

Sistemas de información hidráulica de campo.

1. Introducción.

Actualmente es indispensable que los organismos operadores de los servicios hidráulicos del País, para el incremento de eficiencias y sustentabilidad económica, apliquen un plan global de dos etapas:

En la primera etapa, se deben incrementar las eficiencias físicas y económicas que permiten reducir los volúmenes de aguas perdidas y costos de operación, lo cual, establece las bases para administrar los servicios hidráulicos bajo un esquema financiero sano.

En la segunda etapa, se amplía la calidad y cobertura del servicio hidráulico asegurando su sustentabilidad económica.

Para incrementar las eficiencias del servicio hidráulico es necesario contar con una administración correcta, **no se puede administrar lo que no se mide**. Por esta razón, la medición actualmente tiene una significativa relevancia en el nuevo concepto de administración de los servicios hidráulicos.

Los distintos equipos de medición proveen datos, los organismos operadores necesitan información. Los datos se convierten en información cuando son útiles y se cuenta con éstos en forma y en tiempo, es decir, con base a la información se toman decisiones en la planeación, operación, control y gestión del sistema y servicios hidráulicos. A continuación se describen las características de los datos para convertirlos en información.

Datos útiles: se deben instalar equipos que generen datos que se usarán en la planeación, operación, control y gestión del sistema y servicios hidráulicos. No se debe medir por medir y se deben realizar las siguientes preguntas básicas. Qué se debe medir? Por qué se va a medir? Cómo se va a medir? Cada cuándo se va a medir?

Datos con formato requerido: una vez definidos que los datos son útiles, se deberá contar con éstos en los formatos y/o presentación requeridos e entendibles, incluyendo el análisis necesario.

Datos en tiempo: los datos deben estar disponibles en el momento que se necesitan o solicitan para la toma correcta de decisiones. El proveer un dato con un retraso de tiempo (Días? Semanas? Meses? etc.) ya no es requerido para la operación del sistema hidráulico.

Observando la relevancia de la información en la administración de los servicios hidráulicos, actualmente se dispone de diferentes sistemas de información considerando el desarrollo tecnológico de las comunicaciones, del hardware y en general de la electrónica y del software y de la variedad de costos disponibles. Los sistemas de información son una inversión y pasan a formar parte de sus activos, su selección y uso siempre debe definirse en términos de costo – beneficio.

Existen básicamente tres tipos de sistemas de información a aplicar, para la colección y procesamiento de datos provenientes de campo:

1. Sistemas de lectura automática.

- **Toque.**
- **Telefonía alámbrica.**
- **Radiofrecuencia al paso.**
- **Red fija.**

2. Sistemas de Control Supervisorio y de Adquisición de Datos.

3. Telegestión.

- **Lecturas.**
- **Control.**

A continuación efectuamos una descripción somera de cada uno de estos sistemas.

2. Sistemas de lectura automática.

El sistema está conformado por hardware y software:

Hardware:

- **Registro del medidor con salida de pulsos o de contactor.**
- **Módulo de lectura automática del medidor.**
- **Lector portátil para la colección de lecturas.**

Software:

- **Software de administración de rutas y lecturas.**



Figura 1. Hardware de un sistema AMR.



Figura 2. Lector portátil para la colección de lecturas.

Estos sistemas fueron creados con el objeto de incrementar la eficiencia en la lectura de volúmenes de consumo de los distintos usuarios del servicio hidráulico. Dentro de sus características principales se encuentran:

- Reducción de tiempos para la toma de lecturas.
- Eliminación del acceso al predio del usuario por parte del lectorista.
- Eliminación de la interacción entre el usuario y el lectorista.
- Eliminación de errores en la lecturas de volúmenes en sitio y en la captura de éstos datos en el sistema comercial.
- Supervisión automática del desempeño de lectoristas: fecha, hora y tipo de lectura (visual o automática) de cada medidor.
- Emisión automática de alarmas por consumos no previstos en el lector portátil y en el sistema de administración de lecturas.
- Los sistemas de este tipo deben incluir lecturas de medidores en fuentes de abastecimiento, líneas de conducción y distribución.

Actualmente son un elemento esencial en el balance hidráulico por sectores, obteniendo de manera dinámica los volúmenes de consumos domésticos, comerciales e industriales en la zona de estudio.

En este tipo de sistemas el registro del medidor cuenta con una salida de pulsos de voltaje o cuenta con un contactor (que abre y cierra un circuito eléctrico en función de un volumen de suministro determinado) que se conecta al módulo de medición.

2.1. Sistema de toque.

- El lectorista utiliza un lector portátil al que se conecta el bastón lector.
- Del software de administración de rutas y lecturas se carga la ruta de lecturas al lector portátil.
- El lectorista efectúa las lecturas de su ruta acercando el bastón al módulo del medidor (receptáculo).
- Una vez concluida la ruta de lecturas, se descargan los datos del lector portátil al software de administración de rutas y lecturas.
- Del software de administración de rutas y lecturas los datos son transferidos al sistema comercial.

