona para sensores inteligentes que monitorean los datos del entorno. Estos instrumentos típicamente de baja potencia (12 voltios), son usados en lugares remotos, y generalmente se comunican con un registrador de datos. El protocolo sigue un esquema de configuración maestro-esclavo mediante el cual un registrador de datos (SDI-12 recorder) solicita datos de los sensores inteligentes (SDI-12 sensors), cada uno es identificado con una dirección única.

El Diver puede ser conectado a un SDI-12 recorder a través de un Diver-SDI como se muestra en la Figura 1. La carcasa del Diver-SDI tiene un conector M12 (izquierda) y un prensaestopas (derecha) y una salida de aire con una membrana Gore-Tex®. El conector M12 de la izquierda está conectado a un cable de comunicación Diver (parte no. AS2xxx), que a su vez está conectado a un Diver (DI5xx, DI6xx, DI7xx, DI8xx, DI27x, DI28x).



Figura 1 vista superior del Diver-SDI (parte no. AS379).

El prensaestopas, a la derecha de la carcasa, es usado para conectar el Diver-SDI a el SDI-12 recorder a través del cable de 3 conductores. Este cable es usado para la Fuente de poder y la transferencia de datos.

La salida de aire asegura que la presión dentro de la carcasa se mantenga igual a la presión externa del aire. El sensor de presión barométrica incorporado permite que el Diver-SDI convierta los datos de la presión del Diver en datos de nivel de agua.

## 1.1 Características

Las características del Diver-SDI:

- Datos en tiempo real de la presión del Diver, temperatura y conductividad\*.
- Datos en tiempo real de la presión barométrica y temperatura.
- Compensación barométrica automática.
- Compensación de densidad dinámica para asegurar niveles de agua en condiciones salinas\*.

(\* CTD-Diver DI27x y DI28x únicamente)

Este manual describe todas las características y los principios operativos del Diver-SDI. El siguiente capítulo presenta una descripción general del equipo compatible, los procedimientos de instalación y configuración.



## 1.2 Descripción General del Sistema

En la figura 2 se representa una configuración SDI-12 multidrop típica. Multi-drop significa que más de un Diver-SDI pueden ser conectados al SDI-12 recorder, en el esquema están conectados dos Diver-SDIs a un SDI-12 recorder. Esta conexión incluye tanto la comunicación de datos como la potencia. La longitud máxima del cable entre el SDI-12 recorder y el Diver-SDI está definida por el estándar SDI-12 y es de 60 metros aproximadamente.

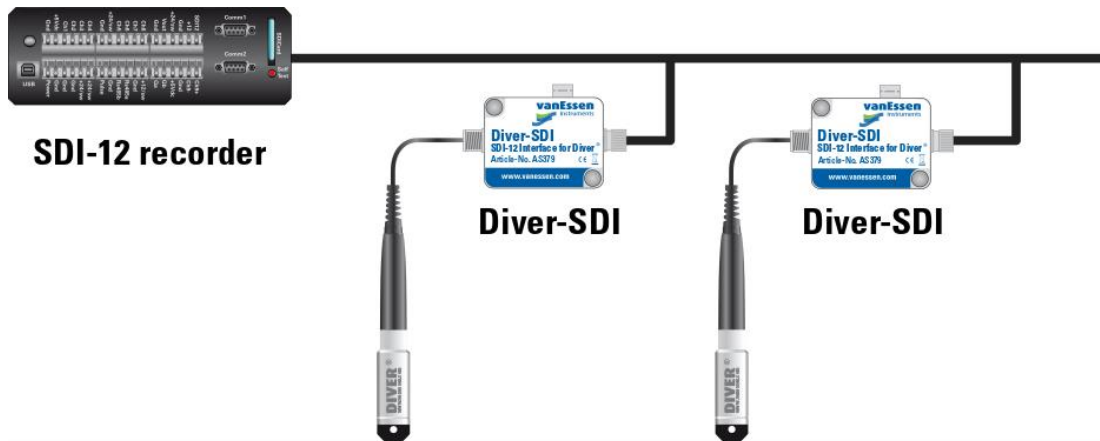


Figura 2 ejemplo SDI-12 red con el SDI-12 recorder y 2 Diver-SDIs.

Cada Diver-SDI está conectado a un Diver a través de un cable de comunicación Diver. La longitud máxima del cable de comunicación Diver es de 500 metros.

