

Medición , control y regulación de agua en canales y acequias

Equipos de medición de caudal y
compuertas automatizadas
telegestionadas

Fecoreva 3/6/ 2016.

Jose Alfonso Siegrist



- Medidores vertedero ,Parshall y cresta elevada.
- Medidores efecto doppler ultrasonidos
- Medidores de correlación scanner
- Medición en tuberías lamina libre
- Medición de nivel .Sondas piezorresistiva



Regulación de agua en canales. Consideraciones y necesidades

- Tele gestión y mecanización de las compuertas existentes . (Compuertas de captación (azud rio ,pantano etc) , compuertas de almenaras o de seccionamiento. Compuertas de tomas laterales.
- Instalación de nuevas compuertas modernas . mecanizadas y tele gestionadas. Posibilidad de alimentación con energía solar.
- Medición de caudal en las compuertas ,Si no lo puedes medir , no lo puedes controlar .,
- Necesidad de desplazar las masas de agua en tiempo real en función de los consumos. Previsiones diarias con ajustes horarios.



Existencia de iniciativas de la CEE y gubernamentales para desarrollar y potenciar , la medición el control y la regulación del agua de riego.

La industria del riego está enfrentándose a restricciones, y en varios casos reducciones, en la disponibilidad del agua y derechos.



Legislación medio ambiental

- [Directiva Marco Europea de la comisión del agua](#). Exigencia legal del control de caudales .
- [Orden Ministerial MAGRAMA .ARM/1312/2009](#). BOE nº 128 de 27 mayo 2009 El registro y anotación del caudal en el libro de control de cada aprovechamiento con los datos diarios de caudal es obligado en la para los titulares de las concesiones , como queda recogido en el capítulo III artículo 10 punto 1.d) de la orden . .
- En relación con el caudal máximo autorizado en el título habilitante de cada concesion se consideran cuatro categorías, de acuerdo con la tabla siguiente: Categorías :
- Primera. Menor que cuatro litros por segundo (<4l/s).
- Segunda. Igual o mayor que cuatro litros por segundo y menor que cien litros por segundo (4-100l/s).
- Tercera. Igual o mayor que cien litros por segundo y menor que trescientos litros por segundo (100-300l/s).
- Cuarta. Igual o mayor que trescientos litros por segundo (≥ 300 l/s).
- *En los aprovechamientos de [categoría cuarta](#) del artículo 3 (igual o mayor a 300 litros / segundo) el titular anotara en el libro de control el volumen diario captado o retornado y generara un archivo **automático** de la información contenida en el anexo, especificando el consumo realizado o en su caso; el retornado, extendido a [detalle horario](#).”*



Necesidad de medir para controlar.

Si no lo puedes medir no lo puedes controlar.

La medición es la primera etapa que conduce al control. Si no puedes medir algo, no lo puedes comprender. Si no lo puedes comprender, no lo puedes controlar. Si no lo puedes controlar, no lo puedes mejorar.

Velocímetro=Caudalímetros

Acelerador y freno. Telegestión de compuertas
Operar en tiempo real .



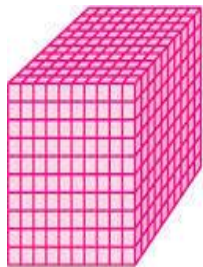
Beneficios del control del consumo de agua .

Canal de 10 m³/sg

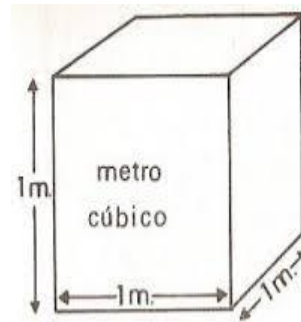
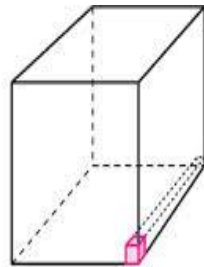


El control de las compuertas en un canal del Ebro se realiza en 3 periodos del día . A las 8 horas a.m , A las 12 horas a.m y a las 15 horas .(horario administración publica de confederaciones .) .Durante 17 horas el periodo de tiempo que va desde las 15 horas a las 8 am . El volumen de agua es fijo.