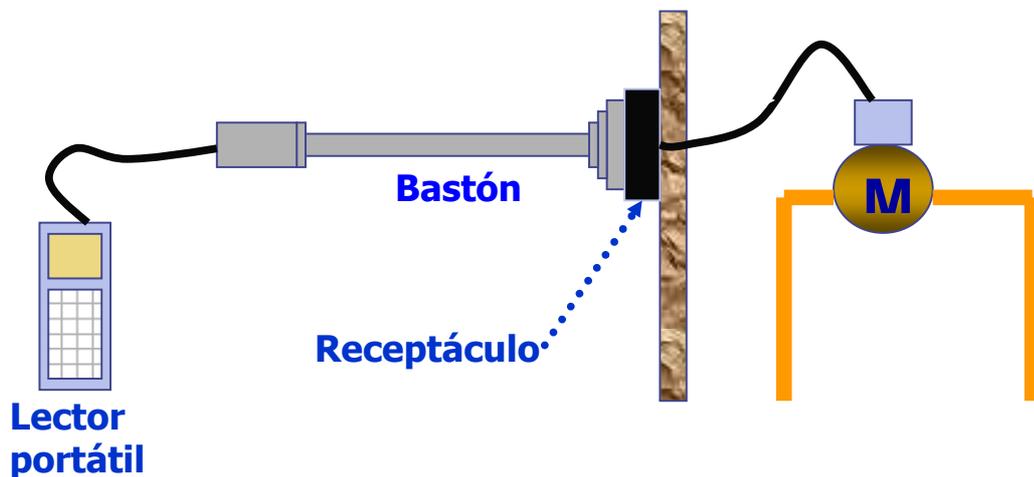


Figura 3. Elementos del sistema de toque.

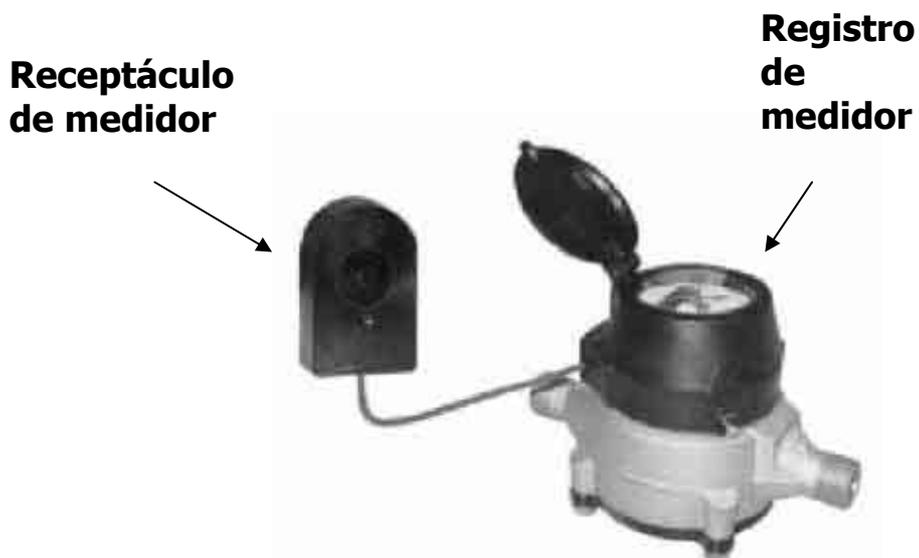


Figura 4. Medidor de lectura de toque.



Figura 5. Bastón de lectura de toque.

2.2. Sistema de telefonía alámbrica.

- Requiere el uso de una línea telefónica alámbrica.
- El módulo del medidor se programa para, que en horas de baja demanda del uso de la línea telefónica, efectuó una llamada telefónica a la computadora central (que cuenta con el software

de administración de rutas y lecturas). En esta llamada se envían los datos número de serie del medidor, volumen, estado del sistema.

- Del software de administración de rutas y lecturas, se envía la información al sistema comercial.
- Es un sistema que no requiere de lecturistas.

2.3. Sistema de radiofrecuencia.

El hardware del sistema incluye:

Módulo integral del medidor. Es la unidad del radio que está alojada en una caja junto al registro del medidor, no presenta cables visibles.

Módulo remoto del medidor. Unidad de radio que se conecta con el registro del medidor a través de un cable. Esta unidad se utiliza generalmente el medidor se localiza en un sótano y el enlace radioeléctrico no se puede realizar, entonces, el módulo de radio se instala en un sitio donde si existe el enlace y la conexión entre éste y el registro del medidor se efectúa mediante un cable.

Módulo para caja registro del medidor. Cuando el medidor se instala por debajo del nivel del suelo en una caja o registro, tanto el medidor como el registro y el módulo deben soportar condiciones de sumergencia que impidan el daño de la electrónica de los equipos. En estas aplicaciones es cuando se utiliza este tipo de módulo.