Cada Diver-SDI debe ser programado con una dirección única ('0' a '9', 'A' a 'Z' o 'a' a 'z'). El Diver-SDI actúa como un esclavo para el SDI-12 recorder, mismo que solicita los datos de cada Diver-SDI.

Se puede usar máximo 8 Diver-SDIs por cada red SDI-12. El Diver-SDI es alimentado por la red SDI-12 (voltaje nominal 12 voltios DC).

2

## 2 Primeros Pasos

### 2.1 Equipos Compatibles

Los siguientes Divers pueden ser utilizados en una combinación con el Diver-SDI:

- TD y Baro-Diver (modelo DI8xx),
- Mini y Baro-Diver (modelo DI5xx),
- Micro-Diver (modelo DI6xx),
- Cera-Diver (modelo DI7xx), y
- CTD-Diver (modelo DI27x, DI28x).

Para conectar el Diver al Diver-SDI se requiere un cable de comunicación Diver (AS2xxx). Se puede encontrar información más detallada sobre los equipos compatibles en el Apéndice E.



## 2.2 Instalación

Conectar el Diver-SDI al Diver a través del cable de comunicación Diver (AS2xxx). Conectar el cable de comunicación Diver al Diver-SDI uniéndolo al conector M12.

Conectar el SDI-12 recorder al Diver-SDI usando el cable de 3-conductores. Los 3 conductores son:

- Fuente de poder de 12-voltios
- Tierra
- Datos seriales

Energice el cable de comunicación y el cable de la Fuente de poder SDI-12 en el gabinete a través del prensaestopas y conecte los cables como se muestra en la Figura 3. El prensaestopas proporciona un sellado IP67 para los cables SDI-12 con un diámetro desde 3.5 a 7 mm.

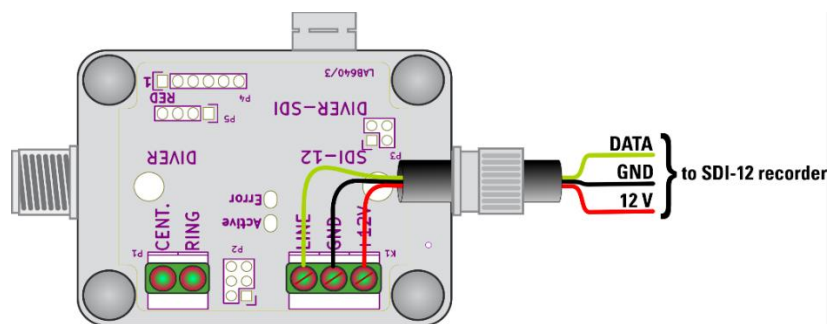


Figura 3 La conexión Diver-SDI al bus SDI-12 (el color de los cables puede variar).

Una vez que el Diver-SDI está conectado al SDI-12 recorder use el software suministrado con el registrador de datos para cambiar la dirección predeterminada del Diver-SDI '0' a uno de las siguientes direcciones: '1' a '9', 'A' a 'Z' o 'a' a 'z'. Por ejemplo, el comando '0Ac!' cambiará la dirección del Diver-SDI de '0' a 'c'.

3

Notas:

- La interfaz SDI-12 para los Divers debe ser estrictamente alimentada con +12VDC (7 Voltios a 16 Voltios). El pico de corriente del Diver-SDI es de 10 mA y la corriente estacionaria promedio es de 50  $\mu$ A.
- Todos los dispositivos SDI-12 de un único bus SDI-12, i.e. conectado a un SDI-12 recorder, deben tener una dirección única. La dirección por defecto del Diver-SDI es '0'. Cuando la dirección del Diver-SDI es cambiada, los cambios se llevan a cabo inmediatamente.
- Existen dos indicadores LED: Activo y Error en la tarjeta del circuito impreso. En la sección 2.4 se pueden encontrar más detalles sobre estos indicadores. Cuando el Diver-SDI está en modo de espera, los LEDs se apagarán para ahorrar energía.

