

# Gestión eficiente de la información de los sistemas de control. Experiencia en Emasesa

**Juan Ignacio Ruiz Carrascal** jefe del Centro de Control de Operaciones de la Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla (Emasesa)

## 1. Introducción

Los sistemas Scada y su explotación desde un centro de control se han convertido en una de las herramientas habituales para las empresas que gestionan el ciclo integral del agua. Tradicionalmente, estos sistemas están enfocados a la gestión de los procesos productivos, pero aportan información de miles de señales y, por sí mismos, son potentes herramientas de información (sistemas de información) que, con una visión integradora, pueden y deben aportar conocimiento a la organización para la optimización en costes, calidad y eficiencia del servicio prestado, así como contribuir con la función del mantenimiento.

Emasesa dispone de seis centros de control, correspondientes a los procesos productivos de sus diferentes instalaciones: la estación de tratamiento de agua potable (ETAP) Carambolo, las estaciones depuradoras de aguas

residuales (EDAR) Copero, Norte y Ranilla, el área de Calidad de las Aguas y el Centro de Control de Operaciones (CCO). Este último gestiona el conjunto de instalaciones del ciclo integral del agua, que están dispersas por una amplia geografía y sin personal permanente que las atienda. En total 172 instalaciones que aportan en tiempo real 25.000 señales (**Figura 1**).

Los sistemas de control han pasado por diferentes fases en las últimas décadas, evolucionando de los paneles de control locales a disponer, en entono web, de la información de los procesos, sistemas eléctricos, equipos mecánicos e instrumentación. Todos estos elementos o sistemas, cada uno a su nivel y función, generan información, que fluye de forma transparente hacia las diferentes áreas funcionales y sus responsables. Se tiende hacia una integración de los sistemas, que han pasado de silos de informa-



ción con islas a sistemas integrados dentro de los sistemas de negocio de las organizaciones. Tradicionalmente, todas las señales se trasladan a los sistemas de control, siendo una referencia el número de señales que trata, si bien lo racional sería conocer la gestión que se realiza.

Puede asegurarse que el desarrollo técnico de las últimas décadas permite una mayor integración de los sistemas y accesibilidad a más información. Esta mayor cantidad de información no supone un coste importante en su recolección, pero sí un mayor esfuerzo en su gestión. Esta evolución puede llevar de la dificultad de no optimizar ante la falta de datos, a la dificultad de no optimizar por el exceso de datos y por no disponer de la capacidad operativa para sacar los datos precisos en el momento necesario.

En este artículo se describen los trabajos realizados por Emasesa para:

- Ordenar la información según las diferentes fuentes.
- Validar los datos. Descripción del proceso de validación de datos, diferenciando entre datos, información y conocimiento.
- Detectar incidencias. Procesos automáticos para detectar cuándo los indicadores salen fuera de los límites de control asignados.

## 2. Diferentes fuentes de información

La cuestión es si todas las señales deben ser gestionadas desde el CCO en tiempo real. Según la experiencia operacional, desde Emasesa se ha decidido que desde el centro

de control solamente se gestionen en tiempo real los procesos, trasvasando el conjunto de información adicional de forma transparente a la operación hacia un repositorio central de datos conocido habitualmente como Historian (**Figura 2**).