Lector portátil. Este equipo es pequeño, se ajusta al tamaño de las manos para realizar las lecturas que son secuenciales, es un equipo complementario al equipo móvil. En las grandes ciudades, donde existen grandes concentraciones de medidores con radiofrecuencia, se utiliza este equipo en sitios donde el equipo móvil no tiene acceso.

Léctor móvil. Está conformado por una computadora portátil tipo Laptop y una unidad de radiofrecuencia, este equipo es montado en un vehículo y efectúa lecturas de manera paralela.

Existen dos tipos de sistemas: el unidireccional (modo burbuja) y el bidireccional, a continuación se describen éstos.

Sistema de radiofrecuencia modo burbuja.

- El módulo del medidor envía una cadena de datos, mediante una señal radioeléctrica, al espacio, periódicamente (rangos de segundos).
- Los datos mínimos que se envían son: numero de serie del medidor, volumen, estado del sistema.
- Al pasar el lectorista con el lector portátil colecta los datos.

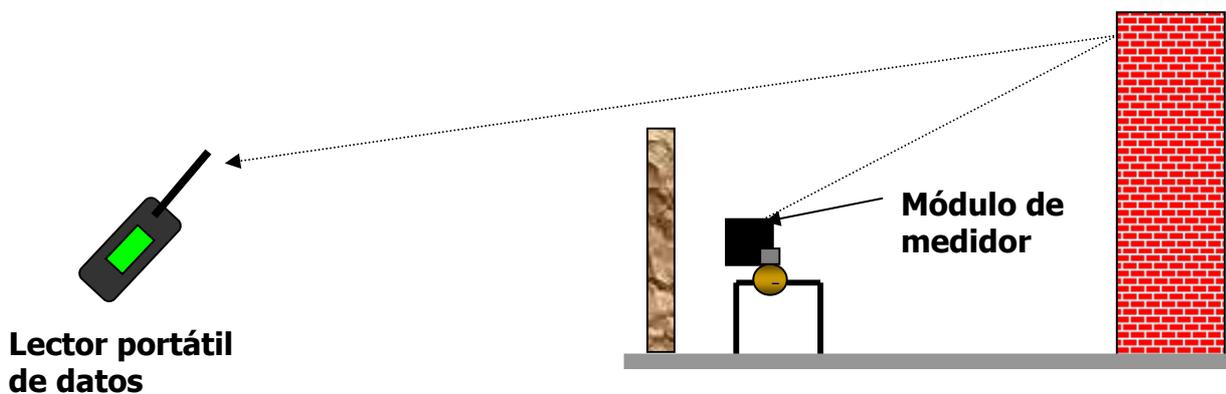


Figura 6. Enlace radioeléctrico del sistema de radiofrecuencia.



Figura 7. Partes del sistema de radiofrecuencia.

Sistema de radiofrecuencia bidireccional.

- El lectorista envía, a través del lector portátil un mensaje radioeléctrico, con el número de serie del medidor a leer.
- El módulo del medidor opera en estado "dormido" (por un periodo corto de tiempo, generalmente milisegundos) y pasa a estado "despierto" (por un periodo corto de tiempo, generalmente milisegundos). En estado despierto recibe el mensaje radioeléctrico que interroga por el número de serie. Si es el número de serie del medidor en cuestión, el módulo envía

una señal de retorno con el número de serie del medidor, volumen y estado del sistema.

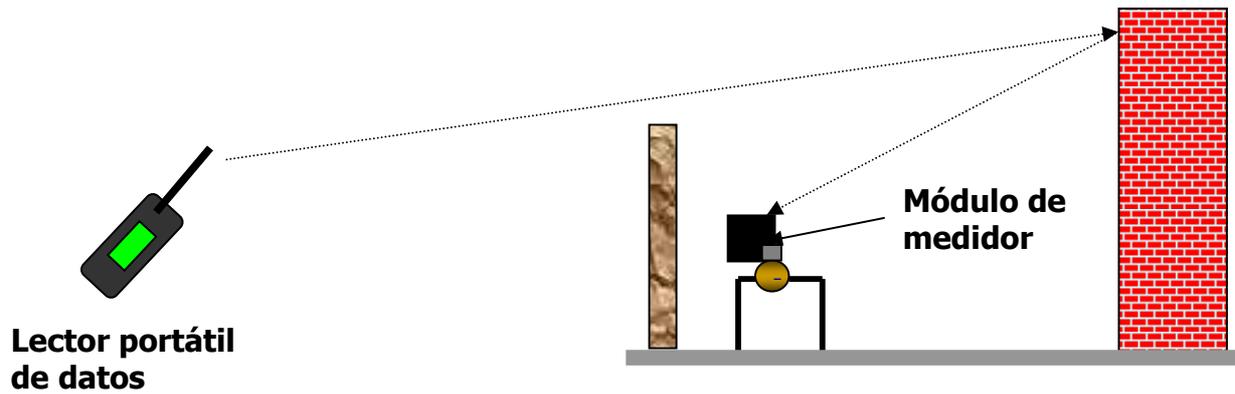


Figura 8.a. El lector portátil envía la señal interrogando por el número de serie del medidor en el sistema de radiofrecuencia bidireccional.