- Los pedidos de agua los realiza la Comunidad General de regantes con 24 horas de antelación a la Confederación hidrográfica .
- El pedido de agua comunicado a la Confederacion no se puede modificar en el día por lo que los excesos y rechazos de agua que se producen ,son transportados en el canal y han de enviarse a los desagües , derrames ,cuando las balsas agrícolas están llenas.
- Existe una gran volumen de agua que se pierde por derrames y no se consume para riego.
- En 17 horas a 10 m³/sg se consume un volumen de 612.000 m³ , es decir mas de medio Hectómetro cubico , que se puede desperdiciar si no podemos cerrar o regular el caudal en la entrada del canal o almacenarlo en las balsas .



$$1 \text{ dm}^3 = 10 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm} = 1.000 \text{ cm}^3$$



500 mts x
500 mts x
500 mts =
Medio
Hectómetro
cubico



Ejemplo: los beneficios y el poder de la automatización

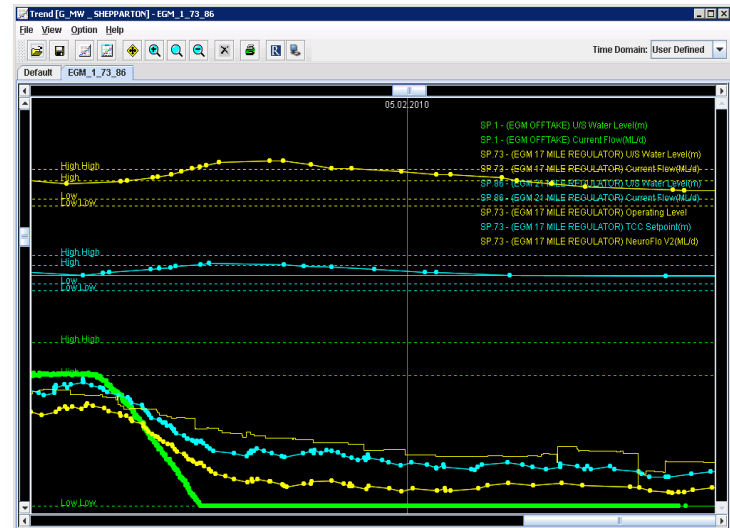
- El 5 Febrero 2011 se produjo una gran precipitación en un área agrícola .
- Más de 330 agricultores decidieron cancelar su uso de agua por medio de teléfono e internet.
- Como consecuencia la demanda disminuyó 4.000 litros por segundo (4 m³/segundos)
- Con cada disminución de la demanda, todas las compuertas en el canal principal cerraron un poco para guardar el agua en los canales
- En lugar de verse al final del canal 200.000 litros, se vertieron solo 7.000 litros, es decir se ahorró 96.5%