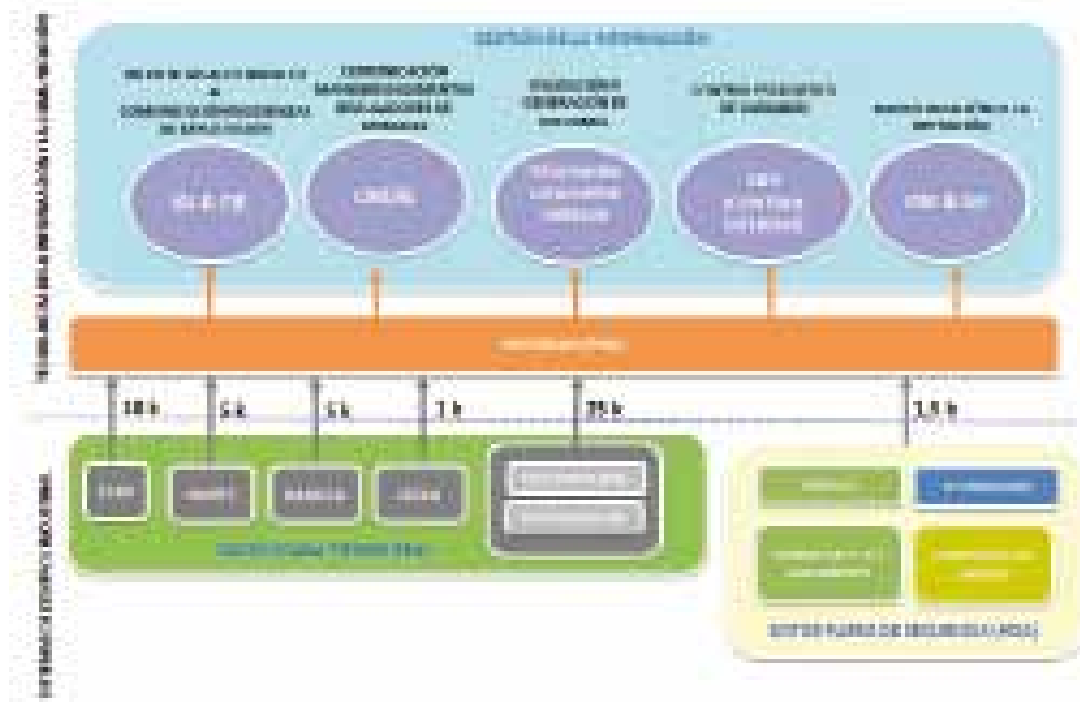
Los seis Scada en Emasesa, de tres fabricantes diferentes (Honeywell, Wonderware y Schneider), reportan en tiempo real todas las señales configuradas a un repositorio central, aplicación llamada Uniformance PHD (*process history database*) del fabricante Honeywell. Esto aporta los siguientes beneficios:

- Accesibilidad. Los datos están accesibles para toda la organización en tiempo real a través de herramientas comunes.
- Transparencia. Los datos se incorporan al sistema quedando disponibles en origen para todos, siendo la fuente contrastable.
- Integración. Se pueden incorporar datos de cualquier origen de datos. En Emasesa, las fuentes son: datos en tiempo real (los seis sistemas Scada disponibles); y datos fuera de secuencia que no proceden de los Scada al no ser necesaria su gestión en tiempo real. Los datos son de las áreas de redes, mantenimiento, saneamiento, consumos energéticos, etc.
- Los informes habituales de producción son desarrollados desde esta plataforma PHD, por el área de Sistemas de Información, ajenos al área de Control, compartiendo infraestructura, tecnología y recursos con el resto de la organización.



**Figura 1.** Centro de Control de Operaciones de Emasesa.

**Figura 2.** Esquema general del sistema de control e información implantado en Emasesa.



- Se independizan los sistemas de control de los sistemas de información facilitando la renovación de los sistemas al limitar su alcance. En los dos últimos años se han renovado los Scada más importantes por los procesos y tamaño, siendo estos cambios transparentes para la disponibilidad de información en los sistemas corporativos.
- Las soluciones aportadas son compartidas y aplicables a cualquier dato independientemente de su origen. La solución para realizar un informe es aplicable a los informes de los seis Scada.
- El desarrollo de herramientas basadas en estadística para el análisis diferido de los datos son compartidas y esta solución es independiente del origen del dato (tiempo real o fuera de secuencia) y del proceso que analiza.