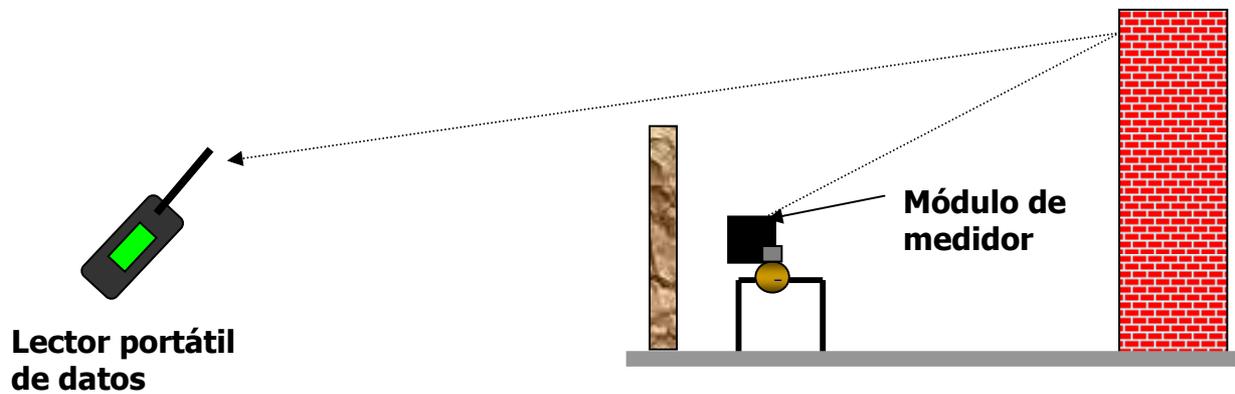


Figura 8.b. El módulo del medidor en modo despierto envía los datos del medidor al lector portátil cuando éste último interrogó por el número de serie del módulo del medidor, esto ocurre en el sistema de radiofrecuencia bidireccional.

En ambos sistemas, en oficinas centrales, del sistema de administración de rutas y lecturas se carga una ruta al lector portátil o móvil.

Con el lector portátil o móvil se realizan las lecturas de medidores contenidas en la ruta.

Y se descargan éstas del lector portátil o móvil al software de administración de rutas y lecturas.

Del software de administración de rutas y lecturas los datos son enviados al sistema comercial.

2.4. Sistema de red fija.

- El módulo del medidor envía de manera periódica, mediante un señal radioeléctrica, el numero de serie del medidor, volumen y estado del sistema.
- Esta señal es recibida por un concentrador que recibe los datos de los medidores que se encuentren localizados en un radio entre 500 a 1000 m aproximadamente.
- El concentrador se instala en postes del servicio público de iluminación o telefónico, en azoteas de edificios públicos.
- Este concentrador envía los datos de todos los medidores al software de administración de rutas y lecturas localizado en estación central, de manera alámbrica o inalámbrica, de ahí, son reenviados al sistema comercial.
- Es un sistema que no requiere de letruristas.