## 2.3 Protocolo de Comunicación SDI-12

La comunicación de datos entre un SDI-12 recorder y los sensores conectados, e.g. Diver-SDI, consiste en intercambiar caracteres ASCII a una línea de comunicación serial. Antes de que la comunicación de datos inicie, el SDI-12 recorder envía un aviso (break) para activar a los sensores en la línea de datos. Este aviso (break) es un espaciado continuo en la línea de datos por al menos 12 ms. El SDI-12 recorder envía un comando. El sensor, a su vez, devuelve la respuesta adecuada. Cada comando es para un sensor específico. El primer carácter de cada comando es la dirección única del sensor que especifica con qué sensor quiere comunicarse el registrador de datos. Otros



sensores en el bus SDI-12 ignoran el comando y regresan al modo de espera en baja potencia. Cuando un SDI-12 recorder le indica al sensor que inicie su procedimiento de comunicación, el registrador de datos no se comunica con ningún otro sensor hasta que la recolección de datos desde el primer sensor se haya completado.

Una secuencia típica de medición del recorder/Diver-SDI procede como se indica a continuación:

1. El registrador de datos despierta a todos los Diver-SDIs en el bus SDI-12 con un aviso (break).
2. El registrador de datos transmite un comando a una dirección de Diver-SDI específica, instruyéndole a este Diver para hacer las mediciones.
3. El Diver-SDI direccionado responde dentro de los 15 ms, devolviendo el tiempo máximo hasta que los datos de medición estén listos y el número de valores de datos que devolverá.
4. Si los datos de la medición están disponibles de inmediato, el registrador de datos transmitirá un comando al Diver-SDI instruyéndole a que devuelva la (s) medida (s). Si la medición no está lista, el registrador de datos espera a que el Diver-SDI le envíe una solicitud, lo que indica que los datos están listos. Entonces el registrador transmite un comando para obtener los datos.
5. El Diver-SDI responde, remitiendo una o más medidas.

Información más detallada sobre el protocolo SDI-12 puede ser encontrada en el documento “SDI-12 A Serial-Digital Interface Standards for Microprocessor-Based Sensors Version 1.4”. Este documento está disponible para descargar en la página web del grupo de soporte del SDI-12: [www.sdi-12.org](http://www.sdi-12.org).

## 2.4 Indicadores LED

Existen dos indicadores LED localizados en la tarjeta del circuito impreso dentro del Diver-SDI: Activo (verde) y Error (rojo), como se muestra en la Figura 4. Estos indicadores pueden ser utilizados para la solución de problemas. Para solucionar problemas del Diver-SDI:

1. Desconecte la alimentación externa.
2. Espere 15 segundos.
3. Vuelva a conectar la alimentación externa.
4. El Diver-SDI ahora se reiniciará. El comportamiento del indicador se explica a continuación.

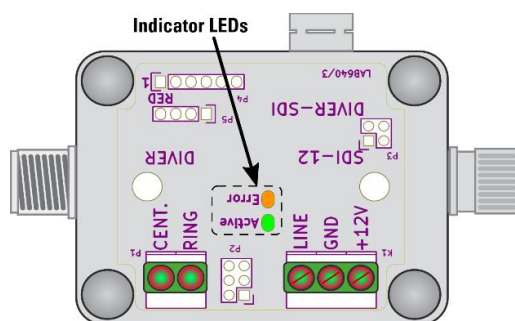


Figura 4 Posición de los indicadores LED dentro del Diver-SDI.

Durante el proceso de reinicio, el Diver-SDI intenta, hasta 10 veces, conectarse al Diver. Durante cada intento el LED de Error (rojo) parpadeará una vez. Si se excede el número máximo de intentos (10), el Diver-SDI funcionará, pero los datos del Diver no estarán disponibles.





Cuando un Diver es detectado, el LED Activo (verde) parpadeará entre 1 y 8 veces. El número de parpadeos es un indicador para la intensidad de la señal: 1 = pobre y 8 = excelente. En la práctica, una señal con una intensidad de 3 o superior es suficiente para que la comunicación no sea interrumpida.

El LED Activo (verde) también parpadeara durante una comunicación SDI-12 regular entre el Diver-SDI y el SDI-12 recorder. La duración y la frecuencia del parpadeo depende del comando SDI-12. Cuando un error de comunicación ocurre el LED Error parpadeara brevemente.

## 2.5 Comandos y Respuestas del Diver-SDI

El Apéndice B enumera los comandos/respuestas básicas del SDI-12. El Diver-SDI soporta todos los comandos enumerados en el apéndice B. Algunos de estos comandos y sus respuestas son específicos para el Diver y el Diver-SDI. En esta sección se describen al detalle estos comandos.