### 3. Validación y generación de informes

Supone un gran avance disponer de un repositorio central de datos común a todo el área de producción (embalses, aducción, tratamiento, distribución, instalaciones, sectorización, depuración, vertido, etc.). Pero no toda la información que se almacena en los sistemas es correcta, viéndose afectada por la propia explotación, ruido en señales, fuera de servicio, fallos en las comunicaciones, etc.

Para poder disponer de datos correctos para la elaboración de informes y adquirir conocimiento son necesarios los procesos de:

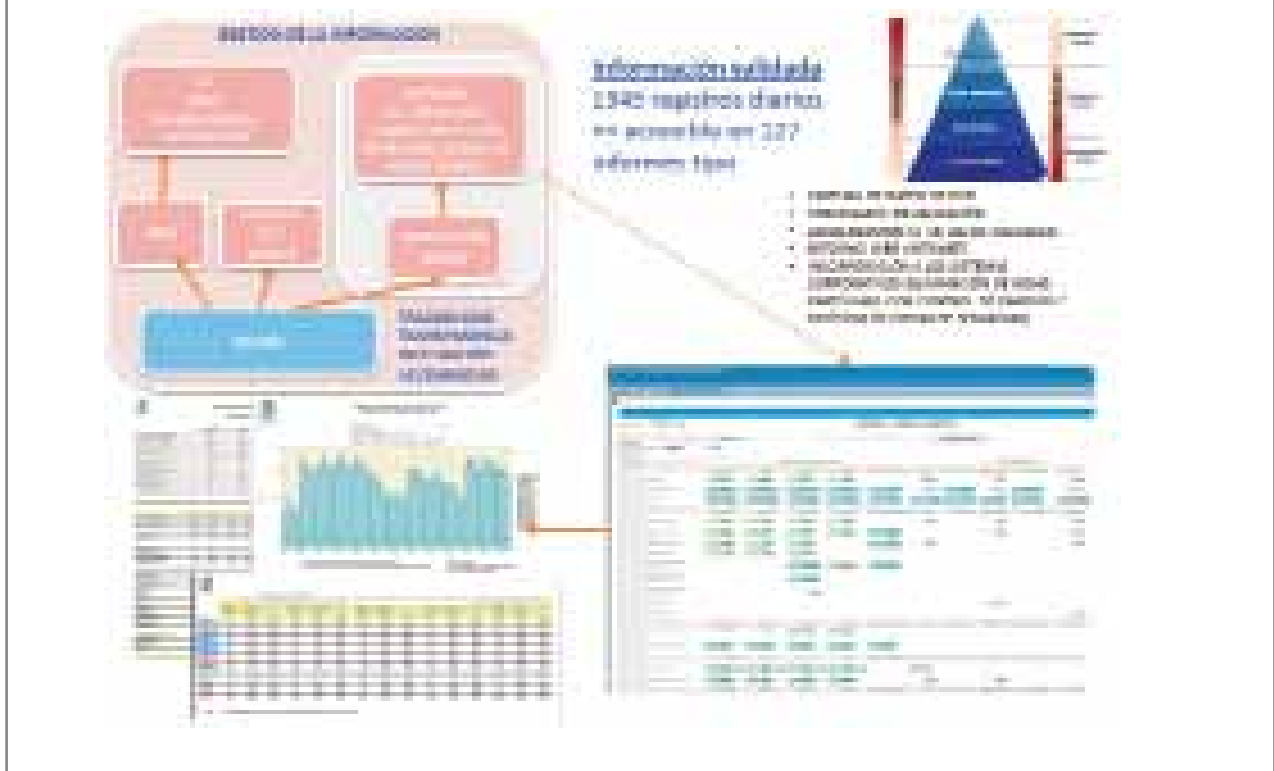
- Validación de datos (**Figura 3**). Proceso por el que, a través de un entorno web, se captura la información estratégica del Historian, se verifica su validez, modificando aquellos datos que presenten incidencias y se vuelven a guardar en el propio Historian con calidad de dato (manual o estimada y automática o de campo).
- Cálculo de indicadores. Ciertos indicadores de producción pueden requerir cálculos y combinaciones de señales para cada escenario de producción (aportaciones a los embalses, agua tratada, agua bruta importada, etc.).

