

## INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

Solución de control de red de canales

# CONTROL DE RED DE CANALES

Mediante la coordinación automática de una serie de compuertas de regulación en un sistema de transmisión o de distribución de canales se puede optimizar la alimentación del canal para que los agricultores sigan recibiendo un caudal abundante y constante eliminando al mismo tiempo los derrames al final del canal.

## LAS VENTAJAS

### Más agua

Eliminando los derrames operacionales que suelen darse en el funcionamiento de canales queda más agua disponible en el río o en el lugar de almacenamiento para futuros riegos.

### Menor coste energético

Si el agua se bombea al canal en vez de trasladarla desde el centro de almacenamiento se pone fin a los derrames, lo que puede reducir sustancialmente los costes de energía.

### Mayor flexibilidad

A diferencia de los rígidos programas de riego tales como las rotaciones o turnos, el agua se entrega a los regantes según sus necesidades ya que esta se transfiere de manera automática desde el tramo del canal próximo aguas arriba del regante en lugar de desde alejadas cabeceras del sistema de canales.

### Más equitativo

Todos los regantes reciben la misma calidad de servicio: un caudal abundante y constante a demanda, independientemente de si están hacia el principio o el final del canal.

### Menos fugas

Si se cuenta con datos precisos en tiempo real sobre los niveles hídricos por todo el canal, es más fácil detectar las fugas e infiltraciones que puedan suceder en los tramos de canales. Por tanto, se pueden reducir los costes revistiendo solo un tramo y no todo el canal. Además, las fugas que pueden darse en la corona del canal cuando la red opera por encima de su capacidad prediseñada, también se reduce.

### Mayor productividad

El hecho de que las parcelas cuenten con caudales de agua abundantes y constantes supone riegos por superficie más breves, menos lixiviación de nutrientes como consecuencia de infiltraciones y menos marchitamiento debido a los anegamientos. También es más fácil determinar el tiempo de uso del riego por superficie y evitar por tanto un exceso de escorrentía. El resultado final es una mayor productividad de los cultivos mediante un menor uso de agua.



## EL DESAFIO

El objetivo principal del riego de canal abierto es alimentar al canal de manera fiable mediante la demanda de agua justa para que todos los agricultores reciban equitativamente caudales abundantes.

Sin embargo, sin una medición del caudal precisa y a tiempo real en toda la red de canales o sin la capacidad de hacer ajustes con frecuencia en las compuertas de regulación manuales, esto es un verdadero desafío.

Además, las fugas e infiltraciones que no se detecten, los fenómenos meteorológicos inesperados y las falsas maniobras hacen que la regulación de los canales sea más un arte que una ciencia. Esto es especialmente desafiante en sistemas con circulación lenta de agua o tramos de largo recorrido en donde el agua puede tardar días en circular desde la cabecera del canal hasta la cola en sistemas donde el agua se usa para otros fines como la generación de energía hidroeléctrica.

Como consecuencia se dan niveles hídricos impredecibles y una escasez potencial de agua, especialmente en el extremo aguas abajo de la red de distribución, donde las repercusiones se magnifican.

Para prevenir esto, un recurso típico suele ser suministrar más agua de la necesaria desde la presa o el río, pero entonces el agua que supera el consumo realizado por los regantes se pierde por los escapes al final del canal a no ser que se construyan costosas balsas para hacer recircular el agua.

En un mundo con recursos cada vez más escasos, las consecuencias pueden ser serias. Estas abarcan desde innecesarios costes energéticos por un bombeo excesivo de agua, a un descenso de la producción agraria dado que no hay agua suficiente disponible en horas punta, hasta una extracción excesiva que afecta a la sostenibilidad de producciones futuras y del medio ambiente.



### La solución de red de control de canales le puede ayudar si:

Tiene problemas con el control de los niveles hídricos y de caudal en la red de canales.

Desea alimentar al canal equitativamente mediante la demanda de agua justa requerida por los agricultores.

Necesita reducir costes energéticos de extracción por bombeo.

Necesita mejorar la consistencia y fiabilidad de la entrega de agua a las explotaciones agrarias.

Desea reducir costes de revestimiento de canales con remedios específicos.

Desea mejorar la productividad y seguridad de los operadores in situ.

## SOLUCIÓN TCC

La Solución de Control de red de canales está compuesta de una gama de productos integrados llamados TCC (Total Channel Control®, Control Total de Canal). TCC es una gama de componentes modulares de hardware y software que aportan soluciones adaptables a las necesidades del usuario, como el control y manejo de las redes, la gestión de la demanda o el control y la facturación de los pedidos.