### 2.5.1 Enviar la Identificación

La respuesta al comando Send Identification al! es:

a	14	VANESSEN	xxddd-	yyy	SDIvvvvv	nnnnn	<CR><LF>
---	----	----------	--------	-----	----------	-------	----------

a = dirección del Diver-SDI.

xx = modelo del Diver (14=Mini-Diver, 15=Micro-Diver, 16=Cera-Diver, 17=CTD-Diver, 19=TD-Diver, 24=CTD-Diver DI28x).

ddd= versión del firmware del Diver conectado, e.g. 119 significa versión 1.19.

yyy= versión firmware número de la versión del Diver-SDI, e.g. 100 significa versión 1.00.

SDIvvvvv = número de serie del Diver-SDI , e.g. SDI00123.

nnnnn = número de serie del Diver conectado, e.g. AB123.

### 2.5.2 Enviar Datos al TD-, Mini-, Micro-, Cera- y Baro-Diver

Para los Diver TD-, Mini-, Micro-, Cera- y Baro-Diver, el comando Iniciar Mediciones aM! o el comando Iniciar Mediciones Concurrentes aC! activará el Diver-SDI para tomar cinco medidas. Los resultados están disponibles un segundo después de que el comando de Iniciar (Concurrente) Mediciones fue enviado. Posteriormente, el comando Enviar Datos aDn! debe ser emitido para recoger las cinco medidas.

La respuesta al comando aD0! es:

a	+x	Sy	<CR><LF>
---	----	----	----------

Donde x es la medida de la presión en cmH<sub>2</sub>O, y la medida de la temperatura del Diver conectado en grados Celsius, y s es el signo de la temperatura, i.e. '+' o '-'. Para convertir la presión de cmH<sub>2</sub>O a otras unidades, referirse al apéndice C.

La respuesta al comando aD1! es:

a	+x	Sy	<CR><LF>
---	----	----	----------

Donde x es la presión medida en cmH<sub>2</sub>O, y la temperatura medida en grados Celsius del sensor de presión barométrica en el Diver-SDI y s es el signo de la temperatura, i.e. '+' o '-'.



La respuesta al comando aD2! es:

a	sx	<CR><LF>
---	----	----------

Donde x es la presión compensada en cmH<sub>2</sub>O y s es el signo de la presión compensada, i.e. '+' o '-'. La presión compensada es igual a la presión del Diver menos la presión barométrica.

Los comandos aD3! a aD9! no regresan ningún valor.

### 2.5.3 Enviar Datos para el CTD-Diver

Para el CTD-Diver, los comandos Iniciar Mediciones aM! o Iniciar Mediciones Concurrentes aC! activarán el Diver-SDI para que realice siete mediciones. Los resultados están disponibles a los dos segundos después de que fue enviado el comando Iniciar (Concurrente) Mediciones. Posteriormente, el comando Enviar Datos aDn! debe ser emitido para recoger las siete mediciones.

La respuesta al comando aD0! es:

a	+x	sy	+z	<CR><LF>
---	----	----	----	----------

Donde x es la presión medida en cmH<sub>2</sub>O, y la temperatura medida en grados Celsius, z conductividad medida en mS/cm del CTD-Diver conectado y s es el signo de la temperatura, i.e. '+' o '-'. **Para convertir la presión de cmH<sub>2</sub>O a otras unidades, referirse al apéndice C.**

La respuesta al comando aD1! es:

a	+x	sy	<CR><LF>
---	----	----	----------

Donde x es la presión medida en cmH<sub>2</sub>O, y la temperatura medida en grados Celsius del sensor de presión barométrica en el Diver-SDI y s es el signo de la temperatura, i.e. '+' o '-'. 6

La respuesta al comando aD2! es:

a	sx	<CR><LF>
---	----	----------

Donde x es la presión compensada en cmH<sub>2</sub>O y s es el signo de la presión compensada, i.e. '+' o '-'. La presión compensada es igual a la presión del Diver menos la presión barométrica.

La respuesta al comando aD3! es:

a	sx	<CR><LF>
---	----	----------

Donde x es la presión compensada dinámicamente en cm y s es el signo de la presión compensada, i.e. '+' o '-'. **La presión compensada dinámicamente significa que la densidad del agua, estimada a partir de la temperatura del agua y la conductividad eléctrica, es considerada para calcular el nivel del agua.** Para una explicación más detallada del método de compensación dinámica de la densidad, ver el Apéndice D.