Estas operaciones se realizan una vez al día y se corresponden con el balance de masas para un periodo de 24 h, de 8:00 h del día de ayer a las 8:00 h del día de hoy. Este modelo de gestión permite:

- Centralizar los datos relevantes de la operación de los procesos en los sistemas corporativos.
- Tener como partida los datos de los procesos que generan los sistemas de control almacenados en el Historian.
- Tener trazabilidad de su metodología de cálculo, que será igual para todos los sistemas, contando con criterios documentados, pues desde el área de sistemas de información se programan siguiendo las peticiones de los responsables de producción que no tienen acceso a la modificación de la metodología.



**Figura 3. Validación de la información.**



- Evitar los errores, los cambios, las hojas Excel personales, etc.

- Guardar los datos así validados en el Historian, herramienta en la cual se dispone de acceso a los datos en bruto generados por el sistema y los datos validados por los responsables de los sistemas.

Para el Centro de Control de Operaciones (25.000 señales) este proceso de validación de datos y cálculo de indicadores se realiza sobre 1.345 señales del sistema. Este mismo proceso de validación lo puede realizar cada área (Depuración, Tratamiento, etc.), siendo el modelo común para todas las áreas de producción.

#### 4. Datos, información y conocimiento

Entre las funciones de los centros de control está la de controlar los procesos o sistemas, pero ¿qué es controlar algo? Según Emasesa, controlar algo es hacerlo funcionar o comportarse de forma eficiente para un fin predeterminado y, para ello, es necesario disponer de conocimiento, que requiere de datos y de información. Los datos son productos de la observación. Las observaciones son realizadas por personas o instrumentos, como caudalímetros, manómetros, medidores de nivel, etc. Los esquemas de los sistemas Scada están llenos de datos.

Por su parte, la información forma parte de descripciones y respuestas a preguntas que comienzan con palabras como: quién, qué, dónde, cuándo y cuánto. Se considera útil decidir qué hacer, no cómo hacerlo. Por ejemplo, el sistema puede facilitar la información de:

- Cuánto tiempo tarda en abrir una compuerta de entrada a un tanque de tormenta.
- Qué gradiente de subida tiene el nivel del colector previo a la compuerta.
- Cuándo se producen los mayores gradientes (fechas y precipitaciones).
- Qué afecciones ha presentado la red en esos escenarios.
- Dónde se producen situaciones similares (otras compuertas).
- Cuántas veces ocurre.

Según la experiencia de Emasesa, las respuestas a las preguntas que empiezan con cómo constituyen conocimiento. El conocimiento está contenido en instrucciones. Se compone de un saber hacer, por ejemplo: cómo funciona un sistema o cómo hacerlo funcionar de la manera deseada, lo cual hace posible el mantenimiento y el control de objetos, sistemas y eventos.

En el ejemplo anterior de la compuerta, cuando la información suministrada lleva a la acción de corregir la afección que se presenta, incorporando en la programación del PLC que la controla nuevos criterios de apertura que detecten de forma temprana el gradiente elevado, se habrá conseguido pasar de disponer de datos al uso eficiente del conocimiento.

Por tanto, ¿qué datos son los necesarios? y ¿qué sistema presenta incidencia? La información de miles de señales en tiempo real que se reciben en el centro de control de Emasesa lo convierten en un importante sistema de información. Gestionar esos datos de forma eficiente, convertirlos en información y usar esa información en la toma de decisiones, es el proceso por el que se convierten los datos en conocimiento. Emplear el conocimiento para mejorar los sistemas o procesos a partir de esta información debe ser un objetivo de estos sistemas.