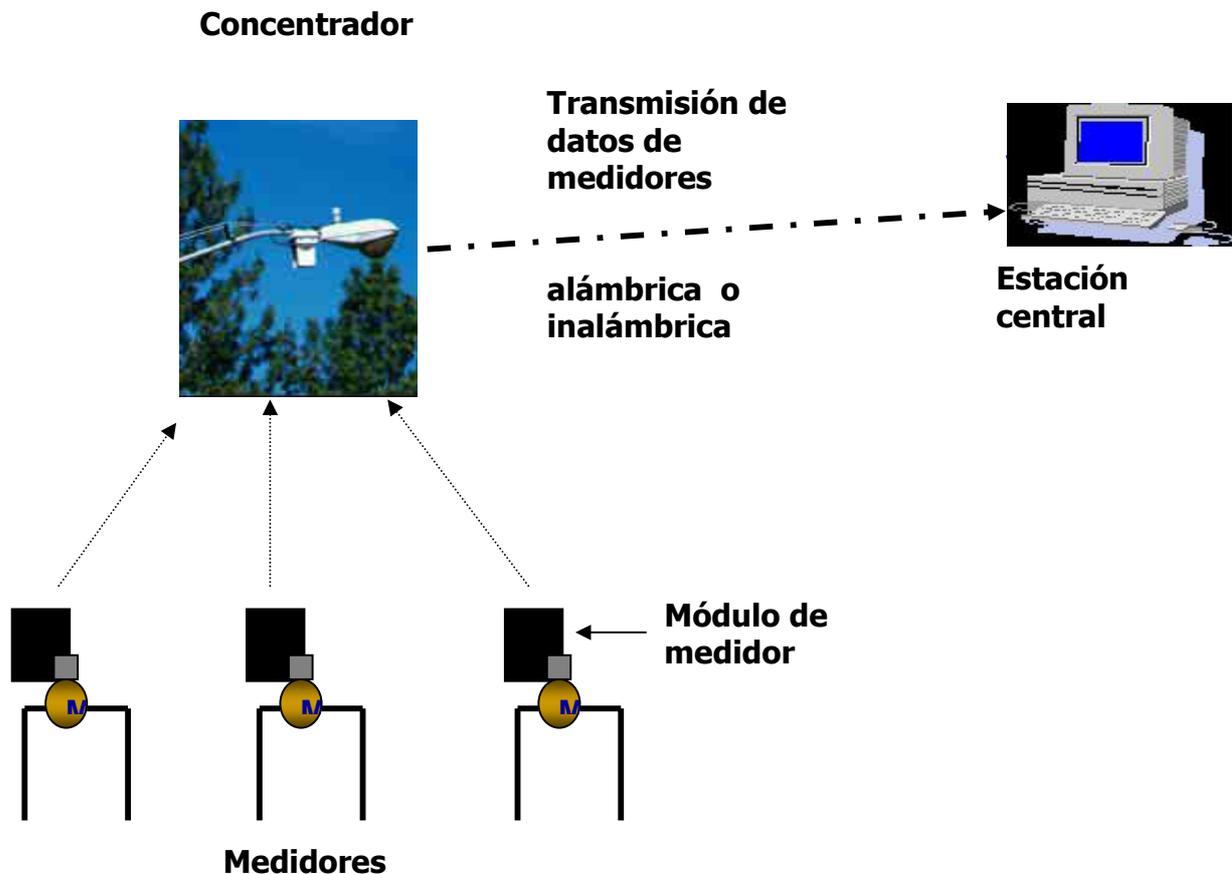


Figura 9. Transmisión de datos en sistema de red fija.

2.5. Sistema de administración de rutas y lecturas.

El sistema de administración de rutas y lecturas no es el sistema comercial. El sistema comercial, entre otras funciones, emite la facturación de consumos.

El sistema de administración de rutas y lecturas es una interfase entre el hardware de lectura automática de campo y el sistema comercial.

Para el caso de los sistemas de toque y radiofrecuencia, genera las rutas y audita el desempeño de los lecturistas.

3. Sistema de control supervisorio y de adquisición de datos (SCADA).

Su nombre proviene de las siglas en inglés SCADA supervisory control and data acquisition. Como su nombre lo indica es un sistema que tiene funciones de:

- **Telemedición.** Envío de datos de campo a larga distancia de manera alámbrica o inalámbrica, en muchos casos utilizando estaciones repetidoras.
- **Monitoreo.** Se refiere a la transmisión continua de datos observando estos en monitores para dar seguimiento al comportamiento del proceso.
- **Control remoto.** Permite la acciones de control como arranque y paro de bombas, apertura y cierre de válvulas desde el cuarto de control de manera remota.
- **Control automático.** En campo donde se localiza el equipo, este efectúa acciones de control como las ya descritas sin necesidad de la acción de un operador y en base a la lectura de parámetros.

La telemedición, el monitoreo, el control remoto y automático en estos sistemas se efectúa en tiempo real.

Este tipos de sistemas cuentan con una parte de hardware y otra parte de software. El sistema básico, considerando su entorno, cuenta con los siguientes componentes:

- **Transductor o sensor, elemento primario.** Es el dispositivo que sensa o mide el parámetro deseado (flujo, volumen, nivel, presión, corriente eléctrica, voltaje, PH, etc.) en forma de una señal eléctrica. Es la parte del medidor que efectúa la medición directa.