La Solución de Control de red de canales incorpora otros componentes TCC para resolver los problemas de riego que afrontan las comunidades de regantes, como por ejemplo, la distribución eficaz del agua, el control de operaciones, la medición precisa y un mejor servicio a los clientes.

# CONTROL DE RED DE CANALES

## LA SOLUCIÓN

Nuestra solución ha demostrado ser fácil de instalar y rápida a la hora de ponerse en funcionamiento.

### Conlleva instalar:

- Nueva generación de compuertas de regulación llamadas FlumeGate®.
- Compuertas FlumeGate® o caudalímetros SlipMeter® ante tomas grandes.
- Una red de datos por radio para permitir la comunicación de compuerta a compuerta.
- Un software de control de red de canales llamado NeuroFlo® para coordinar el movimiento de las compuertas FlumeGate®.
- Un monitoreo remoto y un sistema de telemetría de gestión llamado SCADAConnect®.
- Un software de visualización de redes y de análisis llamado Network®.

Todas las compuertas de regulación a lo largo y ancho de un sistema de canales se coordinan de modo que los niveles hídricos permanecen estables cuando se suministra la cantidad de agua necesaria desde la presa o el río. El sistema de canales actúa con casi la misma capacidad de respuesta y eficiencia que una tubería pero sin el alto coste de estas.

### Compuertas FlumeGate®

Las compuertas FlumeGate® están instaladas en emplazamientos colocados en serie a lo largo del canal, tienen forma vertedera o aliviadera y disponen de un sistema de moto-control preciso, lo que supone un buen control del caudal por la compuerta. Sus sensores integrados ofrecen una medición precisa de los niveles hídricos y del caudal en tiempo real. Los caudalímetros SlipMeter® ofrecen la medición del caudal a tiempo real y el control automatizado en las acequias o tomas grandes.

### Datos por radio

El sistema integrado de comunicación de datos por radio de las compuertas FlumeGate® permite que cada compuerta FlumeGate® mande información a la compuerta FlumeGate® contigua.

La comunicación de compuerta a compuerta supone una respuesta mucho más rápida dado que no se necesitan hacer transmisiones de larga distancia al centro del control. También proporciona redundancia dado que la solución de red de canales está en funcionamiento incluso en el caso de que se dé un fallo temporal en la comunicación con el centro de control.

### NeuroFlo®

Cuando una compuerta FlumeGate® recibe información del nivel hídrico y del caudal a través de su compuerta vecina o de una toma en el tramo, el software NeuroFlo® determina la respuesta. NeuroFlo® determina cuánto se debe abrir o cerrar la compuerta FlumeGate® y cuánto debe aumentar o disminuir el caudal para suministrar el agua que sale del tramo y para mantener los niveles hídricos deseados. Se tiene que determinar la respuesta con cuidado para cambiar el caudal lo más rápido posible pero no lo demasiado rápido como para que provoque un desbordamiento o el vaciado del tramo. El software NeuroFlo® calcula una respuesta óptima capaz de asegurar

también que el cambio del caudal tenga el efecto de reducir el breve oleaje que se forma en otras partes de la red de canales como consecuencia de dicho cambio. Sin el software NeuroFlo® tal oleaje puede desestabilizar el sistema de canales.

### SCADAConnect® y network

El software SCADAConnect® monitorea de manera constante la operación del canal para avisar a los operadores de cualquier comportamiento anómalo. La visualización detallada, la navegación y el análisis dinámico a tiempo real de los caudales y niveles hídricos de los canales junto a los ingeniosos sistemas de alarma aseguran que los operadores cuenten con toda la información necesaria.

Al igual que los guardias de seguridad, los operadores solo intervienen para evitar, diagnosticar o resolver problemas. Además, con las herramientas integradas en el software SCADAConnect® pueden hacerlo de manera eficiente y rápida.

Estos elementos funcionan conjuntamente al pasar la información de los niveles hídricos y del caudal a lo largo del canal y aseguran que se coordine la respuesta hasta la presa o estación de bombeo. Cualquier aumento en la extracción de agua en cualquier parte del sistema (incluyendo fugas y evaporación) se puede solucionar si todas las compuertas FlumeGate® dejan pasar la cantidad justa de agua. Cualquier reducción en la extracción de esta (incluyendo lluvias y riegos locales) supone el cierre de las compuertas FlumeGate® a lo largo del canal, almacenando así de manera eficiente el agua para un uso posterior.

## CONTROLADORES NEUROFLO®

La piedra angular de la solución es el software NeuroFlo, que determina la respuesta óptima de todas las compuertas FlumeGate® dado que conoce exactamente el comportamiento hidráulico de cada tramo del canal y la estrategia operativa elegida por los que gestionen el canal.

