

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

PLAN PARA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE MONITOREO REMOTO
DE GRANDES CONSUMIDORES DE AGUA POTABLE

Trabajo de titulación para optar al Título
de INGENIERÍA EJECUCIÓN DE
PROCESOS Y MANTENIMIENTO
INDUSTRIAL

Alumno:

Francisco Sebastián Herrera Robles

Profesor Guía:

Ing. Eduardo Vidal Páez

Profesor Correferente:

Ing. Haroldo Romero Jara

RESUMEN

KEYWORDS: SISTEMA DE MEDICIÓN DE CONSUMO DE AGUA POTABLE- PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS- SISTEMA WATERMIND.

Plan para implementación de sistemas de monitoreo remoto para grandes consumidores de agua potable, es un estudio que busca demostrar que es posible implementar y los beneficios de la instalación de equipos de medición y monitoreo de agua potable, “WaterMind”, que ofrece la empresa Itrón a las empresas sanitarias en Chile.

El plan está ligado a los clientes denominados “grandes consumidores de agua potable”, los cuales pueden ser colegios, universidades, centros comerciales, faenas mineras y en general toda institución u organismo cuyo consumo sea mayor a 1000[m³/mes]. El sistema a implementar presenta un cambio en la manera en que se lleva el control de los consumos de agua potable, ya que, el equipo actual de medición, no es capaz por sí mismo de advertir o informar de anomalías en el proceso, necesita de lectura presencial, la información de lectura que entrega es muy básica y no permite hacer grandes análisis. Básicamente, el sistema WaterMind, es un complemento del medidor de agua potable convencional, que brinda las herramientas tecnológicas de detección, proceso de datos y envío de información a las empresas sanitarias para análisis de consumo, facturación y verificación del estado del servicio y de la red de distribución.

Para el desarrollo coherente y ordenado del tema, este se subdividió en cuatro capítulos. Para el capítulo inicial, se presenta la empresa en la cual se desarrolló el plan de implementación, se indica el enfoque, sector y alcance del trabajo, como también la exposición de la problemática que se desea resolver o mejorar con la implementación del sistema de monitoreo remoto. En un segundo capítulo se expone y explica en que consiste el sistema de monitoreo remoto a implementar, su constitución, funcionamiento y las condiciones en las que debe operar, así también evidencia el inconveniente a superar para poder llevar a cabo una implementación exitosa y cumplir con lo que el sistema ofrece en términos de rendimiento, costos y duración. El tercer capítulo explica cómo se resuelve la problemática o limitación que el sistema posee e impide su implementación total, indicando los métodos y técnicas utilizadas, así también los recursos y procedimientos relacionados. El cuarto y último capítulo es la implementación del sistema con las mejoras propuestas que resuelven las limitaciones del sistema de monitoreo y que permiten la correcta operación. Adicionalmente se realiza una estimación de beneficios que significa el implementar el sistema de monitoreo remoto.

Cabe destacar los resultados positivos obtenidos del desarrollo del presente trabajo de título, en donde se brindó una respuesta-solución viable, la cual fue adoptada e implementada por la empresa Itrón y que permite la correcta operación del sistema de monitoreo remoto “WaterMind” con los beneficios tanto para la empresa mencionada, el sector al que va dirigido y el cuidado del recurso hídrico.

ÍNDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

OBJETIVO GENERAL

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DE SITUACIÓN INICIAL : DIAGNÓSTICO, PROBLEMÁTICA Y ARGUMENTOS PARA REALIZAR MEJORAS

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1. Empresa Itrón Inc.

1.1.2. Dirección y alcance del plan de implementación del sistema de monitoreo remoto

1.2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INICIAL

1.2.1. Problema/necesidad de las Empresas Sanitarias

1.2.2. Limitación Equipo medidor de agua potable

1.2.3. Limitación de acceso y lectura de consumo a equipos de medición

1.3. ARGUMENTOS PARA REALIZAR MEJORAS A LA SITUACIÓN INICIAL

1.3.1. Protección de Ingresos

1.3.2. Conservación del agua

1.3.3. Eficiencia operativa

1.3.4. Satisfacción de clientes

1.3.5. Planeamiento de inversiones

1.3.6. Requerimientos regulatorios

1.3.7. Cultura de innovación

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN SISTEMA DE MONITOREO REMOTO A IMPLEMENTAR, CONDICIÓN DE LAS INSTALACIONES Y LIMITACIONES

2.1. SISTEMA DE MONITOREO REMOTO A IMPLEMENTAR

2.1.1. Características del sistema de monitoreo

2.2. COMPONENTES DEL SISTEMA DE MONITOREO REMOTO

2.2.1. Medidor de agua potable

2.2.1.1. Funcionamiento del medidor de agua potable

2.2.1.2. Dimensionado y selección de medidores de agua potable

2.2.1.3. Medidor de agua pre-equipado compatible con sistema WaterMind

2.2.2. Módulo de interfase con el medidor “Cyble Sensor”

2.2.2.1. Funcionamiento del módulo de interfase “Cyble Sensor

2.2.2.2. Conexión de módulo interfase con el medidor “Cyble Sensor”

2.2.3. Analizador WaterMind

2.2.3.1. Elementos del Analizador WaterMind

2.2.3.2. Protocolo de transmisión de datos y alarmas Analizador WaterMind

2.2.3.3. Configuración de las entradas al Analizador WaterMind

2.2.4. Servidor WaterMind

2.2.4.1. Opciones de análisis del Sstema

2.3. CONDICIÓN DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS

2.3.1 Condición ambiental de la red de distribución y equipo de medición

2.3.1.1. Condición de ambiente aislado seco

2.3.1.2. Condición ambiente expuesto húmedo y mojado³⁸

2.3.2. Ubicación geográfica y acceso a la red de agua y equipo de medición

2.3.2.1. Instalación de fácil acceso

2.3.2.2. Instalación de acceso de dificultad moderada- alta y restringido

2.3.3. Entorno y perturbaciones de la red de distribución de agua y equipo de medición

- 2.3.3.1. Entorno aislado y libre de perturbaciones
- 2.3.3.2. Entorno abierto, susceptible a perturbaciones
- 2.3.4. Relevancia de la red de la instalación sanitaria
 - 2.3.4.1. Red no crítica, baja relevancia
 - 2.3.4.2. Red crítica, media- alta relevancia

2.4. LIMITACIÓN PARA IMPLEMENTAR SISTEMA WATERMIND

CAPÍTULO 3: RESPUESTA/SOLUCIÓN A LIMITACIONES, ELABORACIÓN DE PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE MONITOREO REMOTO A GRANDES CONSUMIDORES DE AGUA POTABLE

3.1. RESPUESTA/SOLUCIÓN A LA LIMITACIÓN PARA IMPLEMENTAR SISTEMA WATERMIND

- 3.1.1. Protección contra perturbaciones del entorno
- 3.1.2. Protección contra ambiente de las instalaciones

3.2. PREPARACIÓN DE LOS EQUIPOS SECUENCIA Y RECURSOS NECESARIOS PARA INSTALAR EL SISTEMA DE MONITOREO REMOTO WATERMIND EN LAS INSTALACIONES SANITARIAS

- 3.2.1. Aplicación Gel MepSolaris 1350 sobre el Analizador WaterMind, previo a su instalación en terreno
 - 3.2.1.1. Proporciones
 - 3.2.1.2. Equipo adicional
 - 3.2.1.3. Preparación del equipo Analizador previo a la aplicación del gel reacesible MepSolari 1350
 - 3.2.1.4. Aplicación de gel MepSolaris 1350 sobre la tarjeta de comunicación del Analizador WaterMind
 - 3.2.1.5. Aplicación de gel MepSolaris 1350 sobre la tarjeta micro controlador
 - 3.2.1.6. Ensamblado y verificación del equipo Analizador WaterMind
- 3.2.2. Secuencia a seguir para la instalación de equipos constituyentes del sistema WaterMind en instalaciones sanitarias
- 3.2.3. Materiales y recursos necesarios para implementar Sistema WaterMind

CAPÍTULO 4: IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS PROPUESTAS EN INSTALACIONES SANITARIAS OPERATIVAS. FORMULACION DE COSTOS Y ESTIMACION DE BENEFICIOS

4.1. IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS CONSTITUYENTES DEL SISTEMA WATERMIND CON MEJORAS PROPUESTAS EN INSTALACIONES SANITARIAS OPERATIVAS

4.1.1. Condición de la instalación antes de implementar las mejoras propuestas

4.2. FORMULACIÓN DE COSTOS DE IMPLEMENTAR SISTEMA WATERMIND EN LAS INSTALACIONES SANITARIAS

4.3. ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE MONITOREO REMOTO A GRANDES CONSUMIDORES DE AGUA POTABLE

4.3.1. Resguardo de Ingresos

4.3.2. Ahorro del agua

4.3.3. Eficiencia operativa

4.3.4. Satisfacción de clientes

4.3.5. Conocimiento de los parámetros de la red

4.3.6. Aspectos que debe contemplar el ente Regulador

4.3.7. Cultura de innovación

4.4. RESULTADOS OBTENIDOS A LA APLICACIÓN DEL SISTEMA WATERMIND EN OTRA PARTE DEL MUNDO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

ANEXO A: TABLA DEL GRADO DE PROTECCIÓN (IP)

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1-1: Logo corporativo Itron
- Figura 1-2: Medidor para grandes consumos de agua potable
- Figura 1-3: Punto de difícil acceso al medidor de agua potable
- Figura 2-1 : Esquema general sistema WaterMind
- Figura 2-2: Medidor de agua potable Itrón
- Figura 2-3: Funcionamiento del medidor de agua potable
- Figura 2-4: Curva característica de funcionamiento del medidor de agua potable
- Figura 2-5: Selección y dimensionado de medidor de agua potable, caudal nominal
- Figura 2-6: Selección y dimensionado de medidor de agua potable, caudal máximo
- Figura 2-7: Selección y dimensionado de medidor de agua potable, rango
- Figura 2-8: Selección y dimensionado de medidor de agua potable, caudal de transición
- Figura 2-9: Selección y dimensionado de medidor de agua potable, curva característica
- Figura 2-10: Medidor pre-equipado Itrón con emisor de pulsos adosado
- Figura 2-11: Medidor de agua pre-equipado
- Figura 2-12: Unidad interfase “Cyble Sensor”
- Figura 2-13: Generación de pulsos a partir de la rotación de la platina “Cyble Tarjet”
- Figura 2-14: Generación de pulsos balanceados según el sentido de flujo
- Figura 2-15: Unidad interfase de dos cables
- Figura 2-16: Unidad interfase de 5 cables
- Figura 2-17: Vista exterior frontal del Analizador WaterMind
- Figura 2-18: Vista interior del Analizador WaterMind
- Figura 2-19: Vista componentes del Analizador WaterMind
- Figura 2-20: Tarjeta micro controlador para comunicaciones Analizado WaterMind
- Figura 2-21: Mapa de conexiones incorporado en la cubierta
- Figura 2-22: Ubicación de los switch 1 y 2 para la configuración del Analizador
- Figura 2-23: Posición de los switch para configuración cuatro entradas
- Figura 2-24: Posición de los switch para configuración dos entradas
- Figura 2-25: Análisis basados en el volumen
- Figura 2-26: Análisis basado en el tiempo
- Figura 2-27: Alarmas diarias y periódicas registradas
- Figura 2-28: Instalación sanitaria ambiente seco
- Figura 2-29: Instalación sanitaria ambiente húmedo y mojado
- Figura 2-30: Instalación sanitaria con dificultad de acceso
- Figura 2-31 : Presencia de agua al interior del contenedor del Analizador WaterMind

Figura 2-32: Interior equipo Analizador afectado por la humedad

Figura 3-1: Tablero metálico doble puerta con cerradura

Figura 3-2: Equipo Analizador WaterMind montado en tablero eléctrico

Figura 3-3: Gel reaccable, transparente compuesto A+B “Mepsolaris 1350”

Figura 3-4: Balanza digital utilizada

Figura 3-5: Lámpara incandescente 75[w] utilizada durante el proceso

Figura 3-6: Vista frontal acceso interior de equipo Analizador WaterMind

Figura 3-7: Proceso de medición de las porciones iguales de gel MepSolari 1350

Figura 3-8: Conector IDC y punto de presión en la articulación

Figura 3-9: Indicación para insertar conectores temporales

Figura 3-10: Referencia para el vaciado sobre el contenedor

Figura 3-11: Nivel de vaciado MepSolari 1350 tarjeta de comunicación

Figura 3-12: Aplicación gel MepSolari 1350 sobre tarjeta micro controlador

Figura 3-13: Aplicación gel MepSolari 1350 sobre superficie posterior de pantalla LCD

Figura 3-14: Tarjeta micro controlador luego de la aplicación del gel MepSolaris 1350

Figura 3-15: Detalle de interfase óptica de la tarjeta micro controlador

Figura 3-16: Detalle de los conectores de la tarjeta micro controlador

Figura 3-17: Equipo Analizador WaterMind con la aplicación del gel MepSolari 1350

Figura 3-18: Analizador WaterMind operativo luego de la aplicar gel MepSolari 1350

Figura 4-1: Condición de las instalaciones previo a la implementación de mejoras

Figura 4-2: Recipiente contenedor del equipo analizador WaterMind

Figura 4-3: Protocolo de comunicación para configuración vía interfase óptica

Figura 4-4: Instalación de Tablero metálico en mástil 65

Figura 4-5: Tablero metálico con Analizador WaterMind en su interior

Figura 4-6: Ubicación de caja para conexiones y tablero metálico en instalación

Figura 4-7: Equipo analizador operativo, test SMS

Figura 4-8: Fachada exterior de tablero metálico con equipo Analizador en su interior

Figura 4-9: Distribución de puntos de medición de agua en Puerto de Rotterdam

Figura 4-10: Estado de los 31 puntos de medición luego de implementar el sistema WaterMind

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1-1: Cobertura de clientes de las principales empresas sanitarias en Chile 2016

Tabla 1-2: Clientes según destino del inmueble empresas sanitarias en Chile 2016

Tabla 1-1: Producción y Facturación de agua empresas sanitarias en Chile 2016

Tabla 2-1: Selección y dimensionado de medidor de agua potable, caudal nominal
Tabla 2-2: Selección y dimensionado de medidor de agua potable, valores de rango
Tabla 2-3: Características funcionales interfase " Cyble Sensor"
Tabla 2-4: Características constructivas exterior Analizador WaterMind
Tabla 3-1: Especificaciones tablero metálico RC-432
Tabla 3-1: Datos técnicos Gel MepSolari 1350
Tabla 3-1: Proporciones gel MepSolari 1350
Tabla 3-1: Materiales y recursos necesarios para implementar Sistema WaterMind
Tabla 4-1: Estimación de materiales y costos de implementación de Sistema WaterMind para un volumen determinado

ÍNDICE GRÁFICOS

Gráfico 1-1: Facturación agua potable empresas sanitarias en Chile año 2016

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

SIGLA

AF	: Alta Frecuencia
BF	: Baja Frecuencia
COOPAGUA	: Cooperativa de Agua Potable Santo Domingo
COSSBO	: Corporación de Servicios Remodelación San Borja
CPU	: Unidad de Procesamiento Central
DC	: Corriente Eléctrica Continua
DIR	: Command Line Interface
EMMSYS	: Software Technologies Mobile Application
ESBBIO	: Empresa de Servicios Sanitarios del Biobío.
ESSAL	: Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos
ESSI	: Empresa de Servicios Sanitarios San Isidro
ESVAL	: Empresa Sanitaria de Valparaíso, Aconcagua y Litoral
FTP	: Protocolo de Transferencia de Archivos
GPRS	: Servicio General de Paquetes Vía radio
GSM	: Sistema Global para la comunicación Móvil
IP	: Índice de Protección
Ohm	: Unidad de Resistencia Eléctrica
LCD	: Display de cristal líquido
PSI	: Libras por Pulgada Cuadrada
PVC	: Policloruro de Vinilo
RSE	: Responsabilidad Social de la Empresa
S.A	: Sociedad Anónima
SELAR	: Servicios Sanitarios Larapinta

SEPRA	: Empresa de Servicios Sanitarios Lo Prado
SIM	: SubscriberIdentity Module
SM APPA	: Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado
SMS	: Servicio de Mensajes Cortos
USB	: Universal Serial Bus
UV	: Radiación ultravioleta
%	: Porcentaje
\$: Peso Chileno

SIMBOLOGÍA

Bar	: Bar
°C	: Grado Celsius
cm	: Centímetro
g	: Gramo
g/cc	: Gramo por centímetro cúbico
h	: Hora
Hz	: Hertz
kg	: Kilogramo
kV	: Kilovoltio
m	: Metro
mA	: Miliamperio
min.	: Minutos
mm	: Milímetro
m ³	: Metro cúbico
m ³ /h	: Metros cúbicos por hora

m^3 mes : Metros cúbicos por mes

Q : Caudal

R : Rango

Shore : Dureza

V : Volt

W : Watt

INTRODUCCIÓN

La iniciativa de desarrollar un Plan para implementación de monitoreo remoto para grandes consumidores de agua potable, viene de una necesidad de la empresa Itrón, representada en Chile a través de su filial Compañía de Medición S.A. y está orientado a las empresas sanitarias vigentes en el mercado nacional, para el proceso de distribución de agua potable.

El sistema de monitoreo remoto a implementar se denomina “WaterMind” cuyo fundamento de instalación a grandes consumidores de agua potable se debe al volumen de consumo (sobre 1000 [m³/mes]) lo que representa parte importante de la producción y de las utilidades para las empresas sanitarias del país, haciendo necesario llevar un control exacto y eficiente. El equipo actual para la medición de consumo de agua potable, es básicamente un medidor de flujo que registra en forma de dato numérico la cantidad de agua consumida expresada en metros cúbicos (m³) y cuya lectura de valores es visual presencial. Este sistema presenta una serie de limitaciones, siendo las más relevantes la necesidad de lectura presencial (puntos de difícil acceso) y que no es capaz por sí mismo de informar fallas o anomalías en el registro de consumo (entrega datos sin procesar) lo que se traduce en pérdidas. Es por lo anterior, que se hace necesaria la implementación de un sistema más “dinámico”, el cual no requiera de una lectura presencial para la facturación, que sea capaz de alertar anomalías en el proceso de medición y que a su vez entregue datos ya procesados (información) relacionado al consumo de agua potable, para su análisis.

El sistema WaterMind, no reemplaza al medidor análogo convencional, más bien, es un complemento para este y el proceso de distribución de agua potable, permitiendo monitorear los estados de consumo y en base a la información adicional que proporciona, diagnosticar pérdidas en las instalaciones o anomalías en el proceso de medición y correcto dimensionamiento de los equipos instalados.

La integración de nuevas técnicas y tecnología en la manera en que son controlados los grandes consumidores de agua potable, presenta una serie de desafíos e inconvenientes técnicos y logísticos a superar para poder garantizar la confiabilidad, exactitud y autonomía que el sistema ofrece a sus usuarios, siendo la más relevante la necesidad de garantizar la correcta operación de los equipos constituyentes del sistema WaterMind bajo las condiciones ambientales de las distintas instalaciones sanitarias.