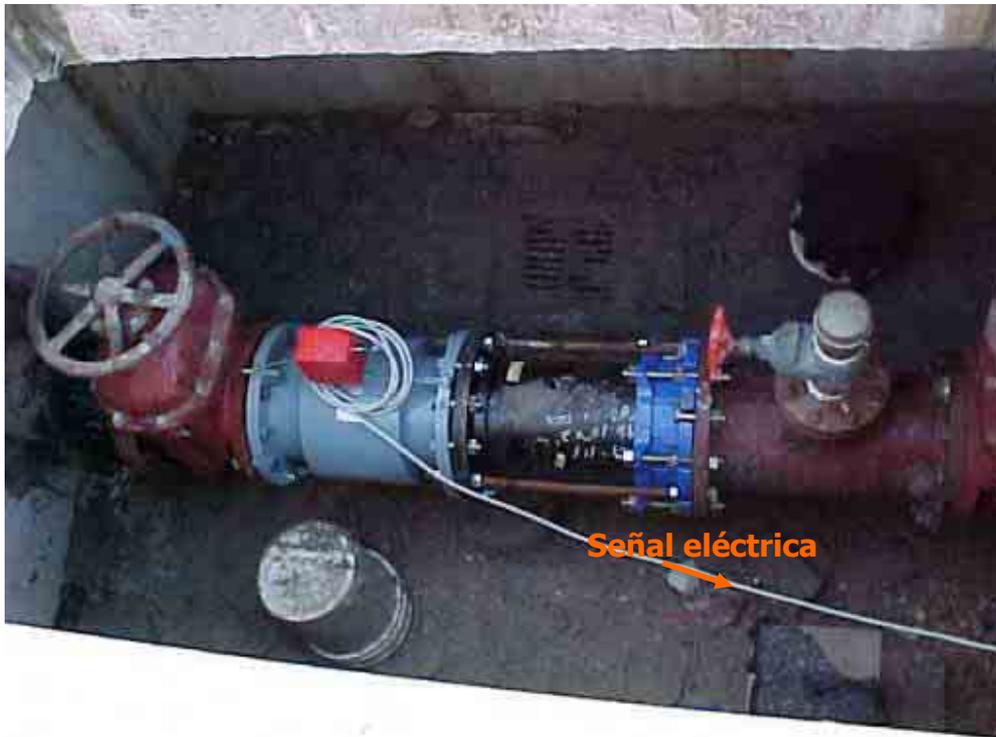


Figura 10. Elemento primario de un medidor de flujo electromagnético.

- **Unidad de despliegue o elemento secundario.** Es el equipo que muestra de manera local, en sitio, el valor del parámetro leído. En este equipo se efectúa la conversión de la señal eléctrica a las unidades del parámetro leído. En el caso de los medidores, es la carátula o pantalla del medidor. Estos equipos cuentan con las salidas eléctricas para enviar los datos a la RTU.



Figura 11. Elemento secundario de un medidor de flujo Electromagnético.

- **Unidad Terminal remota.** RTU por sus siglas en inglés Remote Terminal Unit. Es el equipo que recibe los datos de los elementos secundarios y de los elementos primarios, (cuando éstos últimos no cuentan con elementos secundarios), y efectúa las siguientes acciones:

Puede contar con un equipo adicional denominado PLC (por sus siglas en inglés Program Logical Control), este equipo se podría definir como una computadora para propósitos específicos de control. Recibe las señales de los elementos primarios y secundarios y genera salidas eléctricas de control para, por ejemplo, arranque paro de motores; apertura, cierre y modulación de válvulas, etc. Este equipo es programable y permite el cargado de algoritmos para definir las salidas de señales que efectúan las acciones de control en base a las señales de entradas de parámetros.

También recibe señales de entrada remotas para generar salidas de señales de control. Cuenta

también con un modem (modulador-demodulador) que recibe y envía señales de manera alámbrica o inalámbrica). Estos equipos pueden utilizar protocolos de comunicación (por ejemplo Modbus, Hart) para incrementar la eficiencia del uso de los modems operando los distintos elementos secundarios como nodos de una red y permitiendo el acceso a datos del elemento secundario. Cuando no se utiliza el PLC el sistema utiliza exclusivamente un modem.

- **Software de aplicación.** Este software se diseña para personalizar la presentación de los datos de campo y generar los iconos o botones para efectuar acciones de control de manera remota, permite incluir en pantalla dibujos isométricos del punto de medición, fotografías, planos en planta y en corte de los puntos de medición, etc. Existen diversos lenguajes de programación especializados para personalizar la aplicación.

Este sistema requiere definir un número mínimo de puntos de medición que permitan la inversión de estaciones repetidoras. Este tipo de sistemas se aplican en organismos operadores con complejidad en la operación hidráulica y que cuentan, de manera directa o indirecta, con el soporte técnico de expertos en sistemas SCADA del cual son propietarios.

3. Telegestión.

El sistema de telegestión utiliza, para la transmisión de datos, infraestructura inalámbrica de comunicaciones existentes tipo satelital o celular. En este concepto el usuario tiene que pagar una renta mensual por el uso de infraestructura de telecomunicaciones y se deslinda del mantenimiento y del desarrollo tecnológico de esta infraestructura.

Al igual que el sistema SCADA, tiene funciones de telemedición, monitoreo, control remoto y automático, pero no en tiempo real. Esta

es una de las grandes diferencias de la telegestión con un sistema SCADA.