## 5. Funciones del Centro de Control de Operaciones

Entre las funciones que tiene asignado el CCO de Emasesa están las de operar las instalaciones con criterios de optimización eléctrica e hidráulica. Pero también realiza las funciones siguientes en relación con las posibles incidencias que presenten los sistemas:

- Detectar incidencias en los sistemas, algunas de las cuales son inmediatas, como puede ser un fallo de tensión, frente a otras complejas, como puede ser la deriva de un instrumento.
- Analizar si la incidencia puede tener una relación directa con trabajos planificados o se corresponde con una avería o incidencia real que hay que gestionar.
- Jerarquizar la posible simultaneidad de incidencias de diferentes sistemas asignándoles criticidad para la correcta gestión de los recursos.
- Actuar. Por lo general, estos sistemas son el primer equipo de intervención, realizando órdenes a distancia (maniobras o rearmes) o reconduciendo la gestión a la área y al responsable competente.
- Informar. La información siempre debe fluir hacia los responsables para conocimiento general.

Con el sistema descrito, estas funciones son automatizables con la información contenida en el Historian, siendo tan crítica la disponibilidad de las señales y de las aplicaciones para la gestión del Centro de Control de Operaciones como para el propio Scada. Además, presenta las ventajas siguientes:

- Los desarrollos *software* no se realizan sobre el Scada.
- Las aplicaciones son utilizables por cualquiera de los centros de control, así como por otras áreas que incorporen datos. En el caso de Emasesa son: redes con datos de la sectorización; mantenimiento con datos de equipos para mantenimiento predictivo; eficiencia energética con datos de los contadores de facturación de energía; saneamiento con datos de medida de colectores de la red; y control de vertido con datos de equipos de medida de calidad.
- Accesibilidad e integración desde la intranet, desvinculando la red de control de accesos externos.
- Las herramientas que permiten detectar incidencias se basan en el control estadístico, que sirve para tratar la evolución de un mínimo nocturno de un caudal o las maniobras de los grupos de residuales de una estación de bombeo de aguas residuales (EBAR).
- Cualquier indicador que refleje el proceso se puede calcular y asignarles valores límites, que una vez superados informará el sistema.
- No se deben revisar o monitorizar señales de forma sistemática. Identificando los procesos clave y los indicadores que lo reflejan, el sistema avisa de los desvíos, por lo que hay que centrarse en el análisis de las posibles causas, que pueden estar relacionados con trabajos planificados y sus efectos.

El trabajo de Emasesa en estos últimos años se ha centrado en automatizar las funciones de detección e informar.

### 5.1. Detectar

La actividad diaria de un centro de control con cientos de procesos y miles de señales (172 instalaciones y 25.000 señales en nuestro Centro de Control de Operaciones) impide poder detectar en tiempo real algunas incidencias que no tienen una repercusión inmediata en un sistema y su deriva es en el tiempo. Actualmente, Emasesa dispone de sistemas que, con controles diferidos cada 24 horas, advierten de su desvío. Estos sistemas están basados en el control estadístico de variables con asignación de límites dinámicos que requieren validación, asignación de causa asignable cuando se conoce, para el cálculo efectivo de los umbrales.

El sistema genera un aviso por correo electrónico que identifica el sistema, el proceso y el límite superado, acompañado por una gráfica para ver su evolución. Dependiendo de la variable el tiempo de la representación gráfica, se adecua a 24 horas, 7 días o 30 días. Es el centro de control el que evalúa la incidencia, contrastando con los trabajos planificados y efectos colaterales



que han podido generar. En el caso que exista una causa asignable, en el sistema de validación se le imputa para que ese dato no sea tenido en cuenta. Esta metodología permitiría analizar cualquier proceso del ciclo del agua.