El objetivo de este trabajo de título es exponer que el sistema WaterMind es una mejora al sistema actual, que puede operar bajo las condiciones ambientales y aumentar la eficiencia del proceso de distribución de agua potable para los grandes consumidores

OBJETIVO GENERAL

- Demostrar que el sistema de monitoreo remoto WaterMind puede ser implementado en las distintas condiciones ambientales existentes en las instalaciones sanitarias manteniendo sus aspectos funcionales, estéticos y cumplir con su vida útil.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aumentar la eficiencia del proceso de distribución de agua potable para los clientes estratégicos “grandes consumidores”
- Reducir las pérdidas por concepto de agua no facturada, con la detección de fugas en la red, fraude, medidores detenidos o mal dimensionados.
- Garantizar la fiabilidad, exactitud y vida útil de los equipos constituyentes del Sistema WaterMind, cumpliendo con las características técnicas y funcionales que se ofrecen al cliente-usuario.
- Estandarizar condiciones necesarias para la instalación de equipos, constituyentes del Sistema WaterMind.
- Proporcionar una guía rápida de condiciones y costos para los clientes Empresas Sanitarias del país, respecto a la implementación del Sistema WaterMind.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DE SITUACIÓN INICIAL: DIAGNÓSTICO,
PROBLEMÁTICA Y ARGUMENTOS PARA REALIZAR MEJORAS

1. ANTECEDENTES DE SITUACIÓN INICIAL: DIAGNÓSTICO, PROBLEMÁTICA Y ARGUMENTO PARA REALIZAR MEJORAS

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1. Empresa Itrón Inc.

Itrón Inc., empresa para la cual se desarrolla el presente “plan de implementación de sistemas de monitoreo remoto grandes consumidores de agua potable”, es una compañía dedicada a la tecnología global. Creadora de soluciones que ayudan a las empresas de servicios públicos a medir, administrar y analizar la energía y el agua. Fundada el año 1977, cuenta con más de 75 ubicaciones globales con sede central en Liberty Lake, Washington, Estados Unidos.

Está presente en Chile, a través de su filial Compañía de Medición S.A., empresa fundada en 1952, que suministra medidores y soluciones de medición para las empresas de servicios de agua, gas, electricidad y energía térmica en el país. Emplazada en la comuna de La Cisterna, en la ciudad de Santiago, sus dependencias se componen de oficinas, recintos de ensamble de medidores de agua, bodegas, bancos de prueba y laboratorios para medidores de agua, gas y electricidad.

Para el mercado de Chile, el portafolio de productos y servicios que Itrón ofrece está compuesto de medidores para aplicaciones residenciales, comerciales e industriales, software y sistemas para lectura remota, servicios de verificación y certificación de medidores, laboratorios de agua, gas y electricidad, consultorías, entre otros.



Fuente: www.brandsoftheworld.com/logo/itron-0

Figura 1-1: Logo corporativo Itrón

1.1.2. Dirección y alcance del plan de implementación del sistema de monitoreo remoto

El plan de implementación de sistemas de monitoreo remoto, está dirigido a las empresas que constituyen el Sector Sanitario en Chile, es decir, las empresas cuyas funciones se relacionan a los servicios de producción y distribución de agua potable y recolección y disposición de aguas servidas, más la Superintendencia de Servicios Sanitarios, organismo regulador y fiscalizador de este sector. Más específicamente para el proceso de distribución de agua potable para grandes consumidores, los cuales son definidos según su historial de consumo con un volumen mayor a 1000 [m³/mes] por un periodo mayor a 6 meses.

La relevancia de los grandes consumidores, está ligada al volumen de demanda y facturación correspondiente del recurso agua potable, que por ende hace necesario un control más eficiente en busca de resguardar el interés de los consumidores, las distribuidoras y cuidar el recurso agua potable.

El cambio que propone el sistema a implementar es del tipo tecnológico y sobre los métodos utilizados para el registro, control y facturación del agua potable. El sistema en sí, es un complemento del medidor de agua potable convencional, al cual se le incorporan equipos adicionales para dotarlo de cierto grado de inteligencia y autonomía, cosa que se verá en detalle en capítulos posteriores, con el fin de tener una administración del agua potable más eficiente y dinámica en términos de información relacionada al proceso.

Por otra parte el Plan de implementación, debe dar respuesta a la problemática que presenta la correcta operación de los equipos instalados en terreno, considerando las condiciones ambientales y la perturbación del entorno, para hacer posible una implementación exitosa y que cumpla con lo que el sistema ofrece.

Existen en la actualidad 28 principales empresas sanitarias vigentes que atienden en conjunto al 99,5% de los clientes de las zonas urbanas del país, a diciembre de 2016, con un total de 5.018.149 clientes.

A continuación se entrega el detalle de las principales empresas sanitarias en Chile, el número de clientes afiliados y el porcentaje de cobertura del total nacional.

Tabla 1-1: Cobertura de clientes de las principales empresas sanitarias en Chile 2016.

N°	PRINCIPALES EMPRESAS	CLIENTES TOTALES 2015	
		CANTIDAD	%
1	AGUAS ANDINAS S.A.	1.805.795	35,99
2	ESBBÍO S.A.	760.289	15,15
3	ESVAL S.A.	600.682	11,97
4	NUEVOSUR S.A.	231.843	4,62
5	AGUAS DEL VALLE S.A.	217.036	4,33
6	AGUAS ARAUCANÍA S.A.	214.687	4,28
7	EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DE LOS LAGOS S.A. -ESSAL	200.174	3,99
8	SERVICIO MUNICIPAL DE AP. Y ALC. DE MAIPÚ-SMAPPA	192.692	3,84
9	AGUAS ANTOFAGASTA S.A.	167.264	3,33
10	AGUAS CORDILLERA S.A.	154.432	3,08
11	AGUAS DEL ALTIPLANO S.A.	157.089	3,13
12	AGUAS CHAÑAR S.A.	89.720	1,79
13	AGUAS MAGALLANES S.A.	50.355	1,00
14	AGUAS DÉCIMA S.A.	44.768	0,89
15	AGUAS PATAGONIA DE AYSÉN S.A.	27.012	0,54
16	SEMBCORP AGUAS CHACABUCO S.A.	21.676	0,43
17	AGUAS SAN PEDRO S.A.	17.625	0,35
18	EMPRESAS DE SERVICIOS SANITARIOS SAN ISIDRO S.A. -ESSI	14.038	0,28
19	AGUAS MANQUEHUE S.A.	12.672	0,25
20	SEMBCORP AGUAS LAMPA S.A.	7.015	0,14
21	MELIPILLA NORTE S.A.	4.998	0,10
22	COOPERATIVA DE AGUA POTABLE SANTO DOMINGO LTDA- COOPAGUA	4.895	0,10
23	SEMBCORP AGUAS SANTIAGO S.A.	3.741	0,07
24	COMUNIDAD DE SERVICIOS REMODELACION SAN BORJA- COSSBO	3.523	0,07
25	NOVAGUAS S.A.	4.265	0,08
26	AGUAS SANTIAGO PONIENTE S.A. ASP	3.519	0,07
27	SERVICIOS SANITARIOS LARAPINTA S.A.- SELAR	3.304	0,07
28	EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS LO PRADO S.A. - SEPRA	3.040	0,06
TOTAL		5.018.149	100,00

Fuente: Informe 2017 Superintendencia Servicios Sanitarios Chile

El marco del presente estudio está dirigido a los grandes consumidores de agua potable (mayor o igual a 1000 [m³/mes]), por lo tanto no contempla al sector residencial cuyo consumo promedio es mucho menor al indicado. Por otra parte el sector comercial e industrial presenta clientes que encajan con el perfil de consumo y es a ellos a quienes se ofrece implementar el sistema WaterMind, los cuales y según se puede apreciar en la siguiente tabla abarcan un porcentaje mucho menor en relación al total de clientes.

Tabla 1-2: Clientes según destino del inmueble empresas sanitarias en Chile 2016

N°	EMPRESA	TOTAL CLIENTES	CLIENTES SEGÚN DESTINO DE INMUEBLE			
			RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	OTRO
1	AGUAS ANDINAS	1.805.795	1.667.435	120.437	2.950	14.973
2	ESBBÍO	760.289	729.724	19.569	1.443	9.553
3	ESVAL	600.682	569.365	27.263	863	3.191
4	NUEVOSUR	231.843	222.722	5.727	370	3.024
5	AGUAS ARAUCANÍA	217.036	204.636	10.144	379	1.877
6	ESSAL	214.687	204.953	7.407	220	2.107
7	SMAPPA	200.174	183.824	12.957	330	3.063
8	AGUAS DEL VALLE	192.692	186.653	3.489	685	1.865
9	AGUAS ANTOFAGASTA	167.264	161.485	4.394	248	1.137
10	AGUAS DEL ALTIPLANO	154.432	147.372	5.200	429	1.431
11	AGUAS CORDILLERA	157.089	140.448	14.951	14	2.036
12	AGUAS CHAÑAR	89.720	85.100	2.203	213	2.204
13	AGUAS MAGALLANES	50.355	47.101	2.813	66	375
14	AGUAS DÉCIMA	44.768	42.233	2.242	80	213
15	AGUAS PATAGONIA DE AYSÉN	27.012	24.940	1.443	31	598
16	SEMBCORP AGUAS CHACABUCO	21.676	21.234	107	1	334
17	AGUAS SAN PEDRO	17.625	17.082	187	146	210
18	SAN ISIDRO ESSSI	14.038	13.841	197	-	-
19	AGUAS MANQUEHUE.	12.672	11.161	915	4	592
20	SEMBCORP AGUAS LAMPA	7.015	6.844	30	1	140
21	COOPAGUA	4.998	4.906	20	-	72
22	COSSBO	4.895	4.411	17	-	467
23	AGUAS SANTIAGO PONIENTE	3.741	3.680	20	1	40
24	MELIPILLA NORTE	3.523	3.127	220	23	153
25	SEMBCORP AGUAS SANTIAGO	4.265	4.012	44	-	209
26	NOVAGUAS	3.519	3.432	20	-	67
27	SELAR	3.304	3.214	6	-	84
28	SEPPRA	3.040	2.886	22	4	128
SUBTOTAL EMPRESAS PRINCIPALES		5.018.149	4.717.821	242.044	8.501	50.143
		100%	94,0%	4,8%	0,2%	1,0%
SUBTOTAL EMPRESAS RESTANTES		19.232	17.660	350	749	473
		100%	91,8%	1,8%	3,9%	2,5%
TOTAL PAIS		5.037.381	4.735.481	242.034	9.250	50.616
		100%	94,0%	4,8%	0,2%	1,0%

Fuente: Informe 2017 Superintendencia Servicios Sanitarios

1.2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN INICIAL

1.2.1. Problema-necesidad de la Empresa Itrón y Empresas Sanitarias

Tal como se indicó anteriormente, la empresa Itrón ofrece a las empresas constituyentes del sector sanitario en Chile, equipos y sistemas de medición de agua potable. El problema-necesidad de la empresa Itrón es poder realizar la implementación total del sistema de monitoreo remoto, WaterMind, cumpliendo con lo que el sistema ofrece en términos de costos, eficiencia y duración. Por otra parte las empresas del sector sanitario necesitan de un método de medición y control más eficiente y dinámico en términos de información de consumo y estado de la red de suministro de agua potable, que es lo que se busca satisfacer con la implementación de sistema de monitoreo remoto WaterMind. De esta manera se relaciona el problema-necesidad tanto de la empresa Itrón, como de las empresas sanitarias.

La mejora que significaría el poder implementar correctamente el sistema de monitoreo remoto, WaterMind, radica principalmente en el aumento de eficiencia, dado que no toda el agua producida llega a ser facturada, debido a pérdidas en las etapas de producción y distribución, provocadas por roturas y filtraciones en las vías de distribución, medidores en mal estado o técnicamente no apropiado, robos y hurtos, entre otros. La empresa que modela la Superintendencia para efectos de tarifificar los sistemas sanitarios, considera en general un nivel eficiente de agua no facturada de hasta un 15% en la etapa de distribución y de hasta un 5% en la etapa de producción. Sin embargo, actualmente el nivel efectivo de pérdidas es mayor, puesto que ésta depende de múltiples factores tales como:

- La antigüedad y materiales de las obras de los sistemas de agua potable, especialmente de las conducciones y redes de distribución.
- La calidad del agua cruda (por el lavado de filtros).
- Los robos, hurtos, fraude y equipos de medición inapropiados.

Del total de agua no facturada, un 74% corresponde a pérdidas físicas mientras que el porcentaje restante corresponde a otros motivos como gratuidades, hurto de agua, uso de grifos, entre otros

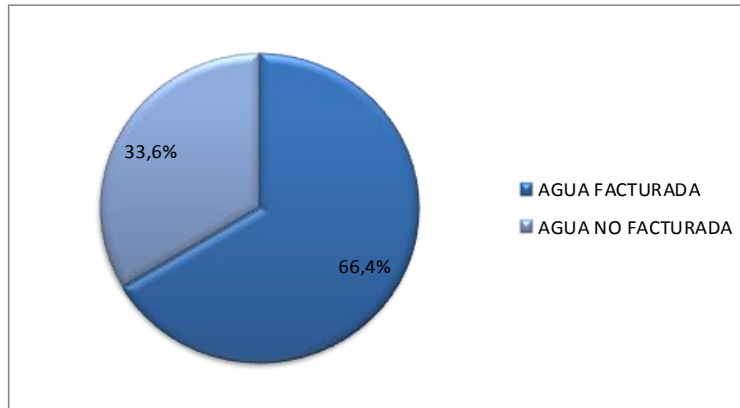
Las empresas sanitarias presentan distintos grados de control sobre cada uno de estos factores, siendo posible, en algunos casos desarrollar una adecuada gestión para reducir el nivel de agua no facturada en función de los costos y beneficios que ello signifique, que es uno de los objetivos de implementar un sistema de monitoreo remoto.

Tabla 1-1: Producción y Facturación de agua empresas sanitarias en Chile 2016

N°	EMPRESA	PRODUCCIÓN EN MILES DE M ³	FACTURACIÓN EN MILES DE M ³	AGUA NO FACTURADA
1	AGUAS ANDINAS	658.205	445.871	32,30%
2	ESBBÍO	222.985	145.020	35,00%
3	ESVAL	170.727	106.626	37,50%
4	NUEVOSUR	72.056	42.071	41,60%
5	AGUAS ARAUCANÍA	68.564	39.489	42,40%
6	ESSAL	60.905	36.770	39,60%
7	SMAPPA	87.227	52.739	39,50%
8	AGUAS DEL VALLE	54.650	39.168	28,30%
9	AGUAS ANTOFAGASTA	54.001	39.201	27,40%
10	AGUAS DEL ALTIPLANO	53.255	34.183	35,80%
11	AGUAS CORDILLERA	88.673	66.405	25,10%
12	AGUAS CHAÑAR	25.558	16.564	35,20%
13	AGUAS MAGALLANES	11.980	10.796	9,90%
14	AGUAS DÉCIMA	11.134	9.299	16,50%
15	AGUAS PATAGONIA DE AYSÉN	8.376	5.598	33,20%
16	SEMBCORP AGUAS CHACABUCO	9.372	6.182	34,00%
17	AGUAS SAN PEDRO	4.337	3.172	26,90%
18	SAN ISIDRO ESSSI	4.611	2.295	50,20%
19	AGUAS MANQUEHUE.	16.161	13.917	13,90%
20	SEMBCORP AGUAS LAMPA	2.647	1.847	30,20%
21	COOPAGUA	1.994	1.663	16,60%
22	COSSBO	710	635	10,60%
23	AGUAS SANTIAGO PONIENTE	1.929	1.679	13,00%
24	MELIPILLA NORTE	1.368	1.005	26,50%
25	SEMBCORP AGUAS SANTIAGO	3.227	2.602	19,40%
26	NOVAGUAS	-	980	
27	SELAR	1.049	850	19,00%
28	SEPRA	2.485	1.696	31,80%
TOTAL		1.698.186	1.128.323	33,60%

Fuente: Informe 2017 Superintendencia Servicios Sanitarios

Gráfico 1-1: Facturación agua potable empresas sanitarias en Chile año 2016



Fuente: Informe 2017 Superintendencia Servicios Sanitarios.

1.2.2. Limitación Equipo medidor de agua potable

Se utiliza un equipo medidor análogo, el cual cuenta con un registrador de consumo numérico indicado en [m³]. Es la fuente primaria de información para facturación y análisis de consumo. Su eficiencia operativa depende de un correcto dimensionamiento y buen estado de la red a la que está conectado, no contando con los medios y recursos necesarios para alertar por sí mismo alguna anomalía o falla en la instalación. Para determinar el consumo de agua correspondiente a un periodo determinado, se necesita tomar lectura de forma directa del registrador.

Para realizar diagnósticos de la red de suministro de agua potable es necesario que personal calificado realice cálculos de aplicación relacionado al proceso y analice los resultados obtenidos, siendo un proceso extenso si se considera el número de clientes y lo variado de las instalaciones.



Fuente Portafolio de productos Itrón 2015.

Figura 1-2: Medidor para grandes consumos de agua potable

1.2.3. Limitación de acceso y lectura de consumo a equipos de medición

Los equipos de medición de agua potable, como se ha detallado, solo registran la cantidad de agua consumida. Para efectos de facturación y cobros, las empresas sanitarias dependen de la lectura periódica de dicho registro, operación que se realiza a través de personal encargado de leer los valores en los medidores. Este punto es una de las grandes limitantes del sistema actual, ya que, en algunas instalaciones los medidores quedan en lugares de difícil acceso, lo que dificulta su lectura e incluso lleva a su desconocimiento.



Fuente: Departamento Soporte Técnico Itrón Chile.

Figura 1-3: Punto de difícil acceso al medidor de agua potable

1.3. ARGUMENTOS PARA REALIZAR MEJORAS A LA SITUACIÓN INICIAL

A continuación se exponen los puntos que argumentan la propuesta de cambio al control y registro de los grandes consumidores de agua potable actual. Bajo los mismos puntos se evaluará el sistema propuesto, una vez implementado, a modo de obtener información sobre el cumplimiento de objetivos.

1.3.1. Protección de Ingresos

- Reducción de fraude: Detectar medidores detenidos e invertidos (contraflujo)
- Optimización de la medición: Equipos de medición más exactos y eficientes.
- Dimensionamiento óptimo de medidores: Utilizar medidores aptos a la demanda de la red de distribución de agua potable.
- Detección de pérdidas momentáneas: Debido a la falta de sensibilidad para los flujos máximos y mínimos que es capaz de detectar un medidor convencional.

1.3.2. Conservación del agua

- Reducción de pérdidas: Aumento de eficiencia en términos de suministro de agua.
- Reducción de roturas de la red: Detectar roturas y diagnosticar la hermeticidad de la red de suministro.
- Reducción de consumo: Un aumento de eficiencia en el proceso de distribución y facturación de agua potable, que beneficie tanto a la empresa sanitaria como al cliente-usuario.

1.3.3. Eficiencia operativa

- Reducción de costos: Reducir las pérdidas relacionadas al proceso de distribución y facturación.
- Incremento de cobertura: Lugares acceso difícil o limitado.
- Reducción de inversiones: Disminuir los gastos que significa el operar y mantener una red de suministro de agua potable.