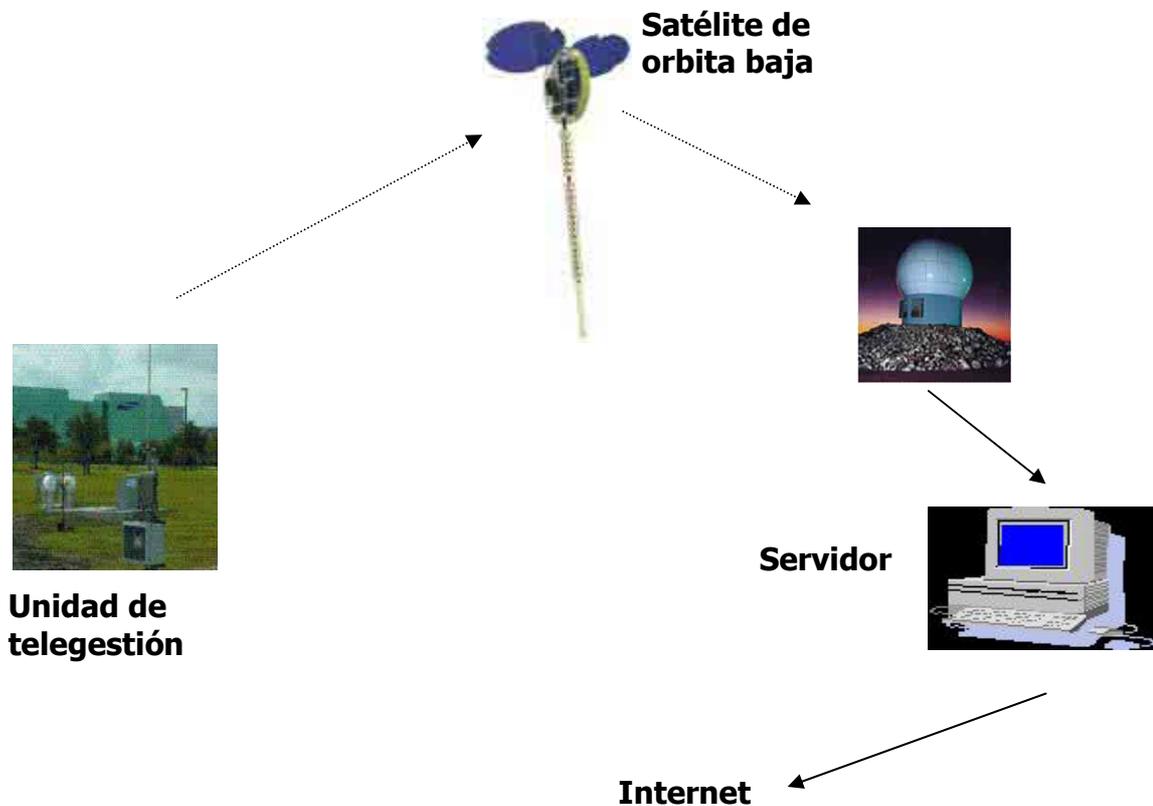


Figura 12. Transmisión de datos en sistema de telegestión.

En el concepto de telegestión se considera innecesario la utilización de enlaces radioeléctricos en tiempo real, los enlaces se efectúan cuando ocurre una alarma y/o acción de control. Cuando el tiempo real es indispensable esta tecnología no aplica.

Este tipos de sistemas cuentan con una parte de hardware y otra parte de software y también interactúa con los elementos primarios y secundarios conceptualizados en un sistema SCADA.

También permite contar con un PLC para efectuar acciones de control distribuído y local enviando mediante mensajes de alarmas, a

estaciones centrales, la notificación de cualquier acción de control realizada.

Para no perder el registro histórico de tendencias de parámetros y de acciones de control, estos datos se almacenan en un registrador de datos (data logger) y se envían periódicamente. De esta manera, se reducen los enlaces radioléctricos de comunicación y se disminuye el pago de derechos por el uso de infraestructura de comunicaciones celular o satelital. Existe un retraso del envío de datos, este retraso va desde 2 minutos hasta 120 minutos, un retraso típico es de 15 minutos.

Este sistema está dirigido al personal de operaciones del organismo operador que no cuenta con el conocimiento de programación de sistemas SCADA, es decir, es un sistema dirigido al usuario final que puede reconfigurar las acciones de control sin contar con conocimientos específicos técnicos de sistemas SCADA.

Como este sistema utiliza infraestructura de comunicaciones existentes y la transmisión de datos es inalámbrica, el sistema puede iniciar solo en un punto de medición e ir creciendo conforme a las posibilidades presupuestales del organismo operador lo permiten. Sin lugar a dudas es la solución para puntos de medición remotas y de difícil acceso.

4. Conclusiones.

Los sistemas de información hidráulica de campo son herramientas básicas para la administración hidráulica, no son mutuamente excluyentes ya que tienen sus aplicaciones propias, sus ventajas y desventajas. Se puede conformar un sistema híbrido, de acuerdo a las características de los sistemas y a las necesidades propias en un esquema de costo beneficio.

Las tecnologías mostradas deben conectarse a los sistemas administrativos, corporativos y técnicos en general para conformar un sistema integral de gestión hidráulica.