La respuesta al comando aD4! es:

a	+x	+y	<CR><LF>
---	----	----	----------

Donde x es la salinidad en psu (practical salinity units) y la conductividad específica a 25 °C en mS/cm. La salinidad es derivada de la conductividad medida y la temperatura. Para una explicación más detallada de cómo se calcula la salinidad, ver el Apéndice D.

Los comandos aD5! A aD9! no regresan ningún valo.



## 3 Apéndice A – Especificaciones

### 3.1.1 Carcasa

Dimensiones (L × W × H) (L × A × P)	65 mm × 50 mm × 35 mm
Peso	-82 g
Material	ABS
Clasificación de Protección	IP65

### 3.1.2 Conexiones

Cable Diver	conector M12 (conectar a un cable AS2xxx) Longitud: 0.5 a 500 metros
SDI-12	Prensaestopas PG-7
Modelos de Diver compatibles	Mini-Diver (DI5xx), Micro-Diver (DI6xx), Cera-Diver (DI7xx), CTD-Diver (DI27x, DI28x), TD-Diver (DI8xx)

### 3.1.3 Consumo de Energía

Voltaje de Fuente Externa	8 a 16 V
Corriente Estacionaria	50 $\mu$ A
Corriente Máxima	10 mA
Bus SDI-12	
Compatibilidad	SDI-12 V1.4
Comunicación	1200 bps, 7 bits, paridad incluida, 1 bit de parada
Multi-drop	si, hasta 8
Dirección	<b>programable por el usuario: '0' a '9', 'A' a 'Z' y 'a' a 'z'</b>

7

### 3.1.4 Presión

Rango	400 a 1100 cmH <sub>2</sub> O
Precisión <sup>+</sup>	$\pm$ 2.0 cmH <sub>2</sub> O
Resolución	0.06 cmH <sub>2</sub> O

### 3.1.5 Temperatura

Rango	-20 a 80 °C
Calibración	0 a 50 °C
Precisión <sup>+</sup>	$\pm$ 1 °C
Resolución	0.2 °C

<sup>+</sup> máxima



## 4 Appendix B – SDI-12 Basic Command/Response Set

Name	Command	Response
Aviso	Espaciado continuo de por lo menos 12 milisegundos	Ninguna
Reconocer Activo	a!	a<CR><LF>
Enviar Identificación	al!	allccccccmmmmmmvvvxx...xx<CR><LF>
Cambiar Dirección	aAb!	b (solo se requiere soporte para este comando si el sensor admite direcciones de software modificables )
Consulta de Dirección	?!	a<CR><LF>
Iniciar Mediciones*	aM!	atttn<CR><LF>
Iniciar Mediciones y Requerimiento CRC*	aMC!	atttn<CR><LF>
Enviar Datos	aD0! . . . D9!	a<values><CR><LF> or a<values><CR><CRC><LF> a<values><CR><LF> or a<values><CR><CRC><LF> a<values><CR><LF> or a<values><CR><CRC><LF> a<values><CR><LF> or a<values><CR><CRC><LF> a<values><CR><LF> or a<values><CR><CRC><LF>
Mediciones Adicionales*	aM1! ... aM9!	atttn<CR><LF>
Mediciones Adicionales y Requerimientos CRC*	aMC1! . . . aMC9!	atttn<CR><LF> atttn<CR><LF> atttn<CR><LF> atttn<CR><LF> atttn<CR><LF>
Iniciar Verificación*	aV!	atttn<CR><LF>
Iniciar Mediciones Concurrentes	aC!	atttn<CR><LF>
Iniciar Mediciones Concurrentes y Requerimientos CRC	aCC!	atttn<CR><LF>
Mediciones Concurrentes Adicionales	aC1! . . . aC9!	atttn<CR><LF> atttn<CR><LF> atttn<CR><LF> atttn<CR><LF> atttn<CR><LF>
Mediciones Concurrentes y Requerimientos Adicionales CRC	aCC1! ... aCC9!	atttn<CR><LF>
Mediciones Continuas	aR0! ... aR9!	a<valores><CR><LF> (formateado como los comandos D)
Mediciones Continuas y Requerimientos	CRC aRC0! ... aRC9!	a<valores><CR><LF> (formateado como los comandos D)

\* Este comando puede resultar en una solicitud de servicio. Ver la sección 4.4.6 de “SDI-12 A Serial-Digital Interface Standards for Microprocessor-Based Sensors Version 1.4”. Este documento está disponible para descargar en la página web del grupo de soporte del SDI-12: [www.sdi-12.org](http://www.sdi-12.org).