1.3.4. Satisfacción de clientes

- Acción proactiva de fallas: Prever fallas o anomalías en la red de suministro.
- Manejo de reclamos: Contar con mayor información de la red y estados de consumo para poder respaldar el servicio.
- Imagen moderna: Implementar mayor tecnología.
- Programa de RSE (responsabilidad social de la empresa): Empresas comprometidas con el cuidado y manejo del recurso hídrico.

1.3.5. Conocimiento de los parámetros de la red sanitaria

- Capacidad de producción ajustada: Aumento de eficiencia
- Monitoreo de horas punta: Conocer fechas y horas de mayor demanda.
- Reducción de carga a la red: Correcto dimensionado de la red de suministro, según las diferentes necesidades

1.3.6. Aspectos que debe contemplar el ente regulador.

- Premios y reconocimiento del regulador: Motivar a las empresas sanitarias y los clientes-usuarios al cuidado del recurso agua potable.
- Financiamiento interno y externo: Programas de implementación subvencionados.

1.3.7. Cultura de innovación

- Conocimiento de los clientes: Individualizar al cliente según instalación. Comunicación más directa y cercana.
- Nuevos negocios y oportunidades: Permitir a las empresas sanitarias proyectar negocios y oportunidades de mejora al proceso.
- Innovación tecnológica: Uso de tecnología para mejorar el proceso de distribución de agua potable
- Personal más comprometido: Personal con mayor participación y conocimiento del proceso de distribución de agua potable.
- Personal más capacitado: Personal con mayor nivel de preparación y dotación tecnológica

**CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN SISTEMA DE MONITOREO REMOTO A
IMPLEMENTAR, CONDICIÓN DE LAS INSTALACIONES Y LIMITACIONES**

2. SISTEMA DE MONITOREO REMOTO A IMPLEMENTAR, CONDICIÓN DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS Y LIMITACIONES

2.1. SISTEMA DE MONITOREO REMOTO A IMPLEMENTAR

Sistema cuyo objetivo es procesar la información necesaria mediante algoritmos avanzados y enviar la información mínima requerida para que las gestoras puedan proteger su facturación, mejorar la eficiencia de sus operaciones y aumentar el nivel de satisfacción de sus clientes estratégicos.

Su desafío es reducir la cantidad de agua no facturada, gestionar programas de ahorro de agua e incrementar la eficiencia operativa.

2.1.1. Características del sistema de monitoreo

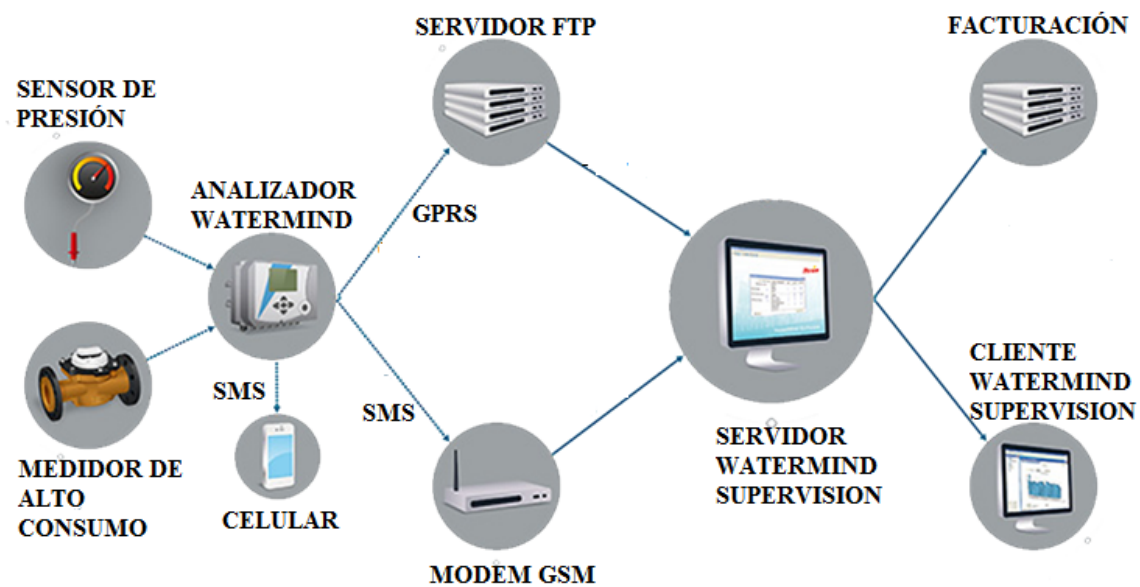
- Inteligencia en el punto de medición.
- Análisis de consumo y funciones de auditoría del contador
- Aplicaciones Multiusuario.
- La lectura radio también da accesibilidad a todos los contadores, incluso si el cliente está ausente o en sitios de difícil lectura.
- Reporta importantes funciones inteligentes, añadiendo valor para sus clientes:
- Indicador de la vida de la batería restante.
- Alarmas de fraude.
- Los operadores de las diferentes áreas y departamentos de la distribuidora de agua pueden compartir inmediatamente la última información de consumo con niveles de acceso diferenciado.

2.2. COMPONENTES DEL SISTEMA DE MONITOREO REMOTO

Tal como se mencionó anteriormente, se puede apreciar que el sistema en sí es un complemento del equipo de medición estándar actual (medidor de flujo con registrador numérico) al cual se le añaden equipos auxiliares encargados de monitorear el funcionamiento, informar consumo y alertar anomalías en el proceso al usuario/cliente correspondiente.

El sistema de medición de agua potable a implementar se constituye de los siguientes elementos:

- Medidor de agua potable pre-equipado.
- Módulo de interfase con el medidor, “Cyble Sensor.”
- Analizador WaterMind. (protocolos de transferencia de datos)
- Servidor WaterMind



Fuente: Presentación Esval 2015 Itrón Chile.

Figura 2-1 : Esquema general sistema WaterMind

2.2.1. Medidor de agua potable

Instrumento destinado a medir, memorizar y poner en el visor en forma continuada el volumen de agua que pasa a través del transductor de medición en condiciones de ser medido. Existen diversos modelos y tamaños, obedeciendo a las diferentes solicitudes de las instalaciones.



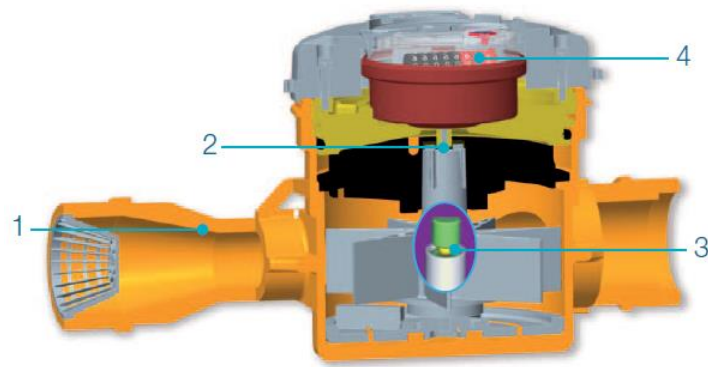
Fuente Portafolio de productos Itrón 2016.

Figura 2-2: Medidor de agua potable Itrón

2.2.1.1. Funcionamiento del medidor de agua potable

Para su registro, el agua ingresa a través de la tobera de entrada (1), hasta llegar a la turbina (3) cuyo movimiento capta el volumen de agua que pasa a través del medidor, luego el movimiento de la turbina es transmitido mediante una transmisión magnética (2) directamente al registrador extra seco (4) sin necesidad de algún engranaje inmerso en el agua.

El giro de la turbina, es proporcional al volumen de agua que está circulando a través del instrumento. El registrador (4) incorpora el transductor que convierte e interpreta la señal de giro de la turbina en unidad de volumen y expresa el consumo en términos numéricos de [m³].



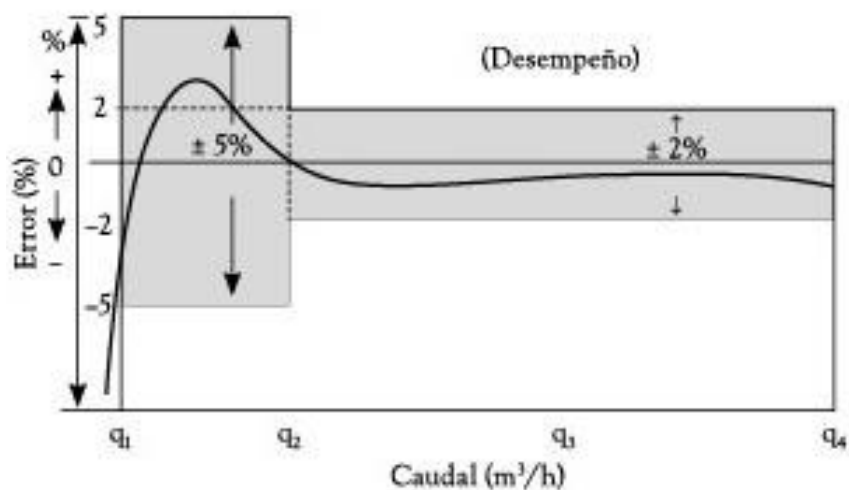
Fuente: www.scielo.org.co

Figura 2-3: Funcionamiento del medidor de agua potable

2.2.1.2. Dimensionado y selección de medidores de agua potable

Dado que se trata de un instrumento de medición, se deben tener en cuenta una serie de condiciones al momento de la selección del medidor de agua potable adecuado a la instalación sanitaria.

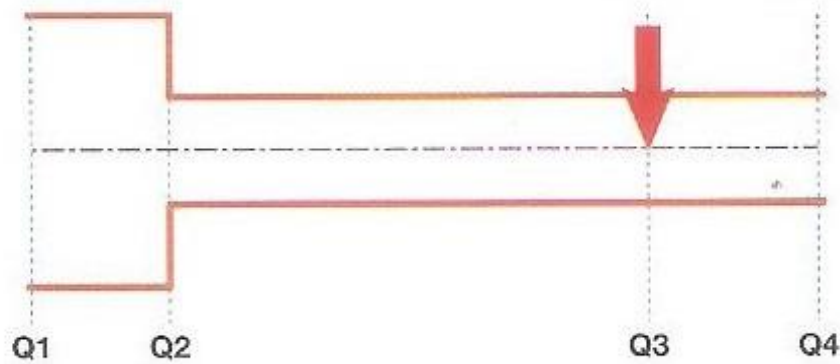
Los parámetros bajo los cuales un medidor de agua potable puede operar de forma adecuada, cumpliendo su vida útil y la exactitud en el registro de consumo, está representado por el siguiente gráfico de “Curva característica del medidor de agua potable” e indica los caudales de operación y el rango para el cual el medidor seleccionado tiene mayor sensibilidad y menor error en las mediciones.



Fuente: www.scielo.org.co

Figura 2-4: Curva característica de funcionamiento del medidor de agua potable

Para seleccionar adecuadamente un medidor de agua potable, lo primero que se debe considerar es el caudal nominal o permanente de agua en el cual debe operar, dato que depende de la instalación sanitaria y los artefactos que deben ser alimentados. Se expresa en metros cúbicos por hora (m^3/h) cuya denominación será Q3.



Fuente: Folleto dimensionado y selección de medidor de agua Itrón Chile 2016.

Figura 2-5: Selección y dimensionado de medidor de agua potable, caudal nominal

De los valores exactos o aproximaciones que puede adoptar el caudal nominal (Q3) se encuentran contenidos en la siguiente tabla.

Tabla 2-1: Selección y dimensionado de medidor de agua potable, caudal nominal

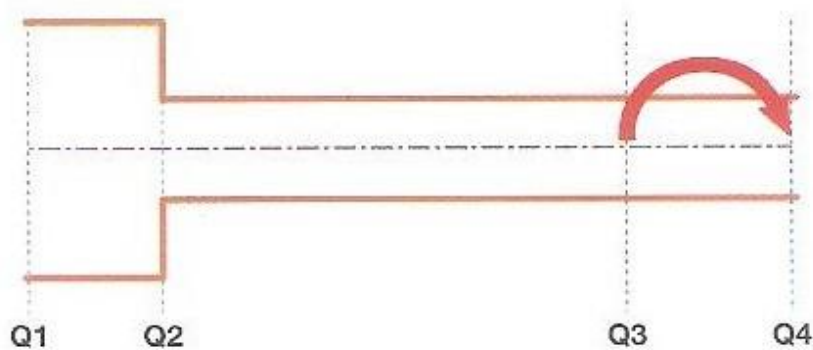
Valor de Caudal nominal o permanente "Q3" en [m^3/h]				
1	1,6	2,5	4	6,3
10	16	25	40	63
100	160	250	400	630
1000	1600	2500	4000	6300

Fuente: Folleto dimensionado y selección de medidor de agua Itrón Chile 2016.

Una vez identificado el caudal nominal (Q_3), se debe considerar el caudal máximo o de sobrecarga, cuya denominación será Q_4 expresado en $[m^3/h]$, que es el caudal necesario para alimentar todos los artefactos de la instalación simultáneamente, y que corresponde al caudal mayor permitido en que el medidor puede trabajar por corto periodo de tiempo y sin sufrir un desgaste excesivo de las partes móviles, lo que acorta la vida útil del instrumento y presenta pérdidas de carga menor o igual a 1 [bar].

La obtención del caudal máximo (Q_4) se obtiene del producto del caudal nominal (Q_3) por un factor establecido igual a 1,25.

$$Q_4 = Q_3 \times 1.25$$

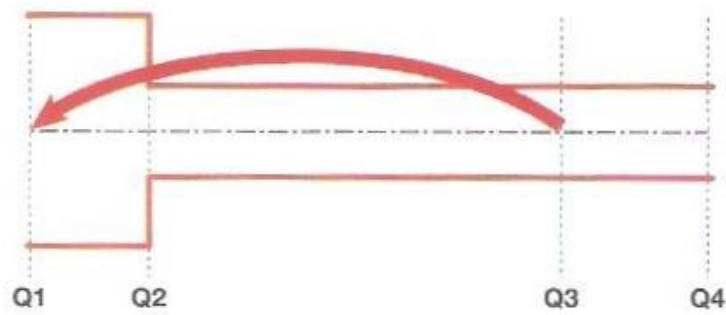


Fuente: Folleto dimensionado y selección de medidor de agua Itrón Chile 2016.

Figura 2-6: Selección y dimensionado de medidor de agua potable, caudal máximo

El tercer paso para la selección del medidor, corresponde a establecer Rango (R) que es un valor expresado en $[m^3/h]$, que se obtiene a partir de la operación

$$R = Q_3 / Q_1.$$



Fuente: Folleto dimensionado y selección de medidor de agua Itrón Chile 2016.

Figura 2-7: Selección y dimensionado de medidor de agua potable, rango

Los posibles valores del rango (R), están contenidos en la siguiente tabla.

Tabla 2-2: Selección y dimensionado de medidor de agua potable, valores de rango

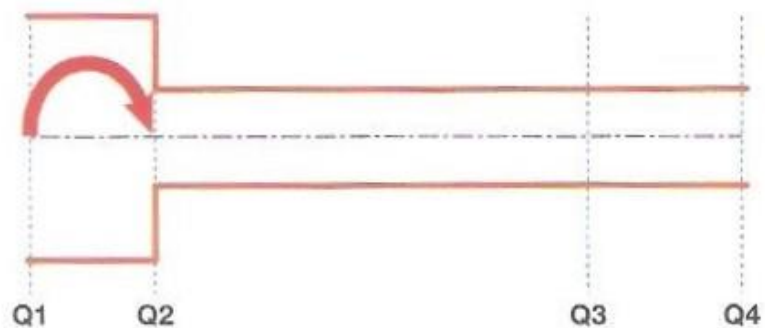
Valor de "R" en [m ³ /h]									
10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
100	125	160	200	250	315	400	500	630	800

Fuente: Folleto dimensionado y selección de medidor de agua Itrón Chile 2016.

Por último, se debe calcular el valor del Régimen de flujo de transición "Q2", Régimen de flujo comprendido entre Q3 y Q1, que divide el rango de flujo en dos zonas, la "zona superior" y la "zona inferior"; cada una caracterizada por su propio error máximo tolerado.

El caudal de transición "Q2" se encuentra por la siguiente formula:

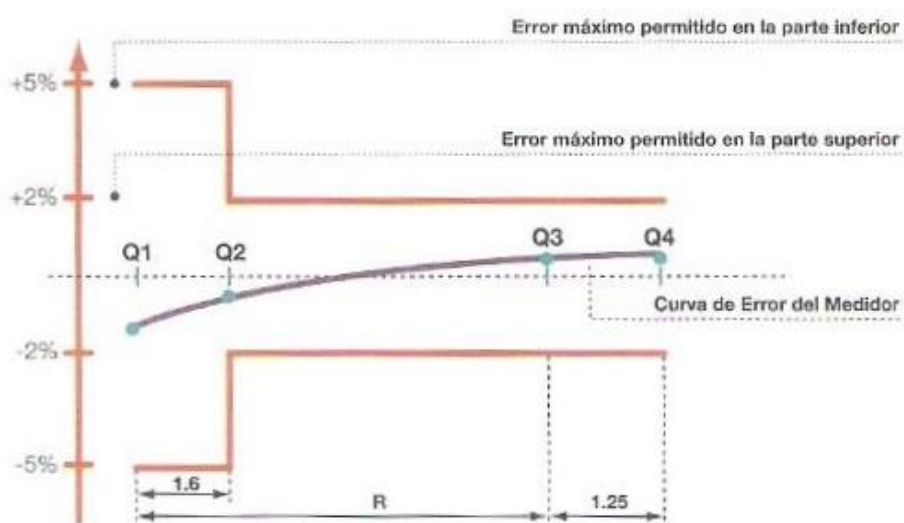
$$Q2= Q1 \times 1.6$$



Fuente: Folleto dimensionado y selección de medidor de agua Itrón Chile 2016.

Figura 2-8: Selección y dimensionado de medidor de agua potable, caudal de transición

De esta manera se realiza la Curva característica de un medidor de agua potable y sirve para la determinar la dimensión del medidor, de acuerdo a las condiciones de operación y funcionamiento.



Fuente: Folleto dimensionado y selección de medidor de agua Itrón Chile 2016.

Figura 2-9: Selección y dimensionado de medidor de agua potable, curva característica

2.2.1.3. Medidor de agua pre-equipado compatible con sistema WaterMind

El medidor de agua potable, para ser compatible con el sistema WaterMind debe ser pre-equipado, el cual tiene en su registrador un mecanismo para acoplar un módulo emisor, para fines de transmitir pulsos en relación al volumen.

El sistema acepta medidores de otras marcas (no Itrón), pero solo utilizando medidores Itrón, es posible obtener todas las funciones del sistema.



Fuente: Portafolios de equipos de medición Itrón Chile 2015.

Figura 2-10: Medidor pre-equipado Itrón con emisor de pulsos adosado

Para determinar el volumen y sentido de flujo de agua que pasa a través del medidor, se utilizan tres bobinas las cuales son cubiertas y descubiertas por la rotación de la placa no magnetizable “Cyble Tarjet, lo cual es detectado por Módulo de interfase con el medidor “Cyble Sensor”



Fuente: Portafolios de equipos de medición Itrón Chile 2015.