Nivel del agua en el primer tramo

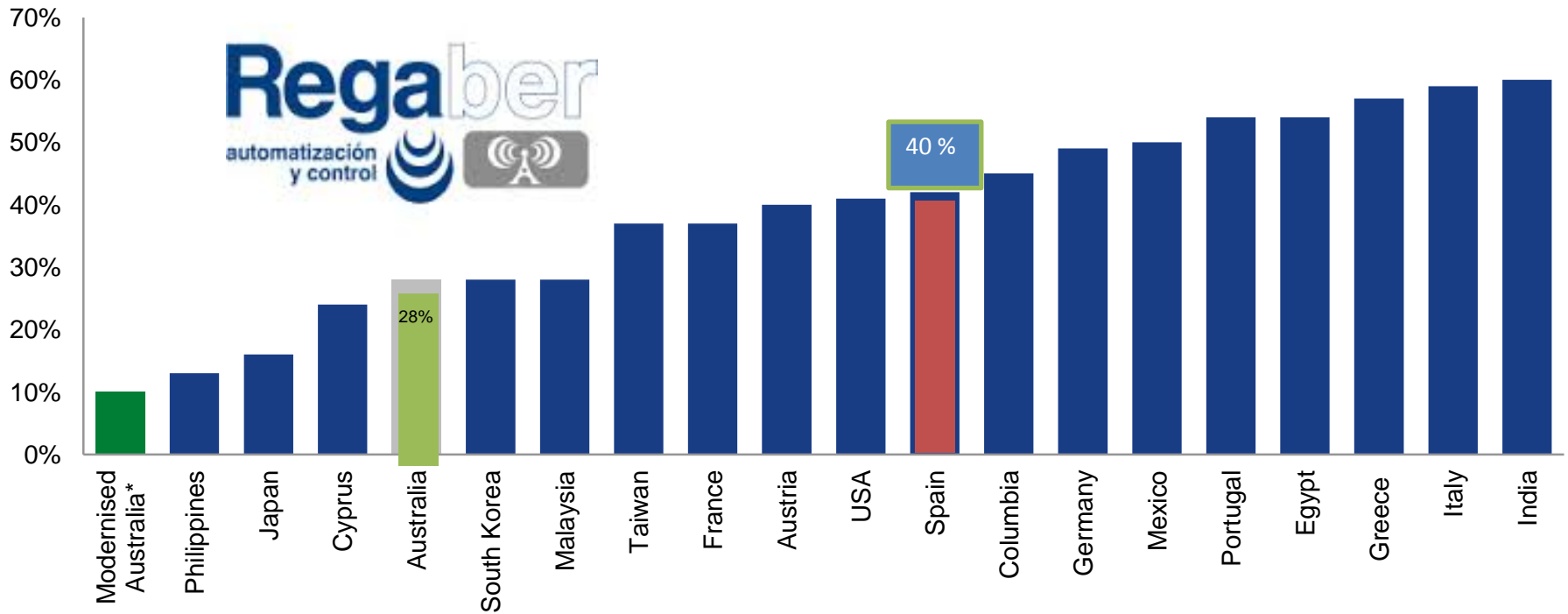
Caudal saliendo de la presa

Caudal de la primera compuerta de control debajo de la presa

Caudal de la segunda compuerta de control abajo



Pérdidas en el transporte y distribución de agua por países.



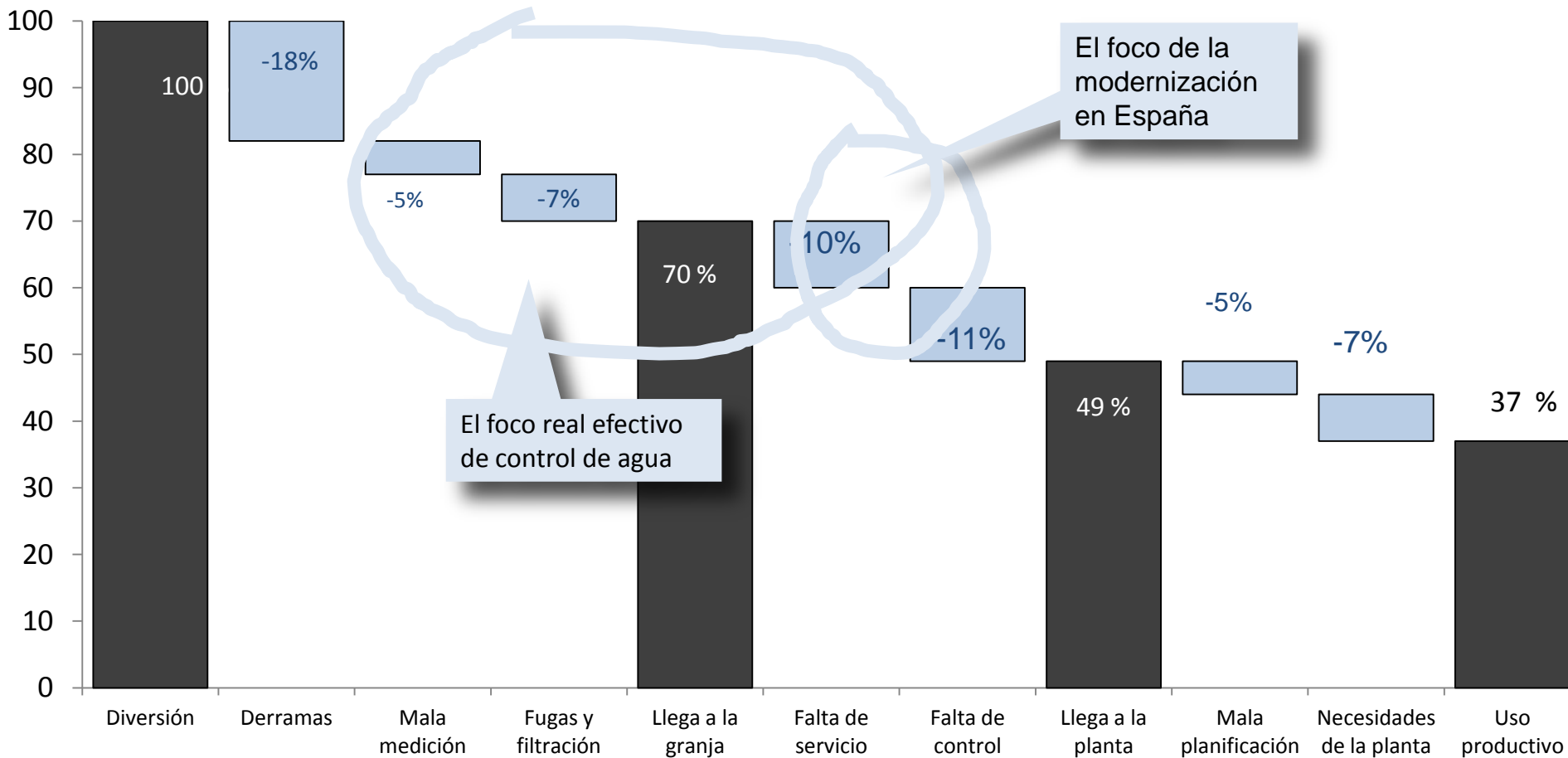
* 90%: Comunidad de Regantes de Riego Coleambally (2005/06) y Comunidad de Regantes Shepparton (2010/11)