### Comportamiento hidráulico

Durante el proceso de implementación, creamos los modelos matemáticos para cada tramo del canal.

Los modelos se calibran utilizando medidas del sistema real in situ: el agua se libera de forma graduada y se mide su comportamiento con precisión mediante un proceso que se llama Identificación de Sistema. De esta manera se pueden tener en cuenta las características especiales de cada tramo del canal sin la parte intuitiva que suele encerrar el modelización. El software NeuroFlo® detecta los cambios geométricos o variaciones en la alineación, el impacto del crecimiento acuático o de las obstrucciones y el estado del revestimiento del canal. A continuación empleamos el modelo calibrado para diseñar un controlador, que es la parte del software NeuroFlo® capaz de predecir el comportamiento hídrico en ese tramo del canal independientemente de la combinación del caudal y de la altura del agua (estas combinaciones se llaman estados de control).

Finalmente, una vez diseñado, el controlador NeuroFlo® se valida mediante simulaciones por ordenador

### Respuesta óptima

El resultado es que el software NeuroFlo® está perfectamente calibrado para controlar cada compuerta FlumeGate® y para responder de manera óptima a cualquier cambio que se haga en el uso del agua dentro del sistema de canales.

### Estrategia operativa

La estrategia operativa o reguladora es la medida general que se emplea para controlar el suministro de agua en una red o sistema de canales. Los directores de riego se decantan por una estrategia para sopesar factores tales como la respuesta ante un cambio en la demanda, la necesidad de almacenamiento de volumen, las topologías de la cuenca y los costes de construcción.

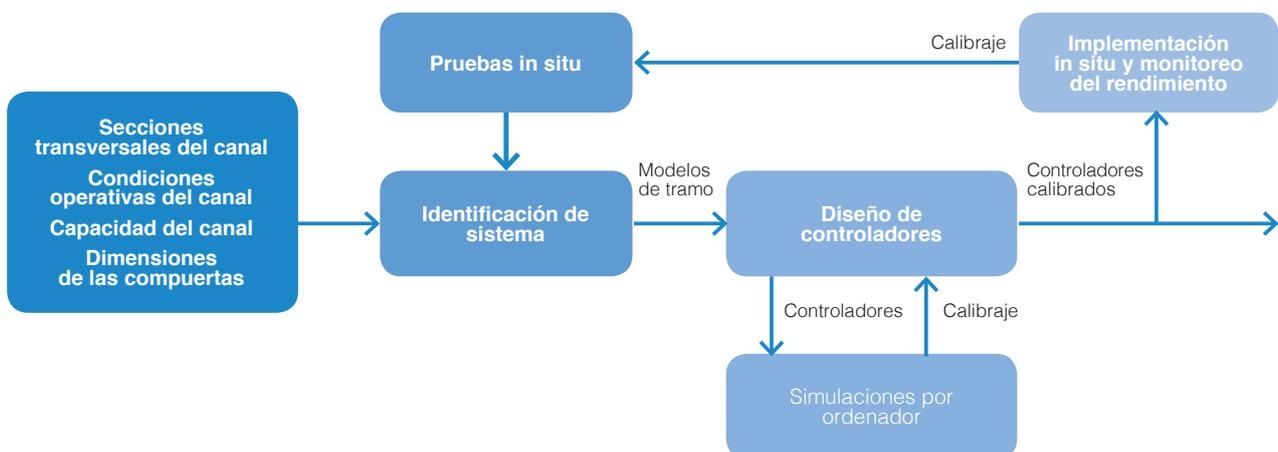
Tipos de estrategias operativas:

- Aguas arriba o control del suministro.
- Aguas abajo o control a través demanda.
- Control mixto o híbrido: una combinación de los dos puntos anteriores.

La Solución de Control de red de canales funciona con cualquiera de dichas estrategias operativas



## DISEÑO Y CALIBRAJE DE CONTROLADORES DEL SOFTWARE NEUROFLO®



# CONTROL DE RED DE CANALES

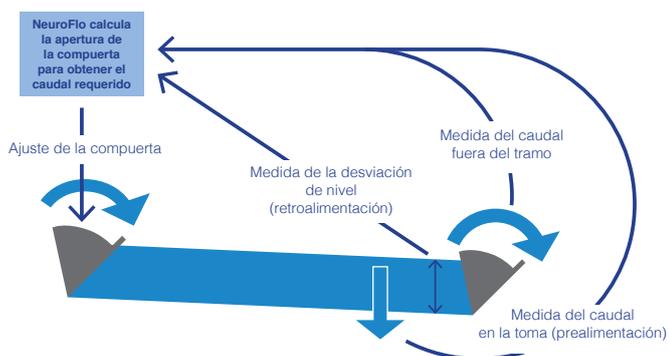
## ¿Cómo funciona la estrategia operativa de la demanda de agua del software NeuroFlo®?