Figura 2-11: Medidor de agua pre-equipado

2.2.2. Módulo de interfase con el medidor “Cyble Sensor”

El módulo de interfase “Cyble Sensor” que es compatible con los medidores Itrón, va montado de manera compacta en el registrador del medidor de agua potable pre-equipado. Su función consiste en comunicar el consumo registrado por el medidor de agua potable y el analizador WaterMind. Es completamente electrónico y sellado, por lo que no sufre desgaste de partes móviles y permite operar en pozos inundados, ya que cuenta con un índice de protección IP68, protección total contra la penetración de cualquier cuerpo sólido y protección contra inmersión continua (ver anexo A: Tabla índice de protección) .



Fuente: Portafolios de equipos de medición Itrón Chile 2015.

Figura 2-12: Unidad interfase “Cyble Sensor”

Las principales características funcionales se expresan en la siguiente tabla.

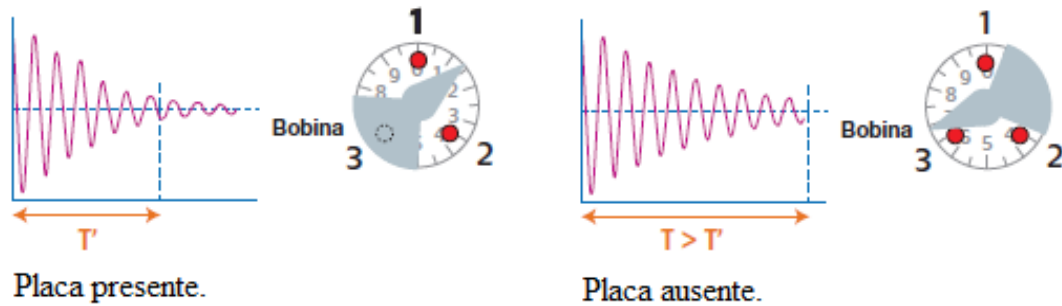
Tabla 2-1: Características funcionales interfase " Cyble Sensor"

Alimentacion electrica.	D.C.
Corriente max. [mA]	100
Tensión max. [V]	30
Potencia max.[W]	1
Bateria interna.	Litio
Vida bateria. [años]	12
Longitud de cable. [m]	5
Dimensión de cable [mm]	6,6x2,3
Diametro cable conductor. [mm]	0,9
Temperatura de trabajo minima [°C]	-10
Temperatura de trabajo maxima [°C]	55

Fuente: Portafolios de equipos de medición Itrón Chile 2015.

2.2.2.1. Funcionamiento del módulo de interfase “Cyble Sensor”

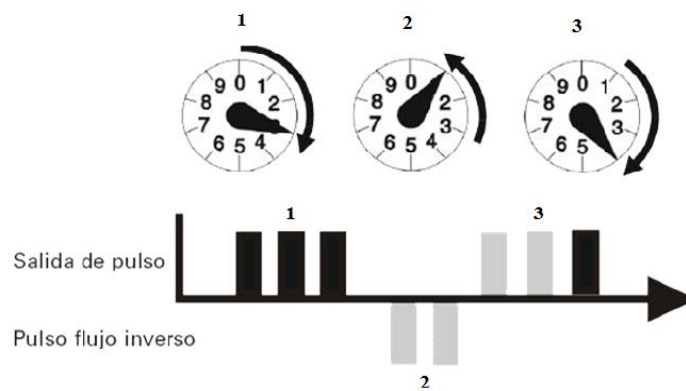
El módulo de interfase “Cyble Sensor” detecta la rotación de la platina “Cyble Target” que incorpora el medidor de agua. A partir del ancho de pulso y la secuencia con que las bobinas son cubiertas el “Cyble Sensor” detecta el sentido del flujo y la cantidad de agua que pasa a través del medidor de agua potable.



Fuente: Portafolios de equipos de medición Itrón Chile 2015.

Figura 2-13: Generación de pulsos a partir de la rotación de la platina “Cyble Target”

Los pulsos de volumen para flujo inverso, se compensan por idénticos número de flujo directo antes de continuar con pulsos en la salida.



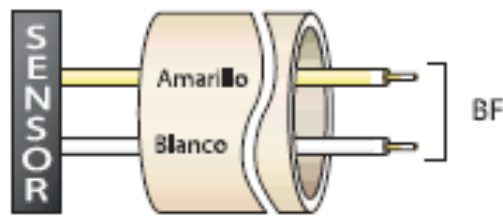
Fuente: Portafolios de equipos de medición Itrón Chile 2015.

Figura 2-14: Generación de pulsos balanceados según el sentido de flujo

2.2.2.2. Conexión de módulo interfase con el medidor “Cyble Sensor”

Existen dos variantes del módulo interfase “Cyble Sensor”, las cuales se diferencian por las funciones y su respectivo cableado hacia el analizador WaterMind, pudiendo encontrar una unidad interfase de dos cables, con funciones de contador básico y la unidad interfase de cinco cables que presenta funciones de control avanzadas.

La conexión de dos cables, es bastante sencilla, cuyos cables no están sujetos a polaridad y donde la señal de salida equivale a un contacto libre potencial.



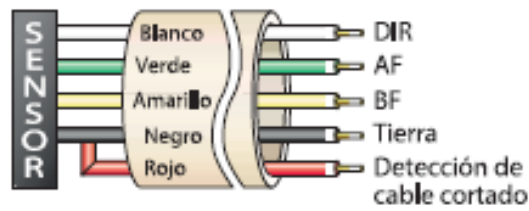
» 2-hilos

Fuente: Portafolios de equipos de medición Itrón Chile 2015.

Figura 2-15: Unidad interfase de dos cables

- Cable blanco y amarillo: Salida sin polaridad de baja frecuencia, la cual posee un factor de compensación donde los retornos de agua y las vibraciones de la tubería no generen ningún impulso.

Para el caso de la conexión de cinco cables, es posible acceder a todas las funciones que el sistema ofrece. A diferencia de la conexión de dos cables, se debe respetar la polaridad de los cables:



» 5-hilos

Fuente: Portafolios de equipos de medición Itrón Chile 2015.

Figura 2-16: Unidad interfase de 5 cables

- Cable blanco (DIR): Indica que la señal corresponde a un sentido correcto o inverso del caudal.
- Cable Verde (AF Alta frecuencia): Detecta la rotación de la platina incorporada en el medidor de agua pre-equipado, donde envía un pulso por cada revolución de dicha platina. La señal permanece activa siempre que exista un caudal, independiente de su sentido de flujo.
- Cable amarillo (BF baja frecuencia): Señal compensada, para que los retornos de agua y las vibraciones de la tubería no generen ningún impulso.
- Cable Negro (Tierra) y rojo: Utilizado para la detección de cable cortado y remoción de modulo del registrador del medidor.

2.2.3. Analizador WaterMind

Es un dispositivo electrónico que se conecta a un medidor mediante un módulo interfase “Cyble Sensor” para analizar el caudal y el consumo en tiempo real. Entrega automáticamente un paquete de datos diarios a un servidor para describir el comportamiento de consumo sobre el túnel metrológico de la marca y modelo del medidor analizado. Se comunica como un teléfono celular y para ello incorpora una SIM Card de compañía y su correspondiente número de móvil. Es capaz de generar en forma autónoma alarmas instantáneas ante eventos programados, como la detección flujo inverso, la remoción o corte de cable para el módulo “Cyble Sensor”, la detección de un flujo máximo, y el no consumo (medidor detenido).

Dependiendo de los requerimientos es posible conectar más de un medidor con su respectivo módulo de interfase a un mismo analizador.



Fuente: Portafolios de equipos de medición Itrón Chile 2015.

Figura 2-17: Vista exterior frontal del Analizador WaterMind

El Analizador WaterMind posee un índice de protección (IP) 65, es decir, protección total contra la penetración de cuerpos sólidos y protección chorros de agua en cualquier dirección, (ver anexo A: Tabla índice de protección), además de lo anterior no debe exponerse al sol y al agua de manera directa.

Las características constructivas exterior son las siguientes:

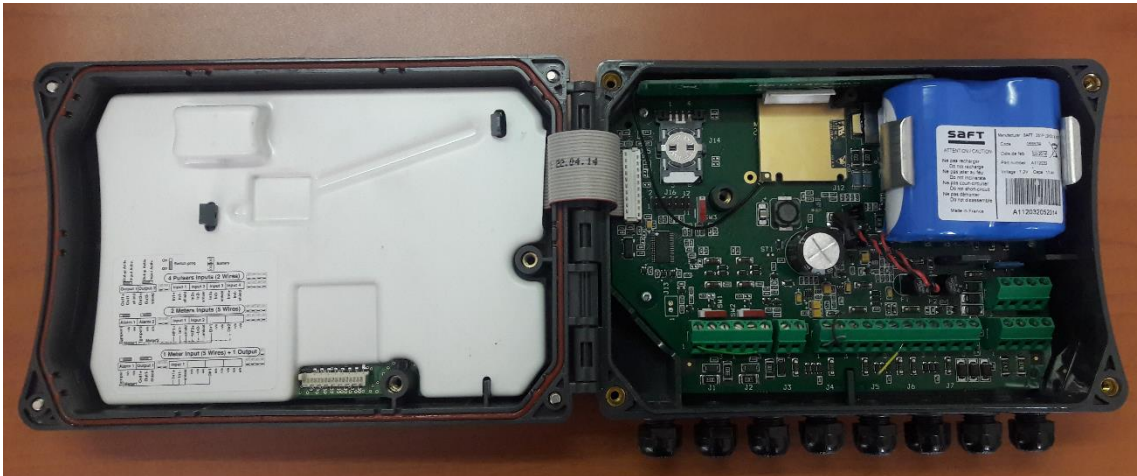
Tabla 2-1: Características constructivas exterior Analizador WaterMind

Material caja	Policarbonato
Largo [cm]	22,2
Ancho [cm]	8,6
Alto [cm]	14,5
Peso [Kg]	1,5
Indice protección	IP 65
Temperatura min. [°C]	-20
Temperatura max. [°C]	55

Fuente: Portafolios de equipos de medición Itrón Chile 2015.

2.2.3.1. Elementos del Analizador WaterMind

El recipiente contenedor del Analizador WaterMind se compone de dos partes unidas a través de cuatro pernos de sujeción. Es importante conocer los elementos constituyentes de este componente, para así entender la manera cómo funciona y se configura para las diferentes aplicaciones posibles.

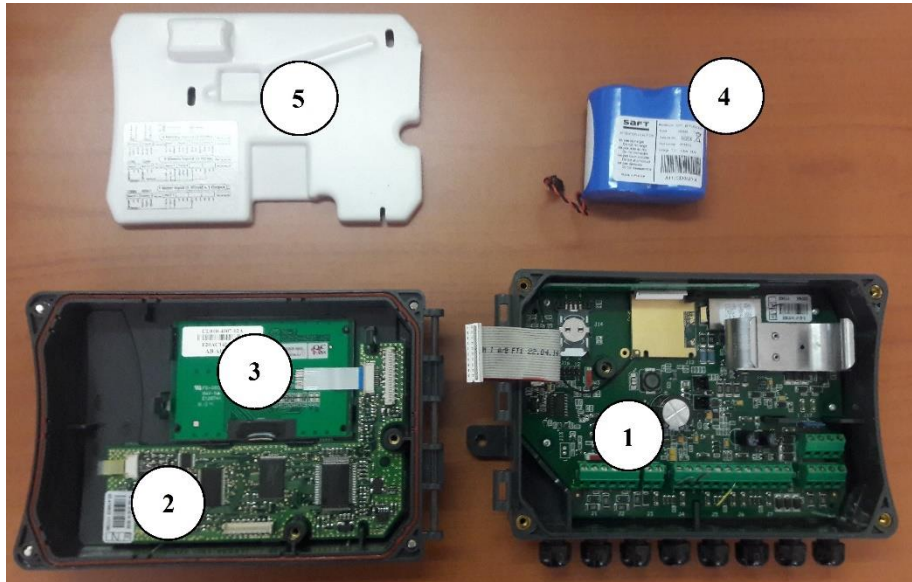


Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 2-18: Vista interior del Analizador WaterMind

Los elementos constituyentes del Analizador WaterMind son los siguientes:

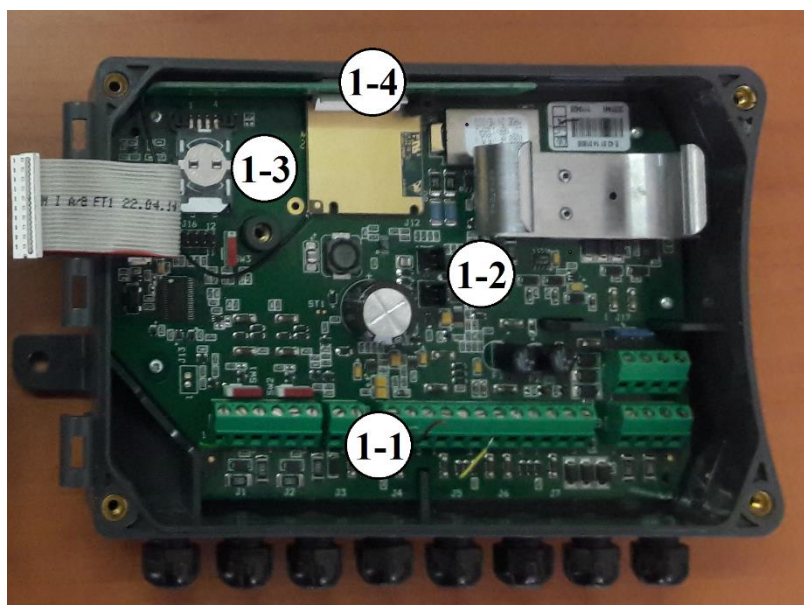
1. Micro controlador para comunicaciones (tarjeta de comunicaciones).
2. Micro controlador o CPU principal.
3. Display LCD para navegación por teclado.
4. 2 baterías tipo D de litio (13000mAh/3.6V)
5. Cubierta micro controlador de comunicaciones y display LCD. Que incorpora el mapa de conexión según el tipo de instalación



Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 2-19: Vista componentes del Analizador WaterMind

En la placa Micro controlador para comunicaciones (detalle 1 imagen 2-19), va insertada la SIM Card de celular, que permite la transmisión de datos y comunicación usuario-equipo analizador. Esta tarjeta incorpora los puertos o terminales de entrada y salida para los elementos conectados (módulo interfase con el medidor), teniendo además la función de distribuir la energía eléctrica de las dos baterías de litio a los restantes componentes electrónicos para su funcionamiento.



Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 2-20: Tarjeta micro controlador para comunicaciones Analizado WaterMind

Detalle tarjeta micro controlador para comunicaciones

- 1-1 Puertos conectores de entrada y salida de los componentes conectados.
- 1-2 Puertos (2) de conector batería de litio tipo D.
- 1-3 Anclaje de SIM Card de celular para transmisión de datos y comunicación usuario-equipo.
- 1-4 Antena de comunicación integrada.

2.2.3.2. Protocolo de transmisión de datos y alarmas Analizador WaterMind

El Analizador WaterMind toma lectura de las condiciones de medición cada 15 minutos, es decir, realiza 96 registros a diarios y realiza una entrega de datos una vez al día. El paquete de datos, correspondiente al análisis total de las lecturas realizadas se envía automáticamente a una hora (programada) de la madrugada, ya que en esas horas existe menor cantidad de usuarios haciendo uso de la red, lo que aumenta la probabilidad de una transmisión exitosa. Además dependiendo del tipo de conexión puede enviar alarmas de medidor detenido, módulo de interfase desprendido, cable cortado, entre otros.

Para hacer posible la entrega de datos, el analizador WaterMind incorpora una tarjeta SIM, lo cual hace posible la transmisión de estados de consumo y alarmas vía SMS (servicio de mensajes cortos) y GPRS (servicio general de paquetes vía radio).

Para el caso de la transmisión de datos usando el protocolo GPRS, estos son recolectados por un servidor FTP (protocolo de transferencia de archivos) el cual permite la transferencia de archivos entre sistemas interconectados o enlazados a internet. Lo anterior hace posible que un equipo “cliente” se pueda conectar a un servidor para descargar archivos desde él o para enviarle archivos, independiente del sistema operativo utilizado en cada equipo.

Por otra parte para el caso de comunicación a través del protocolo SMS el mensaje es recibido por un modem GSM (sistema global para comunicación móvil), el cual envía y recibe datos a través de ondas de radio. El modem GSM puede verse como un teléfono celular al cual se le ha adaptado una interfaz serial, con el propósito de ser manejado a través de un computador. El modem GSM puede realizar enlaces para la transmisión de voz, fax, datos, comunicación por internet y SMS. El modem GSM se conecta a un computador mediante un cable serial RS232 o un cable USB.

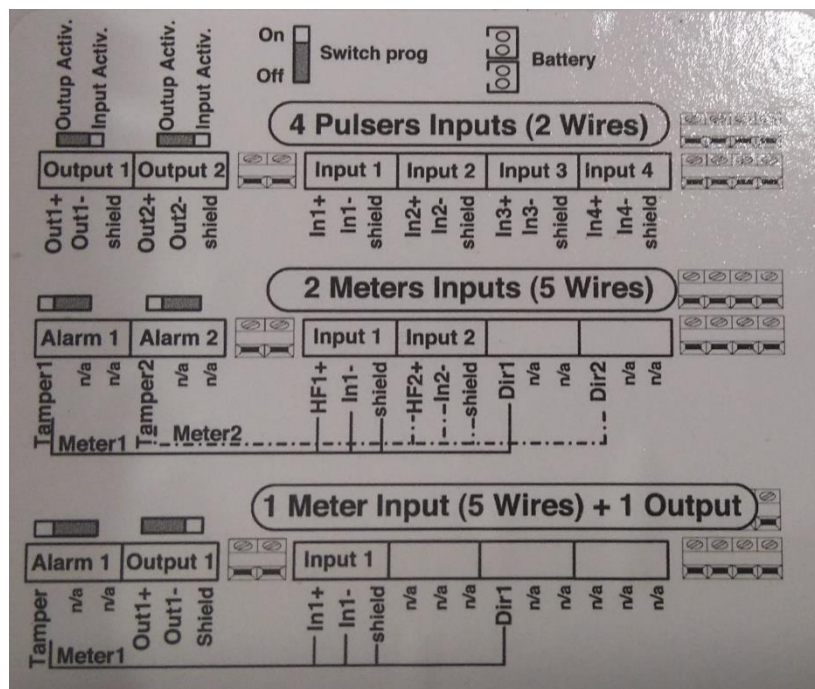
2.2.3.3. Configuración de las entradas al Analizador WaterMind

Existen tres posibles configuraciones de las entradas para el Analizador WaterMind dependiendo de lo requerimiento del usuario:

- 4 Entradas módulos de interfase con el medidor de 2 cables.
- 2 Entradas módulos de interfase con el medidor de 5 cables.
- 1 Entrada módulos de interfase con el medidor de 5 cables + 1 Salida

Antes de hacer cambios en la configuración de los equipos o conectar los elementos de entrada, se debe apagar el equipo y retirar el conector de la batería.