Otro terreno importante es dotar a los centros de control de un sistema experto que, en segundo plano, contraste el comportamiento de los sistemas para detectar funcionamientos incorrectos. La complejidad de los procesos que se controlan y las amplias opciones de funcionamiento en los programas generan una elevada carga mental y de conocimiento en la operación, imposible de asumir como no sea a través de su automatización y seguimiento por sistemas supervisores externos. En este sentido, se trabaja para personalizar e incorporar ciertas aplicaciones desarrolladas para otros sectores.

## 5.2. Informar

Trasladar de forma inmediata las incidencias sensibles a los diferentes responsables, independientemente que los recursos materiales y humanos estén ya trabajando para su resolución, se hace totalmente imprescindible. La inmediatez de la información en cualquier lugar con las nuevas tecnologías obliga a disponer de sistemas automatizados que los gestionen. El esfuerzo mayor por parte de Emasesa es identificar cuáles son las incidencias clave que se deben comunicar.

Pensando en cómo perciben los clientes a Emasesa en las encuestas de satisfacción que realiza, aparecen los indicadores básicos: calidad, cantidad y continuidad del servicio. Y relacionar los procesos con estos aspectos ha llevado a identificar sus incidencias clave:

- Todo lo relativo a la medida de las características del agua potable que aportan las estaciones de calidad disponibles.
- Problemas de baja presión por niveles bajo en depósitos, baja presión en abastecimientos directo o presión baja en los sistemas con elementos de regulación de la red (válvulas reguladoras).
- Parada de estaciones de bombeo en abastecimientos directos o niveles muy bajos en depósitos.
- Avisos por nivel alto del río en épocas de crecidas.
- Niveles altos en la red de colectores o en cámaras de bombeos de pluviales.
- Niveles alto en las cámaras de los bombeos de las estaciones de drenaje de la red viaria (pasos inferiores), indicativo de posible inundación.
- Aviso de maniobras de los elementos reguladores de los embalses en relación con cambios en los caudales circulantes.

El sistema avisa al CCO, que contrasta la información con la explotación, evitando transmitir el ruido que se generan en estos sistemas debidos a fallos en la instrumentación, calibración de equipos, maniobras planificadas, etc. De esta manera, la información que se envía es real y se ha contrastado previamente.

## 6. Conclusiones

Los sistemas de control aportan una gran cantidad de datos que, gestionados de forma correcta, generan conocimiento aplicable en la forma de hacer de las compañías, contribuyendo a la mejora de sistemas, procesos y procedimientos de operación. Esta forma de gestionar datos debe ser inherente a la organización, no solo de los sistemas de control, sino aplicable a cualquier origen de datos.

Compartir recursos con el área de sistemas de información es una fortaleza de cara al crecimiento de los sistemas para gestionar los datos y los informes y generar conocimiento independizándolo del origen del dato. Es necesario diferenciar en los sistemas de control la información importante que debe estar orientada hacia la acción y derivar hacia los sistemas corporativos la información no crítica. También hay que dotarse de sistemas automatizados que detecten cambios en las pautas de comportamiento de la curva característica de un proceso o de su indicador significativo.

En definitiva, es necesario un modelo de gestión desde campo hasta la dirección que permita conocer qué datos son necesarios, qué sistemas los almacena, quién los valida y gestiona y, además, dotarlos de sistemas automatizados de avisos que permitan una explotación y gestión viable.

## 7. Agradecimientos

El alcance de lo descrito en este artículo es el resultado del trabajo en equipo de los técnicos del Centro de Control de Operaciones de Emasesa, tanto los que actualmente forman el grupo como aquellos que durante estos años han pasado por él, contribuyendo con su trabajo, análisis y propuestas al desarrollo de estas aplicaciones que permiten gestionar más eficientemente los procesos e instalaciones. Estas propuestas se han materializado en herramientas gracias al trabajo de los técnicos de Sistemas de Información, junto con los que han creado esta estructura, en la que además de su viabilidad técnica se pone de manifiesto el potencial que se genera cuando las áreas de Control y de Sistemas de Información trabajan de forma conjunta. A todos ellos agradecerles su trabajo y compromiso. 