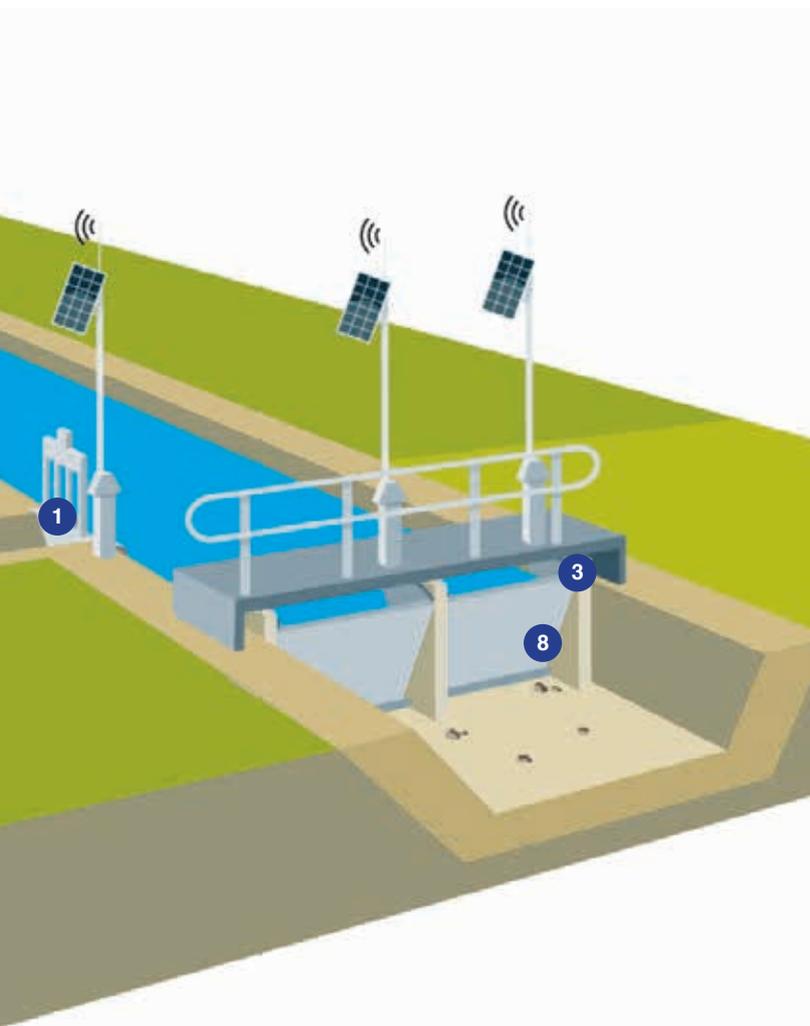
- Cuando un agricultor da comienzo al riego, la toma manda inmediatamente información sobre el caudal entregado a las compuertas aguas arriba.
- Las compuertas aguas arriba responden mediante el envío de caudal adicional a ese tramo del canal.
- Las compuertas aguas abajo de la parcela monitorean la mínima variación del nivel hídrico deseado y mandan dicha información a las compuertas aguas arriba para realizar ajustes mínimos del caudal adicional con el fin de asegurar el nivel hídrico adecuado.
- Al mismo tiempo, las compuertas aguas arriba mandan información a las siguientes compuertas aguas arriba sobre el caudal adicional que están dejando pasar.
- Las siguientes compuertas aguas arriba se abren para dejar pasar caudal adicional a este tramo del canal.
- Las compuertas aguas abajo al final de este tramo del canal también monitorean los niveles hídricos y mandan la información a las compuertas aguas arriba para realizar ajustes mínimos del caudal con el fin de asegurar que se mantiene el nivel hídrico adecuado en este tramo.
- El proceso continúa a lo largo del canal para que pase la cantidad justa de agua con el fin de mantener un nivel hídrico adecuado y no haya derrames.
- Se eliminan los derrames al final del canal.