Las configuraciones posibles se indican en la cubierta del micro controlador de comunicaciones



Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 2-21: Mapa de conexiones incorporado en la cubierta

Para seleccionar o cambiar la configuración, basta con mover los switch 1 y 2 de la tarjeta micro controlador para comunicaciones.

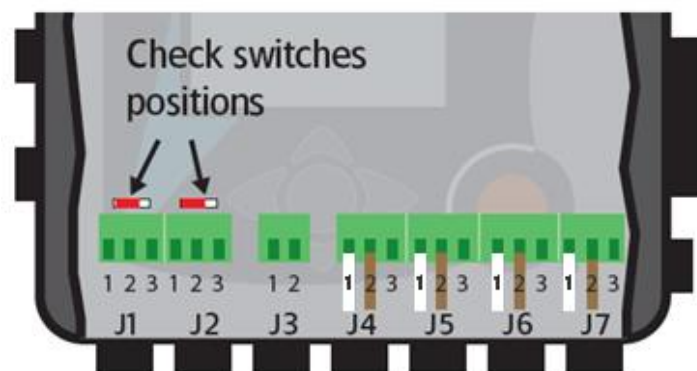


Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 2-22: Ubicación de los switch 1 y 2 para la configuración del Analizador

Para seleccionar la opción de cuatro entradas de módulos de interfase con el medidor de dos cables, la posición de los switch uno y dos serán hacia la izquierda, visto de frente.

La imagen además indica el código de colores para la conexión de los módulos.

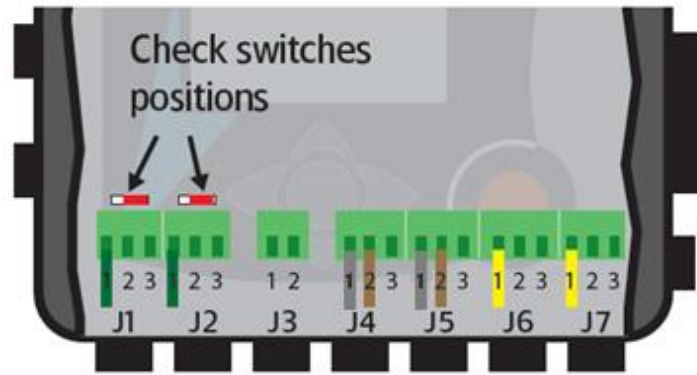


Fuente: Presentación Esval 2015 Itrón Chile.

Figura 2-23: Posición de los switch para configuración cuatro entradas

La opción de conectar dos entradas de módulos de interfase con el medidor de cinco cables, se selecciona moviendo los switch uno y dos hacia la derecha, visto desde frente.

La imagen muestra el código de colores a seguir para la correcta conexión. Para esta conexión el cable de color blanco no se utiliza.



Fuente: Presentación EsvaI 2015 Itrón Chile.

Figura 2-24: Posición de los switch para configuración dos entradas

2.2.4. Servidor WaterMind

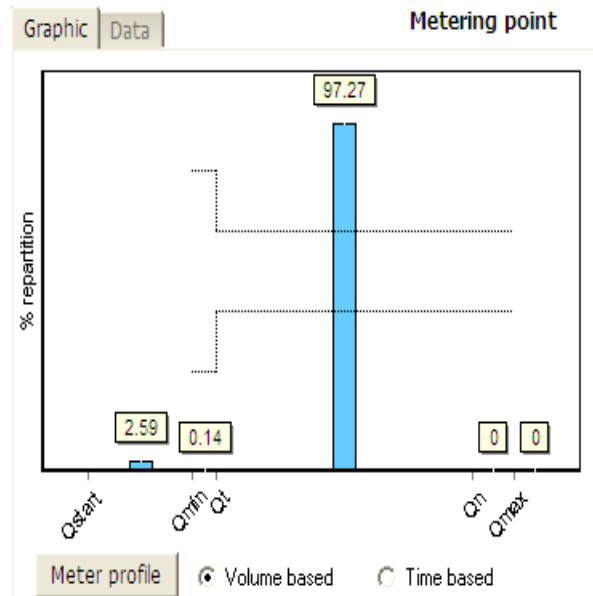
Registra la instalación de los analizadores en campo, recibe la información, la presenta, la administra, y la exporta para el uso de otros sistemas.

2.2.4.1. Opciones de análisis del Sistema

El sistema distribuye en forma automática el volumen para identificar la evolución del consumo o el envejecimiento por desgaste del medidor. Entre más días de datos acumulados mejores conclusiones se pueden sacar.

Se puede realizar análisis basándose en el volumen o en el tiempo.

- Análisis basados en el volumen: El cálculo para un período está basado a partir del volumen consumido en función del volumen total y de los tramos de caudal definidos en el perfil del medidor.

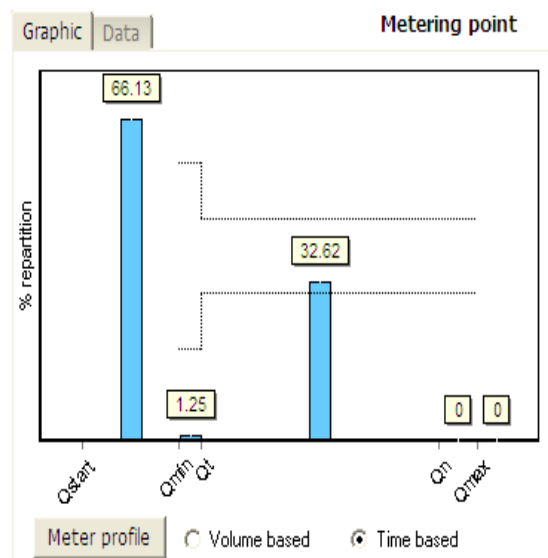


Fuente: Presentación Esva 2015 Itrón Chile.

Figura 2-25: Análisis basados en el volumen

Considerando sólo la repartición basada en el volumen podríamos concluir que el 97% del volumen se consume en el rango de mayor precisión del medidor.

- Análisis basados en el tiempo: El cálculo para un período está basado en el tiempo en que el medidor trabaja en determinados tramos de caudal en comparación al tiempo total de operación.



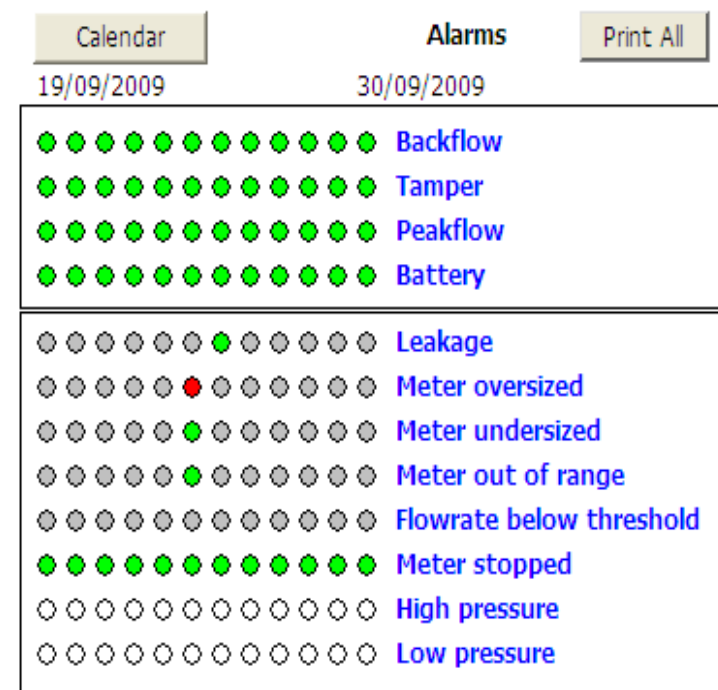
Fuente: Presentación Esva 2015 Itrón Chile.

Figura 2-26: Análisis basado en el tiempo

El mismo medidor pero considerando ahora una repartición basada en el tiempo, permite concluir que un 66% del tiempo el medidor opera en los tramos de menor precisión.

Otra herramienta que el sistema ofrece permite ver el estado de las alarmas, sinónimo de una anomalía en la instalación o en los equipos de medición. Las alarmas se clasifican en dos grupos: alarmas instantáneas y alarmas periódicas.

- Alarmas Instantáneas: El sistema alerta de manera instantánea (sujeto a disponibilidad de red) las alarmas de: Flujo inverso, intervención, flujo máximo y batería.
- Alarmas periódicas: El sistema alerta de manera periódica (sujeto a programación) las alarmas de: flujo continuo (posible fuga), medidor sobre-dimensionado, medidor sub-dimensionado, medidor fuera de rango, medidor sin consumo (detenido)



Fuente: Presentación Esva 2015 Itrón Chile.

Figura 2-27: Alarmas diarias y periódicas registradas

2.3. CONDICIÓN DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS

Para efecto del presente estudio, se identifican las siguientes condiciones críticas de instalaciones sanitarias en donde deben operar los equipos constituyentes del sistema WaterMind y que resultan relevantes al momento de planear la implementación e instalación de dicho sistema.

- Ambiente de la red de distribución y equipo de medición.
- Ubicación geográfica, acceso a la red de agua y equipo de medición.
- Entorno y perturbaciones de la red de distribución de agua y equipo de medición.
- Relevancia de la red de instalación sanitaria.

2.3.1 Condición ambiental de la red de distribución y equipo de medición

Según el ambiente de la instalación sanitaria, encontrando dos condiciones relevantes, que se indican a continuación.

2.3.1.1. Condición de ambiente aislado seco

La instalación es de relativo encuentra libre de humedad y agua, las condiciones no favorecen la condensación de agua y se encuentra resguardado del clima exterior.



Fuente: Registro fotográfico departamento de soporte técnico Itrón Chile.

Figura 2-28: Instalación sanitaria ambiente seco

2.3.1.2. Condición ambiente expuesto húmedo y mojado

Se considera aquellas instalaciones con cierto grado de inundación o susceptible a inundar en forma total o parcial, expuestas de manera directa a las condiciones climáticas, además se considera aquellas instalaciones en donde exista o favorezca la presencia de vapor de agua y conservación de la humedad.



Fuente: Registro fotográfico departamento de soporte técnico Itrón Chile.

Figura 2-29: Instalación sanitaria ambiente húmedo y mojado

2.3.2. Ubicación geográfica y acceso a la red de agua y equipo de medición

Debido a la dificultad de acceso de algunas instalaciones, dado las condiciones de ubicación geográfica y otras propias de la disposición de la instalación, este punto identifica dos posibles condiciones.

2.3.2.1. Instalación de fácil acceso

Corresponde a aquella instalación donde el acceso es relativamente fácil, que no requiere de permiso/autorización por parte de terceros (propiedad privada) y se puede llegar utilizando el equipo normal de herramientas y equipo de traslado.

2.3.2.2. Instalación de acceso de dificultad moderada- alta y restringido

Son aquellas en donde el acceso a la instalación y los equipos de medición de consumo, son limitados, requiere de permisos o equipos adicionales al normal utilizado por parte de la empresa sanitaria correspondiente.



Fuente: Registro fotográfico departamento de soporte técnico Itrón Chile.

Figura 2-30: Instalación sanitaria con dificultad de acceso

2.3.3. Entorno y perturbaciones de la red de distribución de agua y equipo de medición

Para esta condición, se define como perturbación a toda alteración del ciclo de trabajo normal de la red de suministro o del equipo de medición, cuya fuente de origen puede ser humana, animal u objetos.

2.3.3.1. Entorno aislado y libre de perturbaciones

Para esta condición, la ubicación del equipo medidor de agua se encuentra aislada de las perturbaciones, es decir, en un espacio con cierto grado de aislación que lo protegen de las posibles perturbaciones mencionadas.

2.3.3.2. Entorno abierto, susceptible a perturbaciones

A diferencia de la condición anterior, para este caso el equipo medidor se encuentra en un ambiente donde puede sufrir perturbaciones que alteran su ciclo normal de trabajo o que provoca alteraciones en el proceso de medición.

2.3.4. Relevancia de la red de la instalación sanitaria

2.3.4.1. Red no crítica, baja relevancia

Si la red de suministro es redundante, es decir, que se dispone de redes de agua potable de reemplazo o sustitutas en caso de alguna anormalidad o emergencia que comprometa el suministro.

Si los elementos conectados a la red no son críticos o indispensables para el cliente o usuario final.

Si la magnitud del consumo no representa una cifra significativa o relevante a la empresa de distribución de agua.

2.3.4.2. Red crítica, media- alta relevancia

Contrario a lo anterior, la red crítica se identifica como aquella en donde no se encuentra una red sustituta en caso de anormalidad o emergencia, los elementos conectados son indispensables para el cliente o usuario final o bien la magnitud del consumo representa una cifra significativa a la empresa de distribución.

2.4. LIMITACIÓN PARA IMPLEMENTAR SISTEMA WATERMIND

La limitación principal de implementar el Sistema WaterMind en las instalaciones sanitarias, es la manipulación indebida (vandalismo) por parte de personas ajenas al proceso, la sensibilidad a la humedad y exposición al entorno del equipo “Analizador WaterMind” lo que constituye una importante limitación considerando las condiciones de la mayoría de las instalaciones. A partir de estas limitaciones se debe idear una solución técnica que permita a los equipos, constituyentes del sistema, operar en las condiciones de las instalaciones sanitarias manteniendo los costos y los aspectos funcionales.



Fuente: Fotografía tomada en visita a terreno Esval Viña del Mar

Figura 2-31 : Presencia de agua al interior del contenedor del Analizador WaterMind



Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 2-32: Interior equipo Analizador afectado por la humedad

**CAPÍTULO 3: RESPUESTA/SOLUCIÓN A LIMITACIONES, ELABORACIÓN DE
PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE MONITOREO REMOTO A
GRANDES CONSUMIDORES DE AGUA POTABLE**

3. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE MONITOREO REMOTO A GRANDES CONSUMIDORES DE AGUA POTABLE.

3.1. RESPUESTA/SOLUCIÓN A LA LIMITACIÓN PARA IMPLEMENTAR SISTEMA WATERMIND

Dada las condiciones de las instalaciones y limitaciones del entorno, se debe idear una protección que aisle y permita operar al equipo Analizador constituyente del Sistema WaterMind presentes en las instalaciones sanitarias. Para hacer esto posible es necesario cumplir con una serie de requerimientos técnicos, los cuales se exponen a continuación:

- Resguardar los equipos constituyentes del sistema WaterMind de la manipulación indebida y vandalismo que puedan sufrir a manos de personas ajenas al proceso.
- Proteger los equipos Analizador WaterMind de las posibles perturbaciones, condensación de vapor de agua y excesos de humedad presentes en las instalaciones sanitarias.
- Cumplir con la fachada y estética de una instalación de nivel profesional.
- Mantener los costos de las instalaciones en los márgenes presupuestados, debe ser económicamente rentable su implementación, instalación, almacenamiento y mantención en el tiempo.
- La solución a utilizar, debe ser relativamente fácil de adquirir, almacenar y se debe contar con proveedores fijos que respalden una reserva estable.

Para cumplir con lo solicitado y basándose en los objetivos mencionados en el punto anterior, se determina que no es posible satisfacer simultáneamente con una aislación del entorno y ambiental (humedad y condensación de vapor de agua al interior de los equipos). Es por ello que para cumplir con la función, mantener estética, los costos de implementación y almacenamiento, se debe de implementar dos protecciones lo cual da paso a lo siguiente:

- Protección contra perturbaciones del entorno
- Protección contra condiciones ambientales de las instalaciones

3.1.1. Protección contra perturbaciones del entorno

El equipo Analizador constituyente del sistema WaterMind, tal como se mencionó anteriormente, no debe sufrir perturbaciones durante su funcionamiento, entendiéndose por perturbación, cualquier movimiento, manipulación u alteración durante el ciclo normal de trabajo. Así mismo la fuente de esta considera origen humano, animal u objetos.

Para este punto la solución más eficaz y comprobado es utilizar tablero metálico para uso eléctrico con cerradura, la aplicación requerida en específico el modelo RC-432, cuyo proveedor es la empresa Ramek.



Fuente: Ramek.cl

Figura 3-1: Tablero metálico doble puerta con cerradura

Tabla 3-1: Especificaciones tablero metálico RC-432

Proveedor.	Ramek.
Contacto.	Calle Limache 3847, Barrio Industrial El Salto Viña del Mar
	Fono: (32) 2630141 Fax: (32) 26311768
	Mail: ventas@ramek.cl
Dimensiones.	400x300x200 [mm] (largo x alto x ancho); espesor 1.2 [mm]
Índice de protección.	IP55; protección ante el polvo y chorros de agua.
Generalidades.	Tableros metálicos para uso eléctrico
	Color: RAL-7032 (gris-beige)
	Perforaciones en posterior para fijación a muro.
	Bisagras ocultas (no visibles desde exterior)

Fuente: Ramek.cl

Para el resguardo del equipo Analizador basta con instalar el tablero metálico indicado y en su interior fijar el equipo.



Fuente: Fotografía tomada en visita Esva Viña del Mar.

Figura 3-2: Equipo Analizador WaterMind montado en tablero eléctrico

Los detalles de su implementación se verán en un punto posterior en este capítulo.

3.1.2. Protección contra ambiente de las instalaciones

Se han registrado fallas asociadas a la presencia de humedad al interior de los equipos Analizador WaterMind, aun estando contenidas dentro de un armario para artículos eléctricos. Debido al ambiente de las instalaciones sanitarias, con niveles de humedad y temperaturas extremas, se produce la condensación del vapor de agua contenido en el aire al interior de los equipos. Dicha condensación se deposita sobre los componentes electrónicos, produciendo cortocircuitos y alteración en los ciclos de funcionamiento que acortan la vida útil de la batería.

La protección seleccionada se aplica al interior del equipo “Analizador”, directamente sobre los componentes electrónicos sensibles a las condiciones de las instalaciones, de manera que se mantiene la presentación y aspecto exterior del equipo.

La limitación para una aplicación de protección interior, es el acceso a los componentes electrónicos, ya sea para reparaciones o bien cambios en la configuración del equipo, por lo tanto, el material a utilizar debe poder desprenderse y rellenarse con relativa facilidad.

Para cumplir con lo solicitado, se utiliza el “GEL REACCESIBLE DIELECTRICO TRANSPARENTE, MEPSOLARIS 1350” basado en un compuesto A+B de goma de silicona de viscosidad baja y color claro. Diseñado para el uso en la protección de los componentes electrónicos y de otros ensamblajes. Protege los componentes contra choques, vibración, humedad, material particulado entre otros. La claridad óptica del gel permite la identificación y seguimiento de los componentes en los ensamblajes electrónicos.



Fuente: www.mepsystem.cl

Figura 3-3: Gel reaccable, transparente compuesto A+B “Mepsolaris 1350”

Las características del gel reaccable “MepSolaris 1350, lo hacen el material ideal para lo requerido por la aplicación, destacando las siguientes:

- Transparencia que proporciona excelente resistencia a los rayos UV, permitiendo la transmisión máxima de la luz.
- Baja viscosidad la cual favorece el flujo alrededor de formas complejas.
- Proporciona resistencia contra la electricidad y los impactos.
- Curado total aun en secciones o ensamblajes profundos.
- La reacción y curado del gel MepSolari no desprende calor.
- Estabilidad hidrológica, que permite al gel MepSolari operar en ambientes de alta humedad y con altas y bajas temperaturas.