## 5 Apéndice C – Tabla de Conversión de la Presión

Para convertir de cmH2O a ...	Multiplicar por
hecto Pascal (hPa)	0.980665
kilo Pascal (kPa)	0.0980665
millibar (mbar)	0.980665
inch of mercury (inHg)	0.028959020848
pounds-per-square-inch (psi)	0.014223343334



## 6 Apéndice D – Compensación Dinámica de Densidad

### 6.1 Introducción

El método de compensación dinámica de la densidad permite una estimación precisa del nivel de agua en caso de salinidad y temperaturas altas o variadas. La densidad del agua será estimada en base a la temperatura medida y a la conductividad.

Este apéndice describe como se utilizan los datos de temperatura y conductividad del CTD-Diver para estimar la densidad del agua y calcular el nivel de agua por encima del CTD-Diver; por el Diver-SDI. Este es un proceso de 3 pasos:

1. La salinidad es calculada de los datos de conductividad específica
2. La salinidad es usada para calcular la densidad del agua
3. La densidad del agua es usada para determinar el nivel del agua por encima del CTD-Diver.

### 6.2 Conductividad Específica

En caso de que el CTD-Diver esté configurado para medir la conductividad en lugar de la conductividad específica a 25 °C, la conductividad será convertida en el Diver-SDI usando:

$$C_s = \frac{C_m}{1+0.0191(T_m-25)}$$

donde  $C_s$  es la conductividad específica a 25 °C y  $T_m$  son la conductividad y la temperatura medidas, respectivamente.

### 6.3 Salinidad

La Salinidad es el contenido de sal disuelta en un cuerpo de agua. La salinidad es un factor importante para determinar muchos aspectos de la química de las aguas naturales y de los procesos biológicos dentro de ella [2]. La salinidad no se puede medir directamente, sino que se debe calcular a partir de las mediciones de la conductividad. La salinidad es reportada con mayor frecuencia utilizando el Practical Salinity Scale 1978, una escala desarrollada en relación con una solución estándar de cloruro de potasio y basada en mediciones de conductividad, temperatura y presión barométrica. La salinidad expresada en el PSS es un valor adimensional, aunque por convención, esta es reportada con las unidades prácticas de salinidad (psu). La salinidad en unidades prácticas de salinidad es casi equivalente a la salinidad en partes por mil [1].

Si los valores de conductividad han sido compensados a 25 °C y las profundidades del agua son suficientemente superficiales como para que las correcciones de presión no sean necesarias, la salinidad puede ser calculada usando la conductividad medida por el CTD-Diver. La salinidad se expresa en unidades prácticas de salinidad (psu). La relación entre la conductividad específica y la salinidad son enumeradas en la Tabla 1 [1].

Tabla 1 Tabla de clasificación para la conversión de la conductividad específica, en milisiemens por centímetro, a salinidad, en unidades prácticas de salinidad [1].

Conductividad Específica en mS/cm	Salinidad en psu	Conductividad Específica en mS/cm	Salinidad en psu	Conductividad Específica en mS/cm	Salinidad en psu
0.100	0.046	11.000	6.233	38.000	24.099



Conductividad Específica en mS/cm	Salinidad en psu	Conductividad Específica en mS/cm	Salinidad en psu	Conductividad Específica en mS/cm	Salinidad en psu
0.300	0.142	13.000	7.464	41.000	26.220
0.500	0.240	15.000	8.714	44.000	28.364
0.700	0.340	17.000	9.981	47.000	30.532
1.000	0.492	20.000	11.911	50.000	32.722
2.000	1.016	23.000	13.873	53.000	34.935
3.800	2.001	26.000	15.865	56.000	37.172
5.000	2.679	29.000	17.885	59.000	39.430
7.000	3.836	32.000	19.931	62.000	41.712
9.000	5.022	35.000	22.003	65.000	44.016

## 6.4 Densidad

La función general para la conversión de la temperatura del agua y la salinidad a la densidad es:

$$\rho_{\text{agua}}(T,S) = \rho_{\text{temp}}(T) + \rho_{\text{salinidad}}(T,S)$$

donde T es la temperatura en grados Celsius y S es la salinidad en unidades prácticas de salinidad.