El diagrama básico de este sistema se presenta a continuación:

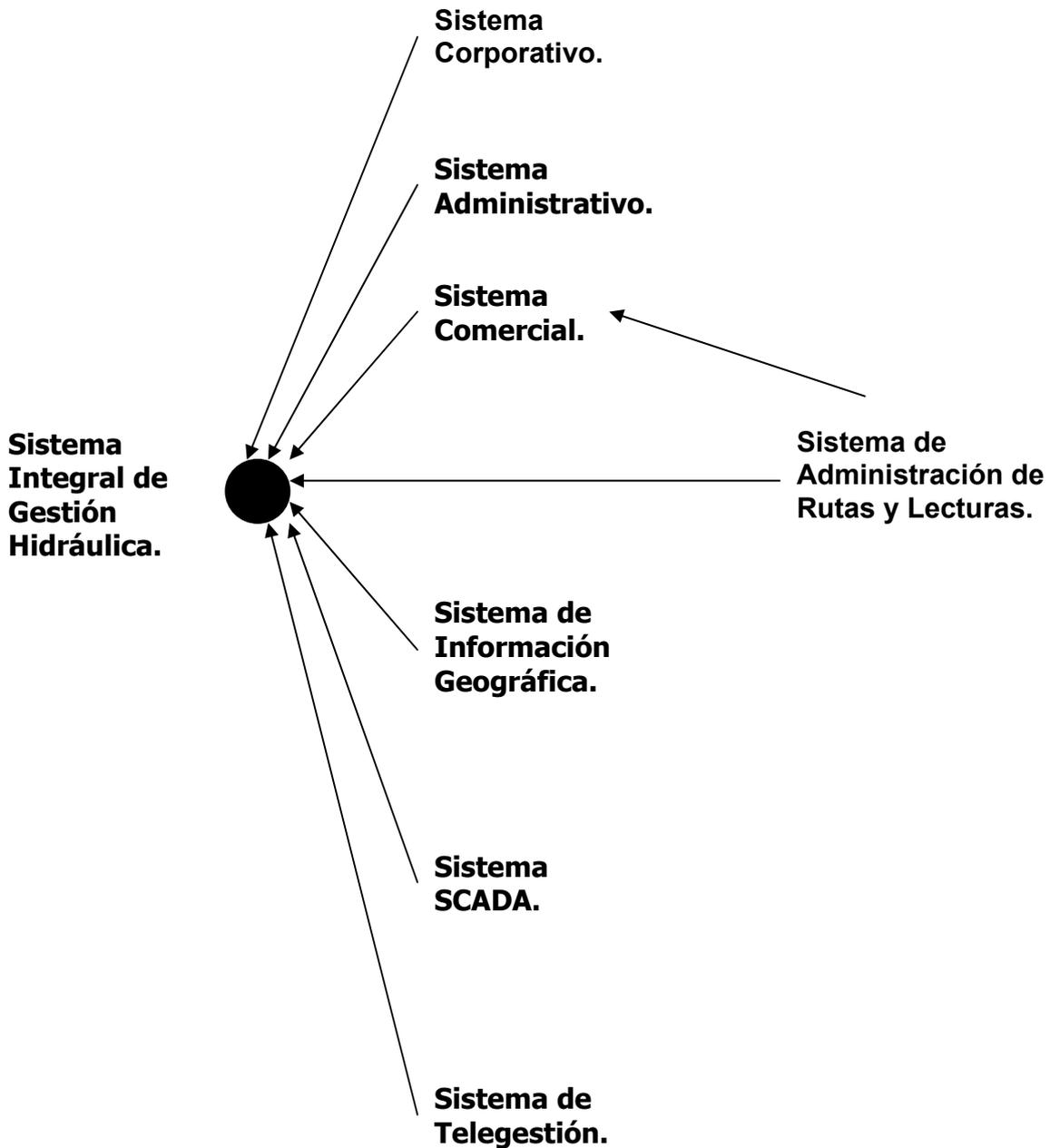


Figura 13. Diagrama de un sistema integral de gestión hidráulica.

A través de este esquema de gestión integral, el intercambio de información y de conocimiento entre las diferentes áreas de un organismo operador y en sus diferentes niveles, se realiza de manera automática lo cual incrementa las eficiencias del organismo.

Las tecnologías como las aquí mostradas son exclusivamente herramientas que día a día son diseñadas para su uso de manera cada vez más sencilla, esto sin que los usuarios tengan que ser expertos en la materia. Considerando que el organismo operador debe incrementar la eficiencia en la operación, cobertura, calidad y administración del sistema hidráulico reduciendo actividades de su personal (que sin duda es lo más importante en un organismo) en las cuales no se hace necesario y que se refuercen con horas/hombre las actividades donde el personal es indispensable.

En un esquema de costo – beneficio se recomienda invertir en sistemas de información en la administración y control de los grandes consumidores de agua –fuente principal de recaudación del organismo operador. En segunda instancia, en la infraestructura de fuentes de abastecimiento, conducción y distribución de agua potable (en este orden) y finalmente en los usuarios comerciales, de servicios y domésticos (siguiendo también este orden).