Tabla 3-1: Datos técnicos Gel MepSolari 1350

Proveedor	Empresa: MEP System Ltda.		
Contacto	Dirección: Padre Faustino Gazziero #2141, Independencia, Santiago Chile. Fono: 2-24572866 Web: www.mepssystem.cl		
Color	Claro/ Transparente		
Relación de mezcla: peso o volumen	1A : 1B		
	Norma	Valor	Unidad
Densidad	(ASTM D-1475)	0,99	g/cc
Tiempo uso a 23°C	(ASTM D-2471)	230	Min.
Tiempo de curado a 23°C		24	Hrs.
Dureza	(ASTM D-2240)	15	Shore A
Resistencia a la tensión	(ASTM D-412)	180	PSI
Módulo de elasticidad	(ASTM D-412)	25	PSI
Elongación de quiebre	(ASTM D-412)	290	%
Rango termico de uso		215/ -110	°C
Resistencia dielectrica	(ASTM D-149)	375	kV
Constancia dielectrica	(ASTM D-150)	2,8	a 1000 Hz
Factor de disipación	(ASTM D-150)	0,00	a 1000 Hz
Resistencia voluminosa	(ASTM D-257)	3,16 X 10 ¹⁵	Ohm/cm
Conductividad termal	(ASTM D-1461)	0,18	°C

Fuente: www.mepssystem.cl

Los detalles de aplicación e implementación se verán en un punto posterior en este capítulo.

3.2. PREPARACIÓN DE LOS EQUIPOS SECUENCIA Y RECURSOS NECESARIOS PARA INSTALAR EL SISTEMA DE MONITOREO REMOTO WATERMIND EN LAS INSTALACIONES SANITARIAS

Para que los equipos constituyentes del sistema WaterMind puedan operar correctamente y cumplir su cometido deben ser instalados correctamente, de tal manera que se asegure su funcionamiento, integridad y vida útil. Tal como se vio en el punto anterior (3.1.2) los equipos Analizadores se les deben aplicar el gel dieléctrico reaccable MepSolaris 1350 antes de ser instalados en terreno, lo cual se detalla a continuación.

3.2.1. Aplicación Gel MepSolaris 1350 sobre el Analizador WaterMind, previo a su instalación en terreno

Tal como se mencionó con anterioridad, es necesario proteger los componentes electrónicos que se encuentran al interior del equipo Analizador WaterMind. Esto se debe hacer antes de instalar el equipo en terreno.

Para obtener una protección efectiva contra los agentes ambientales, correcta manipulación y aplicación del producto gel dieléctrico reaccable MepSolaris 1350, se elabora el siguiente procedimiento, en el cual detalla los pasos a seguir para obtener el resultado esperado. Cabe mencionar, que dicho procedimiento se elabora a partir de experiencias y ensayos con el fin de respaldar su uso y efectividad.

3.2.1.1. Proporciones

Tabla 3-1: Proporciones gel MepSolaris 1350

APLICACIÓN		CANTIDAD [gr]
1	Recubrimiento tarjeta micro procesador 0.5 [cm] de alto (recipiente de 20 [cm] largo x 14 [cm] de ancho)	50 [g] compuesto A 50 [g] compuesto B
2	Recubrimiento tarjeta micro procesador para comunicaciones considerando una altura de 1.2 [cm]	90 [g] compuesto A 90 [g] compuesto B

Fuente: Ensayo realizado en departamento soporte técnico Itrón Chile

3.2.1.2. Equipo adicional

Balanza digital

Se utiliza una balanza cuyo rango de operación es de 0 a 1000 gramos, para obtener precisión en las proporciones de ambos compuestos del gel.

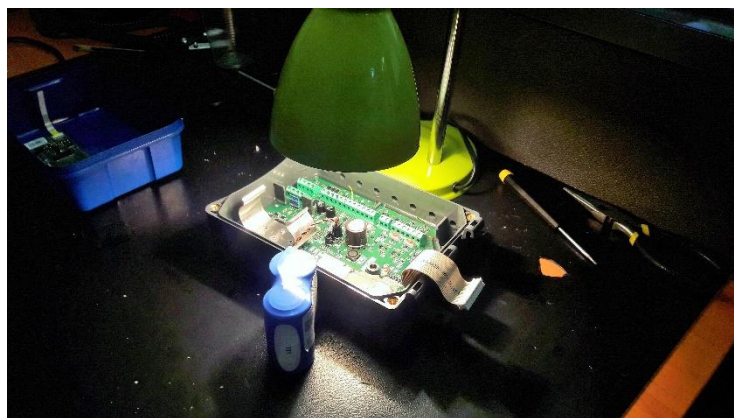


Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 3-4: Balanza digital utilizada

Fuente de calor adicional

Se utiliza una lámpara incandescente de 75[W] para acelerar el proceso de secado del gel MepSolari 1350 en la aplicación, obteniendo tiempos de sacado al tacto de alrededor de 4 horas aproximadamente.



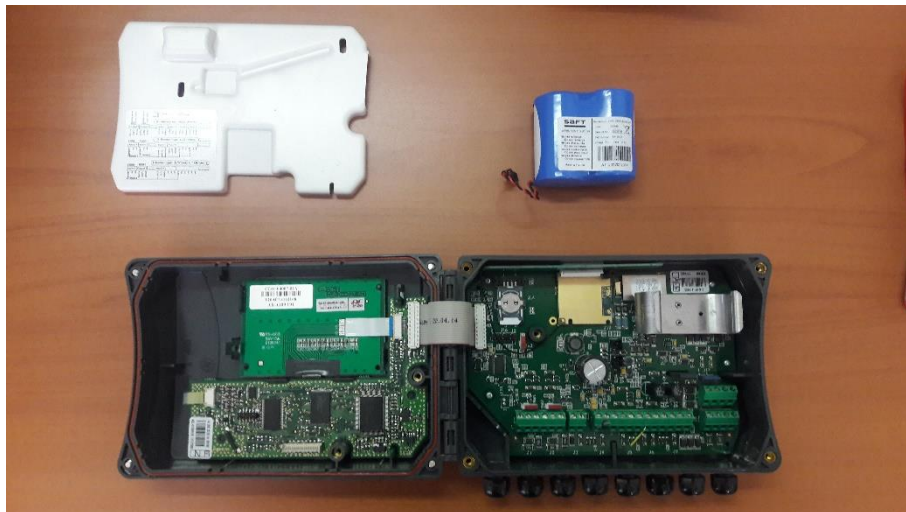
Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 3-5: Lámpara incandescente 75[W] utilizada durante el proceso

3.2.1.3. Preparación del equipo Analizador previo a la aplicación del gel reaccable MepSolari 1350

Paso 1

- Se debe acceder al interior del equipo Analizador WaterMind.
- Eliminar todo rastro de suciedad y humedad presente al interior del analizador WaterMind.
- Revisar configuración, correcto funcionamiento, insertar la tarjeta SIM en el analizador y realizar test SMS para comprobar correcto funcionamiento.
- Desconectar y retirar las baterías (2)



Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 3-6: Vista frontal acceso interior de equipo Analizador WaterMind

Paso 2

- Utilizando una balanza digital (se recomienda un rango de 0 a 1000 [g].), medir las porciones iguales de ambos compuestos (A+B) de gel MepSolaris 1350, según el volumen a cubrir (las porciones según aplicación se indican en proporciones).
- Combinar ambos compuestos y revolver hasta obtener una mezcla homogénea.
- Nota: El tiempo máximo entre que se realiza la mezcla de los compuestos y su aplicación debe ser menor a 180 [min] (puede variar según la condición de temperatura y humedad)

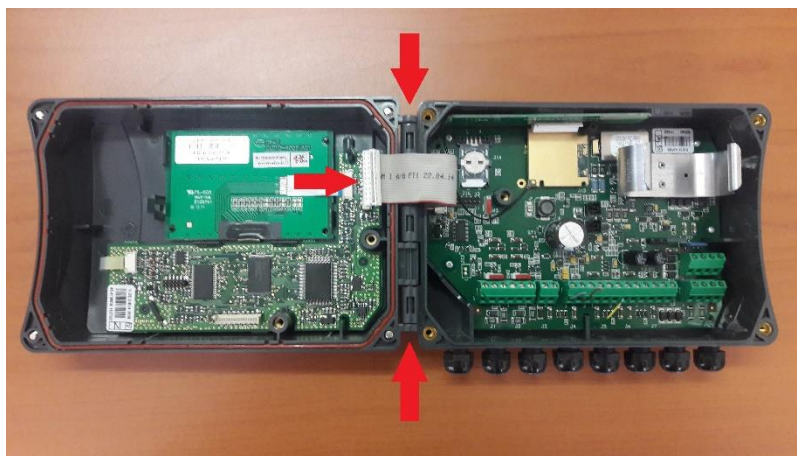


• Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 3-7: Proceso de medición de las porciones iguales de gel MepSolaris 1350.

Paso 3

- Retirar el conector IDC de la tarjeta micro procesador principal
- Separar la unidad Analizador WaterMind, haciendo presión sobre la articulación que las une.

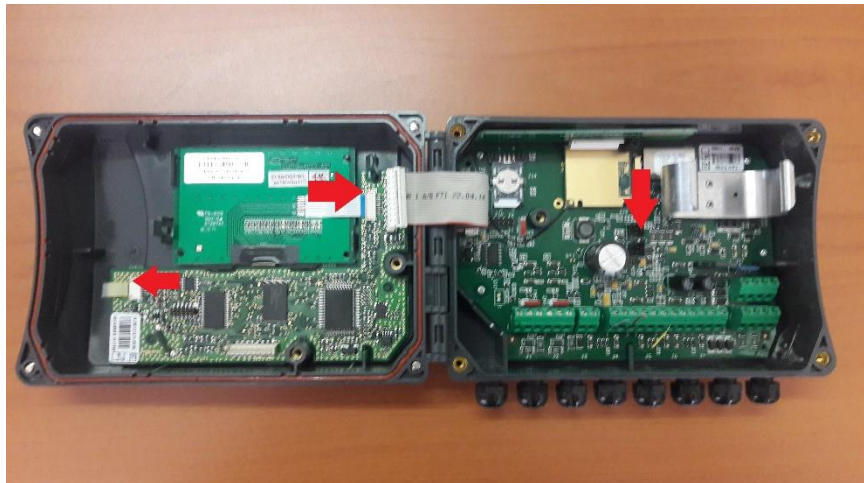


Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 3-8: Conector IDC y punto de presión en la articulación

Paso 4

- Insertar conectores temporales para los puertos de conexión de las baterías, conector IDC, conector del teclado y del monitor LCD, para evitar la cobertura no deseada.



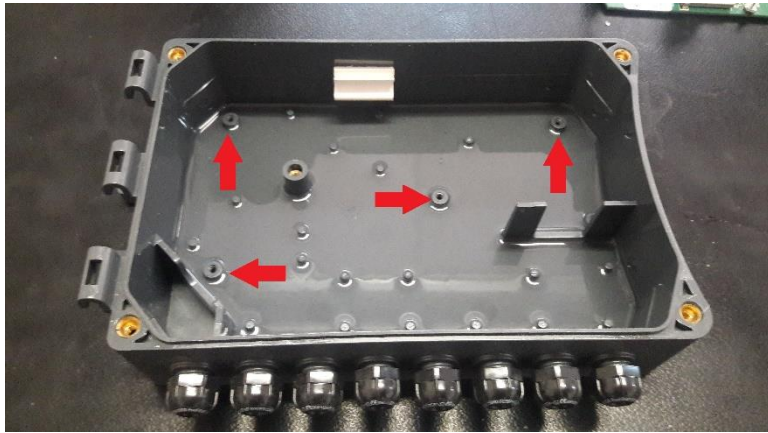
Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 3-9: Indicación para insertar conectores temporales

3.2.1.4. Aplicación de gel MepSolaris 1350 sobre la tarjeta de comunicación del Analizador WaterMind

Paso 1

- Retirar los tornillos que fijan la tarjeta de comunicaciones al recipiente contenedor del analizador y extraerla.
- Sobre el contenedor vaciar gel MepSolaris 1350 hasta un nivel próximo de los soportes de fijación de la tarjeta retirada.
- Finalizado el vaciado de gel, montar nuevamente la tarjeta de comunicaciones extraída.

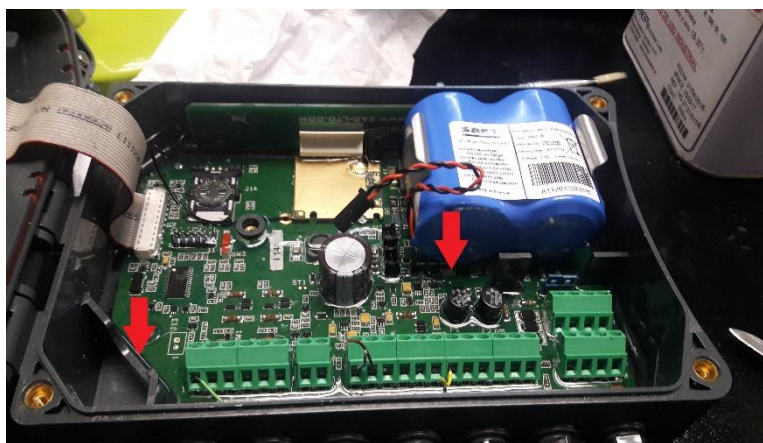


Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 3-10: Referencia para el vaciado sobre el contenedor

Paso 2

- Con la tarjeta de comunicaciones nuevamente en su lugar, vaciar gel MepSolaris 1350 sobre esta, hasta alcanzar un nivel próximo al soporte de baterías (12 [mm] de profundidad).
- Una vez aplicado el gel MepSolaris 1350 dejar secar. Secado total 24 horas.
- Nota: (con ayuda de una fuente externa, lámpara incandescente de 75[W] se reduce considerablemente el tiempo)



Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 3-11: Nivel de vaciado MepSolaris 1350 tarjeta de comunicación

3.2.1.5. Aplicación de gel MepSolaris 1350 sobre la tarjeta micro controlador

Paso 1

- Retirar la tarjeta micro controlador del recipiente que la contiene haciendo presión sobre los puntos de anclaje.
- Depositar la tarjeta micro controlador sobre un recipiente de medida similar cuya base sea plana y uniforme.
- Se vacía gel MepSolaris 1350 sobre el depósito en cuyo interior se encuentra la tarjeta micro controlador. Hasta alcanzar un nivel de 5 [mm] aproximado. (asegura la cobertura total de la tarjeta)
- Dejar secar.

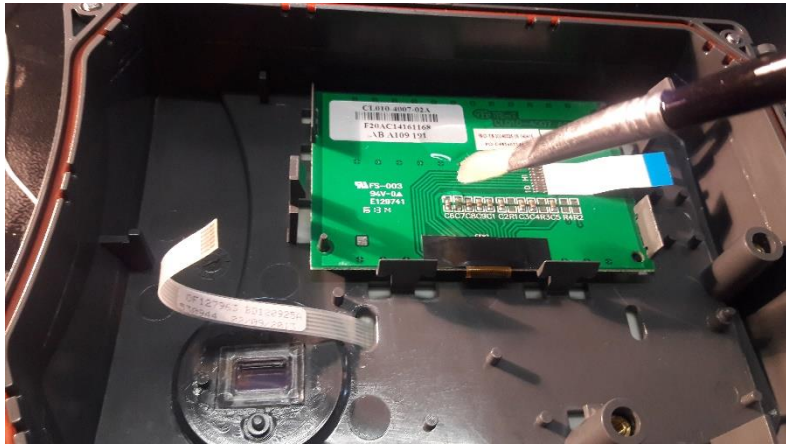


Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 3-12: Aplicación gel MepSolaris 1350 sobre tarjeta micro controlador

Paso 2

- Utilizando un pincel, aplicar gel MepSolaris 1350 en la parte posterior del visor LCD de manera uniforme para asegurar la correcta cobertura. (no es necesario retirar la pantalla para aplicar el producto)
- Dejar secar.



Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 3-13: Aplicación gel MepSolari 1350 sobre superficie posterior de pantalla LCD

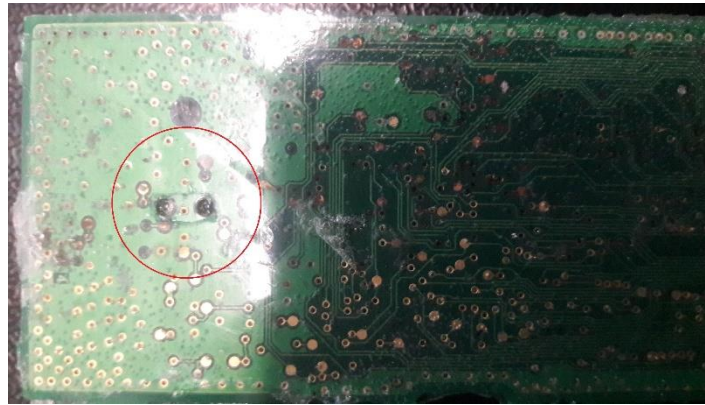
Paso 3

- Una vez seco el gel MepSolari 1350, se procede a prepicar el contorno de la tarjeta micro controlador para luego extraerla.
- Teniendo la placa fuera del recipiente, se procede a eliminar el exceso de gel con ayuda de un elemento cortante llámese tijera o cúter.
- Nota: Se debe retirar el material depositado en la interfase óptica de la tarjeta



Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 3-14: Tarjeta micro controlador luego de la aplicación del gel MepSolaris 1350



Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 3-15: Detalle de interfase óptica de la tarjeta micro controlador

Paso 4

- Una vez seca, montar la tarjeta micro controlador en su respectivo lugar.
- Retirar los conectores principales e insertar los conectores del visor, teclado y conector IDC en sus respectivos puertos.



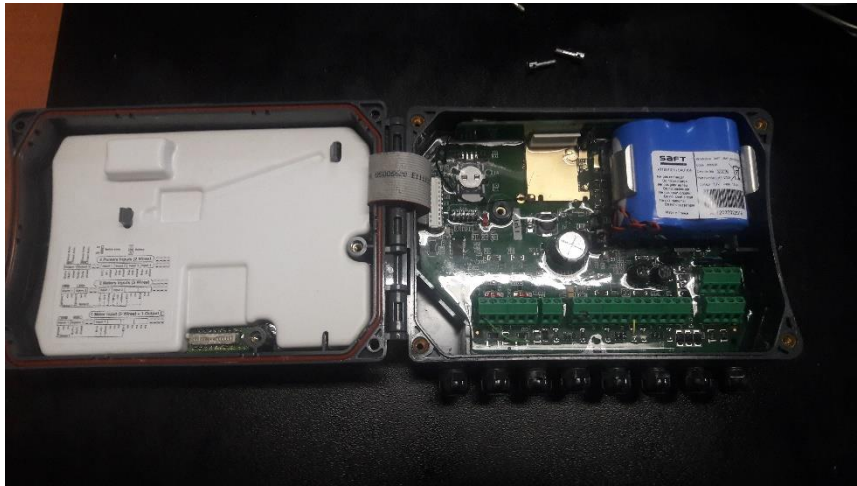
Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 3-16: Detalle de los conectores de la tarjeta micro controlador

3.2.1.6. Ensamblado y verificación del equipo Analizador WaterMind

Paso 1

- Ensamblar ambas partes a través de la articulación y fijar el conector IDC.
- Energizar y poner en funcionamiento el Analizador WaterMind.



Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 3-17: Equipo Analizador WaterMind con la aplicación del gel MepSolari 1350

Paso 2

- Revisar las funciones de comunicación y traspaso de datos vía infrarrojo.
- Realizar test SMS. (el equipo se comunica vía mensaje de texto con un teléfono móvil cuyo número se ingrese al equipo).
- Nota: En caso de una mala función asociada a una mala conexión por cobertura indeseada (aislamiento) , ya sea de la tarjeta SIM, tarjeta micro procesador, tarjeta de comunicaciones, teclado, pantalla LCD, basta con retirar la cobertura del gel MepSolari 1350 en la zona afectada y repetir su aplicación.



Fuente: Fotografía tomada en departamento soporte técnico Itrón Chile

Figura 3-18: Analizador WaterMind operativo luego de la aplicar gel MepSolari 1350

3.2.2. Secuencia a seguir para la instalación de equipos constituyentes del sistema WaterMind en instalaciones sanitarias

Para hacer posible la implementación del sistema WaterMind se debe seguir una secuencia de instalación de los equipos que lo constituyen, en las dependencias sanitarias. Dicha secuencia indica los pasos, materiales y recursos necesarios para ello.

Los pasos a seguir para poder instalar los equipos constituyentes del sistema WaterMind en las instalaciones sanitarias son los siguientes.

- Identificar la red sanitaria en la que se desea implementar el sistema WaterMind.
- Identificar el tipo y capacidad de medidor de agua potable instalado en la red sanitaria.
- Seleccionar el tipo de módulo de interfase con el medidor, Cyble sensor, a utilizar el cual varía dependiendo de la marca, modelo del medidor y las funciones que se deseen obtener. Recordar que el sistema WaterMind permite utilizar medidores no Itrón siempre y cuando estén pre equipados para poder montar el módulo de interfase en su registrador.

- Seleccionar el método de instalación del tablero metálico que contiene al Analizador WaterMind: empotrado en una pared o bien con su propio mástil soporte. No se recomienda la instalación en las cámaras sanitarias subterráneas, por temas de excesiva humedad.
- Fijar el módulo de interfase con el medidor, Cyble sensor, en el registrador de este.
- Fijar el tablero metálico en el lugar seleccionado (lo más próximo al medidor).
- Fijar el Analizador WaterMind al tablero metálico.
- Montar antena emisora en tablero metálico para aumentar el rango e intensidad de transmisión de información del Analizador al cliente/usuario.
- Conectar el módulo de interfase con el medidor al Analizador WaterMind, obedeciendo las funciones que se deseen obtener. Para ello se utiliza un cable apantallado de 5 hilos (para poder extender la distancia de la conexión) y una caja estanca en la que se realizan los empalmes en los cables.
- Encender el analizador WaterMind y configurar según necesidades del cliente y condiciones de la red (umbral de alarmas, número móvil y horario al cual transmitir información) Verificar la transmisión de datos y cobertura de la compañía telefónica utilizada, realizar test SMS (se envía un mensaje desde el Analizador al número móvil ingresado para la transmisión de datos, en el cual detalla la intensidad de la cobertura y el estado de alarmas)
- Verificar el estado de consumo del medidor (dígito del registrador).
- Iniciar conteo y registro de datos. Verificar que sea correlativo con lo que indica el medidor en su registrador numérico.
- Iniciar transmisión de información de estado de red y consumo a clientes según programación.
- Cerrar el tablero metálico y pegar lamina adhesiva de PVC indicando la compañía a la que pertenece el equipo y el número de contacto en caso de emergencias.

3.2.3. Materiales y recursos necesarios para implementar Sistema WaterMind

Tabla 3-1: Materiales y recursos necesarios para implementar Sistema WaterMind

Tablero RC-432 (con cotrapuerta)	Medidas 400x300x200 [mm]	Resguardar al “Analizador WaterMind”
Caja estanca	90x90x40 [mm]	Se utiliza para almacenar las conexiones entre el lector “Módulo de interfase con el medidor y el Analizador WaterMind.
Cerradura con llave mod. 063	Chapa con llaves universal	Protección para tablero.
Conector recto para flexible 1/2"	Cañerías fabricación en galvanizado	Recubre los cables transmisores de datos entre el “Módulo de interfase con el medidor “Cyble Sensor” y el Analizador WaterMind.
Conduit flexible revestido en PVC 1/2"	En rollos de 100[m]	Recubre los cables transmisores de datos entre el “Módulo de interfase con el medidor “Cyble Sensor” y el Analizador WaterMind.
Cable de 5 hilos apantallado	Cable para alarma de bombero	Cable que va desde el “Módulo de interfase con el medidor “Cyble Sensor” hasta el Analizador WaterMind.
Cyble sensor	Extrae el pulso de medidores Itron	Módulo de interfase con el medidor marca Itrón
Cyble Sensor (REED)	Extrae el pulso de medidores Sensus	Módulo de interfase con el medidor marca Sensus
Antenas externa	Transmite la información relacionada al proceso	Permite la transmisión de información relacionada al proceso de distribución de agua.
Otros materiales(cemento, arena, etc)	Volumen varia según las condiciones de la instalación	Utilizado para fijar pilar, resguardar conexiones y sellar camaras sanitarias
Pilar de fierro	2" diámetro x2 [mm] espesor. Fabricado por el contratista	Pilar empotrado cerca de camara, donde se fija el tablero eléctrico
Lámina adhesiva PVC	Lámina de alta duración	Se instala en tapa de tablero advirtiendole la no manipulación
Cartel Pvc	Lámina de alta duración	Cartel informativo con número de contacto.
Equipo Analizador WaterMind	Proveedor Itrón	Receptor de señal de consumo del módulo de interfase con el medidor, analizador de datos y emisor de información del proceso
Portal Web-EMMSYS (Valor anual)	Proveedor Itrón	Mantenimiento de portalweb

**CAPÍTULO 4: IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS PROPUESTAS EN
INSTALACIONES SANITARIAS OPERATIVAS.FORMULACION DE COSTOS Y
ESTIMACION DE BENEFICIOS.**

4. IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS PROPUESTAS EN INSTALACIONES SANITARIAS. FORMULACIÓN DE COSTOS Y ESTIMACION DE BENEFICIOS.

4.1. IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS CONSTITUYENTES DEL SISTEMA WATERMIND CON MEJORAS PROPUESTAS EN INSTALACIONES SANITARIAS OPERATIVAS

A continuación se expone lo realizado en la implementación de sistema WaterMind en una instalación sanitaria correspondiente a la empresa Esva Viña del Mar. Cabe mencionar que en esta instalación ya se encontraba instalado el sistema WaterMind, pero no cumplía con la autonomía que el sistema ofrece, por fallas en el equipo Analizador producto de la condensación de vapor de agua en su interior. Es por lo anterior que se implementará por primera vez las protecciones contra perturbaciones y agentes ambientales para el equipo Analizador WaterMind.

Las condiciones de la instalación sanitaria corresponden a la red de suministro de agua para un condominio (grupo de 5 departamentos), la ubicación del medidor es un “nicho” (nombre que comúnmente se le da a las cámaras subterráneas) el cual se encuentra a un costado del acceso principal.

4.1.1. Condición de la instalación antes de implementar las mejoras propuestas

Antes de implementar las mejoras de protección contra perturbaciones y agentes ambientales para el equipo Analizador WaterMind se tiene una condición de instalación deficiente tanto en el aspecto estético como en el funcional.



Fuente: Fotografía tomada visita a terreno Esva1 Viña Del Mar.

Figura 4-1: Condición de las instalaciones previo a la implementación de mejoras



Fuente: Fotografía tomada Visita a terreno Esva1 Viña Del Mar.

Figura 4-2: Recipiente contenedor del equipo analizador WaterMind

Tal como se puede apreciar en las fotografías de las condiciones previas a la mejora, se tiene una fachada de instalación poco estética, más bien rudimentaria en donde además se encuentra gran presencia de humedad, producto de la condensación del vapor de agua, al interior del recipiente de policarbonato utilizado para resguardar el equipo Analizador WaterMind.

4.1.2. Ejecución de instalación equipos constituyentes del sistema WaterMind con las mejoras propuestas

- Previo a la ejecución se procede a preparar el equipo Analizador para resistir los agentes ambientales, con la aplicación del gel MepSolaris 1350.
- En este caso, como ya se encontraba instalado el sistema WaterMind (pero de forma deficiente), se tiene identificada la red de suministro, tipo y capacidad del medidor y seleccionado el módulo de interfase con el medidor.
- Se realiza la configuración del Analizador, de acuerdo a los datos de la instalación. Para ello se utiliza la vía infrarroja que incorpora el equipo y un computador portátil pre equipado con la plataforma/programa del sistema WaterMind. La configuración integra los datos de la red de suministro, parámetros de las alarmas (medidor detenido, flujo inverso, módulo de interfase con el medidor desprendido, sobre consumo etc.) y el número del móvil y hora a la cual debe transmitir la información.

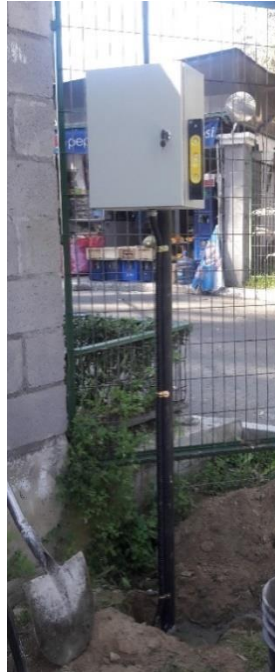


Fuente: Fotografía tomada Visita a terreno Esval Viña Del Mar.

Figura 4-3: Protocolo de comunicación para configuración vía interfase óptica

- A continuación se procede a la instalación del tablero metálico. Para este caso, se selecciona una ubicación exterior y fijo con su propio mástil soporte. La empresa contratista se hace cargo de esta tarea y trae el mástil preparado con el tablero metálico fijado, de esta manera la tarea de instalación se hace mucho más rápida y sencilla.

- Se procede a seleccionar ubicación, teniendo la precaución de no afectar el entorno (transito normal de personas en este caso) y no quedar expuesto.



Fuente: Fotografía tomada visita a terreno Esva1 Viña Del Mar.

Figura 4-4: Instalación de Tablero metálico en mástil

- Se fija el Analizador WaterMind al tablero eléctrico y su respectiva antena para la transmisión de información al cliente/usuario.



Fuente: Fotografía tomada visita a terreno Esva1 Viña Del Mar.

Figura 4-5: Tablero metálico con Analizador WaterMind en su interior

- A continuación se ubica el cable apantallado de 5 hilos, para permitir la conexión entre el módulo de interfase con el medidor Cyble sensor y en Analizador WaterMind. Para ello se utiliza la cañería conector recto flexible de ½” y el recubrimiento flexible en PVC de ½”, (los cables se ubican al interior de la cañería, recubiertos por el flexible de PVC). Se utiliza una caja estanca (90x90x40[mm]), para resguardar la conexión de los cables apantallados de 5 hilos y los propios de módulo de interfase con el medidor, Cyble sensor.



Fuente: Fotografía tomada visita a terreno Esva Viña Del Mar.

Figura 4-6: Ubicación de caja para conexiones y tablero metálico en instalación

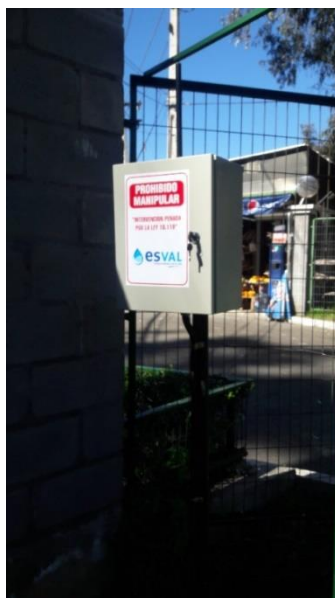
- Ya con los equipos módulo de interfase con el medidor, Cyble sensor, y el Analizador ubicados en su lugar y realizada la conexión entre ambos, se procede a encender el equipo Analizador. Para probar el sistema, se realiza el test SMS, el cual consiste en enviar un mensaje de texto al número móvil seleccionado para la transmisión de información el cual detalla la calidad de la señal, estado de consumo registrado, alarmas detectadas y el número de la SIM Card (chip de celular) utilizada en el Analizador WaterMind.



Fuente: Fotografía tomada visita a terreno Esval Viña Del Mar.

Figura 4-7: Equipo analizador operativo, test SMS

- Para verificar que los datos leídos por el sistema y los indicados por el medidor en su registrador, se toma lectura de ambos luego de transcurrido un tiempo (minutos). La variación del registrador y el valor leído por el sistema debe ser igual.
- Para finalizar la instalación, se pega la lámina adhesiva y el cartel de PVC en el tablero eléctrico y medidor respectivamente, indicando la empresa a la que pertenece la instalación y el número de contacto en caso de alguna emergencia o cambio en la instalación.



Fuente: Fotografía tomada visita a terreno Esval Viña Del Mar.

Figura 4-8: Fachada exterior de tablero metálico con equipo Analizador en su interior

4.2. FORMULACIÓN DE COSTOS DE IMPLEMENTAR SISTEMA WATERMIND EN LAS INSTALACIONES SANITARIAS

Sería posible mediante estimaciones y supuestos fijar un costo estándar estimativo o de referencia para cada implementación de sistema WaterMind en las instalaciones sanitarias, dado que, varía según las condiciones existentes de mercado y el volumen o número de instalaciones que se deseen equipar con este sistema (mayor volumen, menor costo de adquisición). A continuación se entrega el costo que significa la implementación de 160 equipos constituyentes del sistema WaterMind, que tal como se menciona, no es un valor fijo, sirve de referencia o estimación para un valor aproximado.

Tabla 4-1: Estimación de materiales y costos de implementación de Sistema WaterMind para un volumen determinado

MATERIAL	DISTRIBUIDOR	CANTIDAD	VALOR UNITARIO ESTIMADO	TOTAL
Tablero RC-432 (con cotrapuerta)	RAMEK	160 unidad	\$ 22.683	\$ 3.629.280
Caja estanca	RAMEK	160 unidad	\$ 1.076	\$ 172.160
Cerradura con llave mod. 063	RAMEK	160 unidad	\$ 4.352	\$ 696.320
Conector recto para flexible 1/2"	RAMEK	480 [m]	\$ 403	\$ 193.440
Conduit flexible revestido en PVC 1/2"	RAMEK	480 [m]	\$ 834	\$ 400.320
Cable de 5 hilos apantallado	DESIMAT	480 [m]	\$ 476	\$ 228.480
Cyble sensor	ITRÓN	160 unidad	\$ 39.270	\$ 6.283.320
Cyble Sensor (REED)	ITRÓN	160 unidad	\$ 41.650	6.664.00

Antenas externa	ANTENAS PANORAMA	160 unidad	\$ 16.600	\$ 2.656.000
Otros materiales(cemento, arena, etc)		80 unidad	\$ 12.000	\$ 960.000
Pilar metálico	FAT SOLUCIONES	90 unidad	\$ 28.560	\$ 2.570.400
Lamina adhesiva PVC	PROD. DIGITALES	160 unidad	\$ 850	\$ 136.000
Cartel Pvc	PROD. DIGITALES	160 unidad	\$ 590	\$ 94.400
Equipo Analizador WaterMind	ITRÓN	160 unidad	\$ 346.885	\$ 55.501.600
Configuración parametros equipos Analizador WaterMind	ITRÓN	160 unidad	\$ 10.353	\$ 1.656.480
Portal Web-EMMSYS (Valor anual)	ITRÓN	160 unidad	\$ 38.913	\$ 6.223.080
Mano de obra con pilar metálico	FAT SOLUCIONES	90 unidad	\$ 142.800	\$ 12.852.000
Mano de obra sin pilar metálico	FAT SOLUCIONES	80 unidad	\$ 95.200	\$ 7.616.000
TOTAL			\$ 803.495	\$ 101.869.280

Fuente: Estudio realizado por departamento soporte técnico Itrón Chile

Observación: El costo adicional (materiales más mano de obra) que significa la protección ambiental adicional implementada al interior de los equipos Analizador WaterMind (Gel MepSolaris 1350), está incluido en el costo final que la empresa Itrón ofrece para este volumen de compra y este proyecto de implementación en particular.

4.3. ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE MONITOREO REMOTO A GRANDES CONSUMIDORES DE AGUA POTABLE

De acuerdo a lo expuesto en el capítulo 1, en donde se presentaban los argumentos que impulsaban la realización del cambio en la manera en que son controlados los grandes consumidores de agua potable, luego de implementado el sistema de monitoreo remoto WaterMind, se procede a evaluar el cumplimiento de dichos puntos.

Cabe mencionar que los beneficios que se obtengan de la implementación del sistema WaterMind son variables, dependiendo del estado en que se encuentre la red y el equipo de medición conectado a ella. Si la red está en mal estado y el equipo de medición presenta algún grado de deficiencia, el sistema lo detectara y el beneficio de ello será mayor al de una red en buenas condiciones y un medidor adecuado.

4.3.1. Resguardo de Ingresos

- Reducción de fraude: El sistema WaterMind permite alertar sobre el estado de consumo del medidor, así mismo si está detenido y detectar flujo inverso, por lo tanto bajo estos puntos el sistema reduce la probabilidad de fraude.
- Optimización de la medición: A partir de la información ya procesada que entrega el sistema WaterMind es posible tener un mejor control sobre la medición de consumo de los clientes, destacando además el rápido acceso a la información.
- Dimensionamiento óptimo de medidores: El sistema permite usar la información ya procesada para elaborar gráficos de dimensionado de medidor, para de esta manera diagnosticar el correcto uso y aplicación es estos.
- Detección de pérdidas momentáneas: El sistema WaterMind monitorea continuamente la red de suministro de agua potable, por lo tanto es posible detectar pérdidas momentáneas ya sea por defecto del medidor o bien por defecto de la red.

4.3.2. Ahorro del agua

- Reducción de pérdidas: El sistema WaterMind permite reducir las pérdidas de agua, la cual se desprende del análisis de la información de consumos que entrega al usuario/cliente. Por ejemplo, si se tiene un consumo fijo relativamente alto, aun en horas que es sabido que la instalación no debe presentarlos (ejemplo, colegio en

horas de la madrugada) se desprende que existe alguna anomalía en la red de suministro.

- Reducción de roturas de la red: En caso de presentarse una rotura en la red, esto se verá inmediatamente reflejado en la lectura periódica del consumo de agua, permitiendo tomar medidas correctivas más rápidamente y disminuir las pérdidas.
- Reducción de consumo (en zonas con escases de agua): Al aumentar la eficiencia del proceso se obtiene una reducción del consumo, se busca acortar la diferencia entre el volumen de agua producido y el volumen de agua consumido.