Por otra parte, cuando un agricultor detiene el riego la toma manda dicha información a las compuertas aguas arriba de la parcela y estas reducen el caudal. Entonces las compuertas aguas abajo monitorean el nivel hídrico y mandan dicha información a las compuertas aguas arriba para hacer ajustes mínimos en el caudal. A continuación se vuelve a repetir el proceso en cada tramo del canal a lo largo de este, tal y como se hizo previamente, haciendo uso de la capacidad de almacenamiento disponible en el propio canal para apresar el agua que ha pasado a este. Se utiliza el canal como una balsa.



## El control de red de canales emplea una tecnología de control de prealimentación y retroalimentación





- 1 El riego comienza y la toma manda la información sobre el caudal a las compuertas aguas arriba.
- 2 Estas compuertas se abren inmediatamente para dejar pasar caudal adicional.
- 3 Estas compuertas monitorean el nivel hídrico y manda inmediatamente esta información a las compuertas aguas arriba.
- 4 La información sobre el caudal adicional se manda inmediatamente a las compuertas aguas arriba.
- 5 Estas compuertas se abren inmediatamente para dejar pasar caudal adicional.
- 6 Estas compuertas monitorean el nivel hídrico y mandan inmediatamente esta información aguas arriba.
- 7 El proceso continúa hasta la presa o el río.
- 8 Se pone fin a los derrames y los niveles del canal se estabilizan.

## CASOS PRÁCTICOS

**La solución de control de red de canales ha demostrado su eficacia en muchos países. Existen casos prácticos disponibles de los siguientes clientes:**

El distrito de riego de Oakdale (Oakdale Irrigation District) en California ha puesto fin completamente a los derrames en sus 10,5 km del canal secundario Claribel, lo que ha supuesto 2 hm<sup>3</sup> de agua adicional disponible cada año.

El distrito de riego Shepparton en Australia ha mejorado la eficacia de su distribución de un 75% a un 90% en sus 700 km de canales, lo que ha supuesto 39 hm<sup>3</sup> de agua adicional disponible y lo que se traduce en prácticas agrícolas más sostenibles y mejoras en el medio ambiente.

El distrito de riego del río Fen en Shanxi en China está disminuyendo las pérdidas de agua a un 25% del coste de los procesos tradicionales.



Escanea o visita: <http://youtu.be/G8VmCBCjmts> para ver una animación del Control de red de canales.

# CONTROL DE RED DE CANALES

## COMPONENTES

La solución comprende una gama de componentes modulares de la tecnología TCC®



Las compuertas FlumeGate® son caudalímetros con forma vertedera o aliviadera de control que se utilizan conjuntamente para regular el sistema de canales. Las compuertas FlumeGate® ofrecen un sistema de medición de caudal exacto, un sistema de moto-control preciso, una fuente de energía y sistema de tele-comunicación por radio, todo ello perfectamente integrado en una misma instalación.



Los ingenieros diseñan e instalan un sistema de comunicación que permitirá la comunicación interna entre las compuertas FlumeGate® a lo largo del canal y el monitoreo remoto de todo el equipo in situ desde el centro de control.



El software de control de red NeuroFlo® determina la respuesta de cada compuerta FlumeGate® y coordina la propagación de la información del caudal arriba (o abajo) del canal.



SCADAConnect® es el software SCADA® diseñado específicamente para el riego. Tiene la capacidad de monitorear y controlar todos los dispositivos de los lugares de instalación, con un manejo de alarmas completo, y la capacidad de realizar un sofisticado análisis estadístico.



El módulo de software de visualización de redes ofrece una representación visual y esquemática de la red de riego, lo que hace fácil navegar por la red y proporciona un análisis breve y dinámico del comportamiento operativo.



Los caudalímetros SlipMeter® tienen compuertas de control con forma deslizante diseñados para automatizar las tomas parcelarias o las bocatomas de canales terciarios. El uso de los caudalímetros SlipMeter® puede ayudar a optimizar en mayor profundidad la estrategia de control del canal, haciéndolo responder con mayor rapidez.

## ACERCA DE RUBICON® WATER

La tecnología avanzada de Rubicon® Water optimiza el transporte y la distribución del agua, y el riego por superficie. Permite la gestión de los recursos hídricos a muy altos niveles de eficiencia y control. Nuestra tecnología permite aumentar la cantidad de agua disponible y mejorar la calidad de vida y las condiciones de trabajo de los agricultores, así como aumentar la producción y la seguridad económica.

Rubicon® opera desde 1995 y hoy en día dispone de más de 20.000 compuertas instaladas en sistemas TCC en diez países.



Barcelona: +34 935 737 422 // Valencia: +34 961 667 013 // Murcia: +34 968 898 002 // Málaga: +34 952 244 624 // Sevilla: +34 955 981 990 // Madrid: +34 916 746 050 // Portugal: +351 243 329 097