La densidad del agua como una función de la temperatura puede ser aproximada por:

$$\rho_{\text{temp}}(T) = a_0 + a_1 \cdot T + a_2 \cdot T^2 + a_3 \cdot T^3 + a_4 \cdot T^4 + a_5 \cdot T^5 + a_6 \cdot T^6$$

donde T está en grados Celsius y

$$\rho_{\text{salinidad}}(T, S) = (b_0 + b_1 \cdot T + b_2 \cdot T^2 + b_3 \cdot T^3 + b_4 \cdot T^4) S + (c_0 + c_1 \cdot T + c_2 \cdot T^2) S^{1.5} + d_0 \cdot S^2$$

donde S es la salinidad en unidades prácticas de salinidad y

$$a_0 = 9.998434 \cdot 10^2; \quad b_0 = 8.24493 \cdot 10^{-1}; \quad c_0 = -5.72466 \cdot 10^{-3}; \quad d_0 = 4.8314 \cdot 10^{-4}$$

$$a_1 = 6.740015 \cdot 10^{-2}; \quad b_1 = -4.0899 \cdot 10^{-3}; \quad c_1 = 1.0227 \cdot 10^{-4}$$

$$a_2 = -9.018250 \cdot 10^{-3}; \quad b_2 = 7.6438 \cdot 10^{-5}; \quad c_2 = -1.6546 \cdot 10^{-6}$$

$$a_3 = 9.653555 \cdot 10^{-5}; \quad b_3 = -8.2467 \cdot 10^{-7}$$

$$a_4 = -1.087056 \cdot 10^{-6}; \quad b_4 = 5.3875 \cdot 10^{-9}$$

$$a_5 = 8.035684 \cdot 10^{-9}$$

$$a_6 = -2.655749 \cdot 10^{-11}$$

11

## 6.5 Nivel de Agua

El nivel de agua WL sobre el CTD-Diver puede escribirse así:

$$WL = 1000 \cdot (p_{\text{Diver}} - p_{\text{baro}}) / \rho_{\text{agua}}(T,S)$$

donde  $p_{\text{Diver}}$  es la presión medida por el CTD-Diver en cmH<sub>2</sub>O,  $P_{\text{baro}}$  la presión barométrica medida por el sensor barométrico del Diver-SDI y la densidad del agua  $\rho_{\text{agua}}(T,S)$  es en kg/m<sup>3</sup>.

## 6.6 Referencias

[1] [pubs.usgs.gov/tm/2006/tm1D3/pdf/TM1D3.pdf](https://pubs.usgs.gov/tm/2006/tm1D3/pdf/TM1D3.pdf)

[2] <https://en.wikipedia.org/wiki/Salinity>



## 7 Anexo E – Equipo Del Diver

### 7.1 Diver-Office software

Programa las sondas registradoras de datos y descargue las mediciones en su equipo. Exporte los datos a una hoja de cálculo o a un programa de modelado. Diver-Office es un paquete de software flexible y «basado en proyectos» diseñado para intercambiar los datos de las sondas. Diver-Office es un software muy fácil de usar gracias a una interfaz de usuario muy intuitiva.

- Compensación barométrica
- Unidades: sistema métrico y anglosajón
- Siete idiomas: alemán, español, francés, inglés, neerlandés, polaco y portugués



Descarga gratuita desde [www.vanessen.com](http://www.vanessen.com)

### 7.2 Lector USB

El lector USB de la sonda puede utilizarse para programar la sonda o leer los datos que recopila. Conecte el lector USB al puerto USB de su ordenador o equipo portátil. Solo tiene que colocar la sonda en la base del lector USB y estará listo para comunicarse con la sonda.

El lector USB se puede utilizar tanto en exteriores como en la oficina.



Parte no: AS330





### 7.3 Smart Interface Cable

El Smart Interface Cable de la sonda le permite comunicarse con una sonda a la que se ha conectado el cable de datos de la sonda. La Smart Interface Cable incluye una conexión de acoplamiento para el cable de datos de la sonda en uno de sus extremos y un puerto USB estándar en el otro, para poder conectarse al equipo portátil.

El Smart Interface Cable permite descargar la información, programar la configuración o iniciar o detener la sonda al trabajar sobre el terreno.