4.3.3. Eficiencia operativa

- Reducción de costos: Al aumentar la eficiencia del proceso, obviamente se verán reducido los costos, ya que, el concepto de “agua no facturada, será menor”.
- Incremento de cobertura: Los lugares de difícil acceso, ya sea por ubicación geográfica o por condición de las instalaciones, no necesitaran la dependencia de personal para registrar los estados de consumo, ya que el sistema WaterMind opera de forma autónoma.
- Reducción de inversiones: Implementar el sistema de monitoreo remoto WaterMind no significa una gran inversión inicial, si se considera a quienes va dirigido (consumidores de 1000 [m³/mes]).

4.3.4. Satisfacción de clientes

- Acción proactiva de fallas: Para ciertos casos se pueden tomar medidas correctivas antes de producirse una falla mayor. Por ejemplo, una rotura total en la red puede manifestarse en un inicio como una fuga, que es posible detectar y reparar antes de que pase a mayores.
- Manejo de reclamos: Se obtiene información total del estado de consumo de los clientes en un periodo de tiempo, que puede servir de argumento en caso de existir reclamos asociados al servicio.
- Imagen moderna: Se reemplaza la imagen clásica del medidor convencional y del personal encargado de lecturas de consumo, por una imagen de un sistema dinámico e inteligente.
- Programa de RSE (responsabilidad social de la empresa): Empresas comprometidas con el cuidado del recurso hídrico.

4.3.5. Conocimiento de los parámetros de la red

- Capacidad de producción ajustada: Sistema permite aumentar la eficiencia del proceso.
- Monitoreo de horas punta: Información entregada por el sistema permite reconocer los horarios punta y los consumos asociados a este periodo.
- Reducción de carga a la red: El sistema entrega información de consumo y a partir de ello elaborar diagnósticos de estado y correcto dimensionado de la red de suministro.

4.3.6. Aspectos que debe contemplar el ente Regulador

- Premios y reconocimiento del regulador: La Superintendencia de Servicios Sanitarios, que es el organismo regulador, premia e incentiva las iniciativas que permitan aumentar la eficiencia de distribución de agua potable y cuidado del recurso hídrico.
- Financiamiento interno y externo: Se puede proponer la implementación del Sistema WaterMind al cliente/ usuario, compartiendo gastos de implementación o mantenimiento debido a que ambas partes se verán beneficiados.
- Sanciones del regulador: Contrario a los premios y reconocimientos del regulador (La Superintendencia de Servicios Sanitarios) por no presentar mejoras operativas o aumento de eficiencia.

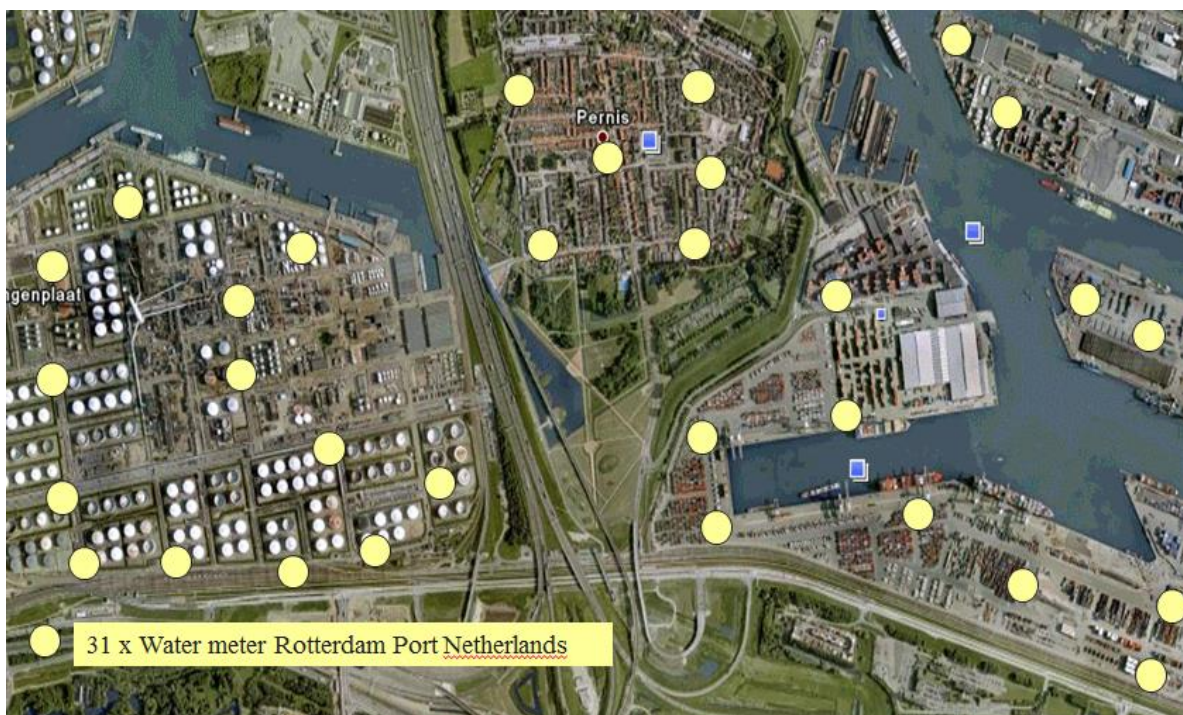
4.3.7. Cultura de innovación

- Conocimiento de los clientes: La instalación del Sistema WaterMind permite individualizar los clientes y los consumos asociados a ello de forma directa.
- Nuevos negocios y oportunidades: Implementar el Sistema WaterMind abre las puertas de nuevas oportunidades y negocios, ya que el sistema permite ampliar la cobertura y disminuir los tiempos de facturación de consumo.
- Innovación tecnológica: Permite incorporar nuevas técnicas y tecnología para el cumplimiento de los objetivos.

- Personal más comprometido: Personal trabaja con un sistema más dinámico, se eliminan las tareas tediosas como las de buscar medidores en puntos de difícil acceso y registrar los datos de consumo. Se tiene acceso a la información en tiempo real y se permite saber el estado de la red de forma sencilla y rápida
- Personal más capacitado: Personal trabaja con mayor tecnología, maneja mayor cantidad de información y en un menor tiempo. Personal es capaz de realizar análisis y diagnósticos de red.

4.4. RESULTADOS OBTENIDOS A LA APLICACIÓN DEL SISTEMA WATERMIND EN OTRA PARTE DEL MUNDO

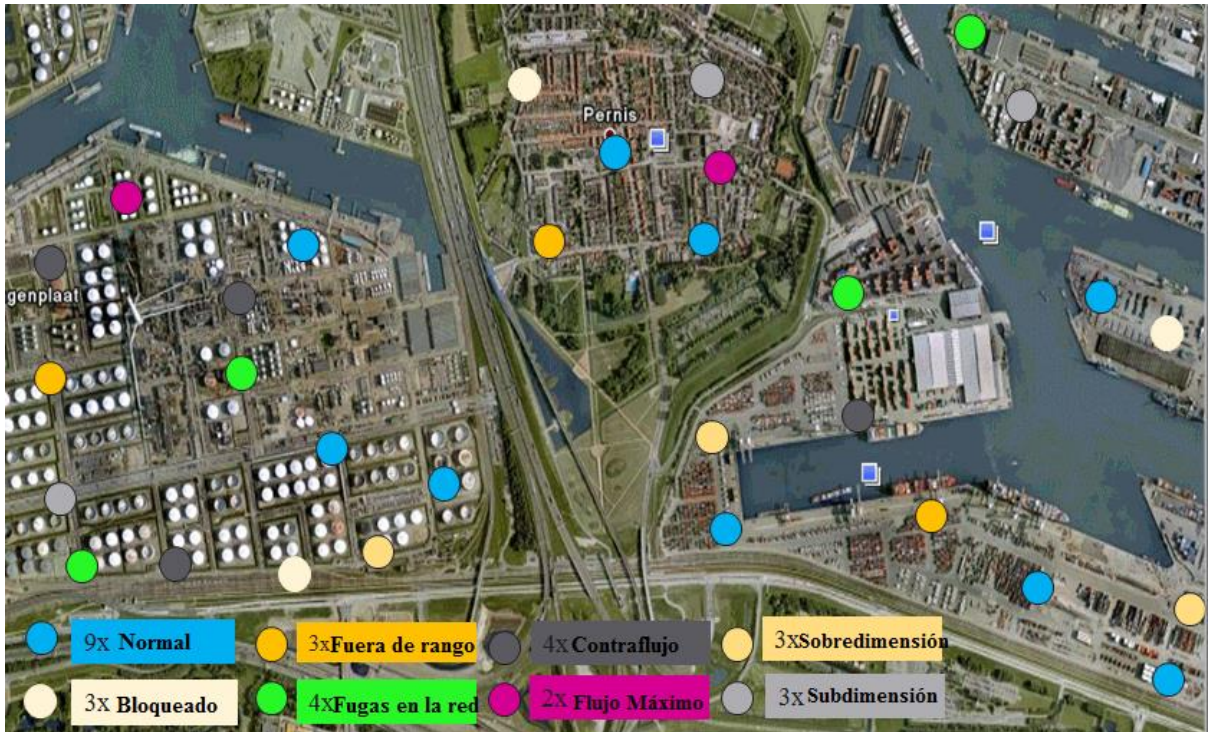
A continuación se presenta el caso de implementación del sistema WaterMind en el Puerto de Rotterdam. Se trata de 31 puntos de monitoreo los cuales se señalan en el siguiente mapa.



Fuente: Presentación sistema WaterMind soporte técnico 2016

Figura 4-9: Distribución de puntos de medición de agua en Puerto de Rotterdam

De los 31 puntos indicados, se procede a reemplazar el sistema de medición convencional (medidor análogo) por el sistema WaterMind. Una vez instalado las lecturas de consumo tomadas y estados de red de suministro indican lo siguiente.



Fuente: Presentación sistema WaterMind soporte técnico 2016

Figura 4-10: Estado de los 31 puntos de medición luego de implementar el sistema WaterMind

De lo anterior es posible decir que de los 31 puntos de medición existentes, solo 9 de ellos operaban de forma normal, tanto el equipo de medición como el estado de la red. Los restantes 22 puntos, presentaban fallas ya sea de equipo medidor bloqueado (3 casos), medidor fuera de rango (3 casos), fugas en la red (4 casos), contraflujo de agua (4 casos), alarma de flujo máximo (2 casos), medidor sobredimensionado (3 casos), medidor subdimensionado (3 casos). Por lo tanto implementar el sistema WaterMind en este caso puntual permitió la detección de anomalías en el proceso en 22 puntos de medición con la respectiva ganancia económica y operativa que beneficia tanto a la empresa sanitaria como al usuario-cliente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al término del presente plan de implementación de sistema de monitoreo remoto, WaterMind, se puede afirmar que dicho sistema presenta una mejora significativa al proceso de medición de consumo y facturación relacionada al proceso de distribución de agua potable actual. Una de las características más destacables, se encuentra el utilizar el medidor de agua potable pre-equipado y dotarlo de las herramientas tecnológicas, para permitir la entrega de un dato ya procesado y transmitirlo al usuario/cliente como información de consumo, lo que se traduce en una disminución de los tiempos y costos. Por otra parte la configuración y envío de alarmas en tiempo real, constituye otra de las características atractivas que el sistema ofrece, ya que, permite detectar más rápidamente y realizar reparaciones/correcciones a la instalación y/o equipos conectados a ella.

Se debe destacar que sistema WaterMind no solo está orientado al aumento de eficiencia en términos económicos, sino también al resguardo y cuidado del recurso agua potable, que cada día va tomando mayor relevancia considerando las alteraciones climáticas y volumen de la demanda por parte de la población, lo que constituye una razón más para su implementación.

Del cumplimiento del objetivo general, indicado al inicio del documento, se demostró que el sistema de monitoreo remoto, WaterMind, puede ser implementado y operar con normalidad bajo las condiciones ambientales de las instalaciones sanitarias manteniendo los aspectos funcionales, económicos y estéticos. Para dar cumplimiento a esto se ideó e implementó una protección contra la manipulación indebida (personas ajenas al proceso) y una protección contra la exposición de los agentes ambientales, los cuales producen condensación del vapor de agua al interior de los equipos Analizadores WaterMind alterando su correcto funcionamiento. Desde la implementación del sistema WaterMind dotado de las protecciones mencionadas a la fecha han transcurrido unos 18 meses aproximadamente, durante los cuales no se ha tenido registro de fallas o anomalías con relación a los aspectos de manipulación y agentes ambientales, por lo tanto es posible afirmar que el sistema puede operar con normalidad en las instalaciones sanitarias y cumplir con lo que se ofrece al usuario/cliente en términos funcionales, autonomía y durabilidad.

Para el caso de los objetivos específicos indicados al inicio del documento, se da cumplimiento dado que; el sistema de monitoreo WaterMind aumenta la eficiencia del proceso de distribución de agua potable, debido a que es capaz de detectar fugas de agua en la red, medidores en mal estado o inadecuado, fraude (perdidas de agua no facturada) y

él envió de datos ya procesados como información de consumo. Por otra parte se logró establecer un procedimiento de instalación en el que se proporciona una guía de instalación considerando recursos y gastos asociados (estimados).

De las recomendaciones que se pueden realizar al sistema WaterMind y su implementación, se debe señalar que es necesario que los equipos Analizador WaterMind se les dote de un mayor índice de protección contra los agentes ambientales desde la fábrica, es decir, tomar lo aprendido en términos de resguardo de componentes electrónicos utilizando el “gel dieléctrico reaccésible” y aplicarlo en el proceso de fabricación de dicho equipo como medida estándar. De esta manera, no será necesario el intervenir los equipos una vez fabricados para adecuarlos a la exposición ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ESVAL [En línea] [Consulta Agosto 2017] Disponible en <<http://portal.esval.cl/quienes-somos/>>
- [2] SIIS, Informe de Gestión del Sector Sanitario 2015 [En línea] [Consulta: Septiembre 2017] <<http://www.siss.gob.cl/577/w3-propertyvalue-3443.html>>
- [3] SCIELO, Scitificelibraryonline [Consulta Agosto 2017] Disponible en <<http://www.scielo.org.co/>>
- [4] ITRON, Secuencia válida para Analizador WaterMind con modem Cinterion-Gemalto TC65i [En línea] [Consulta: Noviembre 2017] Disponible en <<https://www1.itron.com/local/Spain%20Product%20Portfolio/WaterMind%20ES%2012-13.pdf>>
- [5] ITRON, IO-AMI-10 Conexión WMA y Siemens MAG 8000 [En línea] [Consulta: Octubre 2017] <http://www.medidores.cl/pages/productos_amr.html#>
- [6] ITRON, IO-AMI-08 Pre-Instalación e Instalación WMA – Modo GPRS Infraestructura Avanzada de Medición [En línea] [Consulta: Octubre 2017] <<http://www.medidores.cl/catalogos/AMR/Watermind.pdf>>
- [7] SIIS, Informe de Gestión del Sector Sanitario 2016 [En línea] [Consulta: Septiembre 2017] <<http://www.siss.gob.cl/577/w3-propertyvalue-3443.html>>
- [8] APRENDE EMERGENCIAS [En línea] [Consulta: Enero 2018] <<http://www.aprendememergencias.es/app>>

ANEXO A: TABLA ÍNDICE DE PROTECCIÓN (IP)

Tabla índice de protección IP para cuerpos sólidos.

Grado de protección contra la introducción de cuerpos sólidos		
Primer Índice	Descripción	Alcance de la protección
0	Sin protección	Sin especial protección para personas contra un contacto directo de piezas móviles internas y las externas con vida. Sin protección a los equipamientos contra el ingreso de objetos sólidos externos
1	Protección contra los cuerpos sólidos grandes	Protección contra el contacto accidental de grandes áreas con vida y partes interiores con movimiento, por ejemplo: la parte posterior de la mano. Pero sin protección contra el acceso deliberado del mismo. Protección contra el ingreso de objetos sólidos con un
2	Protección contra los cuerpos sólidos medianos	Protección contra el contacto entre los dedos y las partes interiores móviles. Protección contra el ingreso de objetos sólidos con un diámetro mayor a 12,5mm.
3	Protección contra los cuerpos sólidos pequeños	Protección contra el contacto entre las piezas móviles internas y herramientas, cables, hilos... con un espesor mayor a 2,5mm. Protección contra el ingreso de objetos sólidos con un diámetro mayor a 2,5mm.
4	Protección contra los cuerpos sólidos muy pequeños (granulados)	Protección contra el contacto entre las piezas móviles interiores y herramientas, cables, hilos... con un espesor mayor a 1mm. Protección contra el ingreso de objetos sólidos con un diámetro mayor a 1mm.
5	Protección contra los residuos de polvo	Protección contra el contacto entre las piezas móviles interiores y el ingreso de polvo. El ingreso no se previene completamente, pero el polvo no puede penetrar en tales cantidades que puedan afectar al funcionamiento correcto del mismo.
6	Protección total contra la penetración de cualquier cuerpo sólido (estanqueidad)	Protección total contra el contacto de las piezas móviles interiores. Protección contra cualquier ingreso de polvo.

Fuente: www.aprendememergencias.es app

Tabla índice de protección IP para protección al agua

Grado de protección al agua		
Segundo índice	Descripción	Alcance de la Protección
0	Sin protección	Sin ninguna protección especial
1	Protección contra el goteo de agua vertical (condensación)	La caída vertical de gotas de agua no debe causar daños
2	Protección contra el goteo de agua inclinada verticalmente	La caída de gotas de agua con hasta un ángulo de 15° de la vertical desde cualquier dirección, no debe causar daño.
3	Protección contra agua en spray	La caída de gotas de agua con hasta un ángulo de 60° de la vertical desde cualquier dirección, no debe causar daño. (lluvia)
4	Protección contra las salpicaduras de agua	Las salpicaduras de agua desde cualquier dirección, no deben de causar daños al interior.
5	Protección contra chorros de agua de cualquier dirección con manguera	Los chorros de agua producidos con manguera y desde cualquier dirección, no deben de causar daño al interior.
6	Protección contra inundaciones	La cantidad de agua que se introduzca, en casos de inundación esporádica o temporal, no debe dañar el interior, por ejemplo, los golpes de mar.
7	Protección contra la inmersión temporal	La cantidad de agua que se introduzca, en caso de sumergir el equipamiento en específicas condiciones de presión entre 1 y 30 minutos, no debe dañar las piezas internas del mismo.
8	Protección durante inmersión continua	El agua que se pueda introducir, si sumergimos el equipamiento al menos con 2 horas y con una presión de 2 bares (para los racores HelaGuard IP68 No Metálicos) y de 5 horas y con una presión de 5 bares (para los racores HelaGuard IP68 Metálicos), no deben producir daño en el interior.
9	Protección contra la introducción de agua usando pistolas de limpieza de alta presión	El agua que se introduzca en el interior, producida al utilizar pistolas de limpieza con agua de alta presión, no deben causar daño interior.

Fuente: www.aprendememergencias.es app