Parte no: AS346

### 7.4 Cable de Comunicación

La implementación de un Diver en un cable de comunicación Diver ahorra tiempo en la bajada y proporciona datos en tiempo real desde el Diver. Conectar su computador portátil equipado con el Diver-Office al cable de datos Diver usando el cable de interface USB para programar y leer los datos desde el Diver.

Disponible en longitudes dese 1 metro a 500 metros.



Parte no: AS2xxx  
xxx = longitud en metros, p.ej. cable de 10 metros es AS2010



## 7.5 TD-Diver

Este Diver es fabricado una carcasa de acero inoxidable (316 L) con un diámetro de 22 mm. El TD-Diver puede almacenar un máximo de 72,000 mediciones (fecha/hora, presión y temperatura) en su memoria de trabajo y 72,000 mediciones en su memoria de respaldo.

Las muestras de presión y temperatura del TD-Diver en intervalos de longitudes fijas and almacena estos valores en longitud fija o memoria continua.

El TD-Diver está disponible en los siguientes rangos de presión: 10 m, 20 m, 50 m y 100 m.



Parte no: DI8xx

## 7.6 Baro-Diver

El Baro-Diver es fabricado usando una carcasa de acero inoxidable (316 L) con un diámetro de 22 mm. El Baro-Diver puede almacenar un máximo de 72,000 mediciones (fecha/hora, presión y temperatura) en su memoria de trabajo y 72,000 mediciones en su memoria de respaldo.

El Baro-Diver mide la presión atmosférica y es usado para compensar las variaciones en las mediciones atmosféricas medidas por otros Divers. El Baro-Diver también puede ser usado para medir niveles de agua poco profundos de hasta 1 metro.

Las muestras de presión y temperatura del TD-Diver en intervalos de longitudes fijas and almacena estos valores en longitud fija o memoria continua.



Parte no: DI800



## 7.7 Cera-Diver

El ceramic-shelled Cera-Diver es específicamente diseñado para monitoreo de los niveles de agua bajo condiciones potenciales de corrosión, como agua salobre y agua de mar.

El Cera-Diver tiene un diámetro de la carcasa de cerámica de 22 mm (zirconium-oxide) y puede almacenar 48,000 mediciones (fecha/hora, presión y temperatura).

El Cera-Diver tiene los siguientes métodos de muestreo: intervalos de longitud fija, dependiendo del evento, promediado y prueba de bombeo.

El Cera-Diver está disponible en los siguientes rangos de presión: 10 m, 20 m, 50 m y 100 m.



Parte no: DI7xx

## 7.8 Micro-Diver

El Micro-Diver es el Diver más pequeño con un diámetro de solo 18 mm. Específicamente diseñado para monitorear pozos o puntos de accionamiento demasiado pequeños para acomodar almacenadores más grandes. Este Diver es adecuado para tuberías con un diámetro de al menos 20 mm.

El Micro-Diver tiene una carcasa de acero inoxidable (316 L) y puede almacenar 48,000 mediciones (fecha/hora, presión y temperatura).

El Micro-Diver maneja los siguientes métodos de muestreo: Intervalos de longitud fija, dependiente del evento, promediado y prueba de bombeo.

El Micro-Diver está disponible en los siguientes rangos de presión: 10 m, 20 m, 50 m y 100 m.



Parte no: DI6xx



## 7.9 CTD-Diver

Cuando existe la necesidad de monitorear los niveles de agua subterránea y la intrusión de agua salada, las aguas residuales inyectadas o la contaminación por descargas químicas y vertederos, el CTD-Diver con su carcasa de 22 mm de diámetro resistente a corrosión (óxido de zirconio) de elección.

El CTD-Diver está equipado con un sensor de conductividad de cuatro electrodos que mide la conductividad eléctrica de 0 a 120 mS / cm. Existen dos opciones para medir la conductividad: conductividad verdadera o específica a 25 ° C.

El CTD-Diver puede almacenar 144.000 mediciones (fecha/hora, presión, temperatura y conductividad).

El CTD-Diver utilizó los siguientes métodos de muestreo: intervalos de longitud fija, dependiente del evento, promediado y prueba de bombeo.

El CTD-Diver está disponible en los siguientes rangos de presión: 10 m, 50 m, 100 m y 200 m.



Parte no: DI28x