Fuentes: Bos 1990, United Nations FAO and International Institute for Land Reclamation and Improvement (1990) as cited by Land & Water Australia



Solamente un 37% del agua captada llega a la planta

La mayor pérdida de agua se produce durante el transporte y ello se debe mayormente a causa de la mala gestión: no se conecta la oferta con la demanda



Fuentes: SKM 2000 and Cardno 2010, y La UNESCO World Water Development Report 2009



Productos para canales y acequias.

Productos

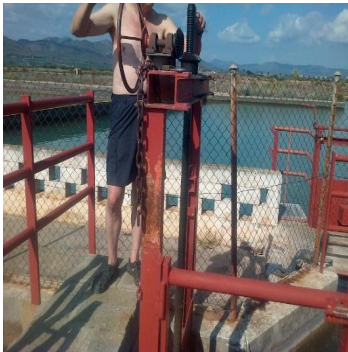
Tele control de compuertas de canales y acequias . Medición de caudal , mantenimiento de talla o nivel.

Caudalímetros .Equipos de medición de caudal en canales y acequias .

Automatización y motorización de compuertas existentes de canales , acequias , pantanos, balsas , .(Control y regulación .)

Software de gestión SCADA - Sky agro .

Suministro de compuertas para canales , acequias, salida de balsas.



- Medidores vertedero Parshall y cresta elevada.
- Medidores efecto doppler ultrasonidos
- Medidores de correlación scanner
- Medición en tuberías lamina libre
- Medición de nivel .Sondas piezorresistiva



Secciones -Telecontrol de canales y acequias

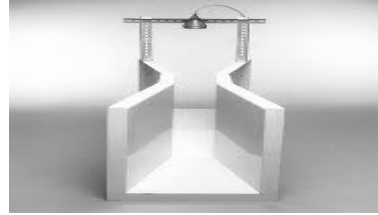


Telecontrol



Medición de caudal en canales

-Vertederos y Parshall.



-Caudalímetros radar (evitar zonas de nieblas).

-Caudalímetros efecto doppler para canales abiertos (evitar algas y otros)

-Caudalímetros decorrelacion scanner para canales abiertos.

-Caudalímetros para tuberías en lámina libre,(magneticos, efecto doppler

-Sondas de nivel

-Detectores y avisadores de final de riego por gravedad en parcela (Sereno ,maleta Regador , etc) .

-Mantenimiento de equipos de medición , negocio redundante .



a xylem brand



Ultraflux

Marcas de caudalímetros para canales : Siemenes ,Sonteck, Flexim, Nivus ,Ultraflux



Canal Parshall. Medicion

Canales tipo PARSHALL

Para la construcción de los canales prefabricados se ha utiliza el método de medición y linealización descrito en las normas ISO 1438. La norma indica cómo se forma la cresta sobre el vertedero y los canales, y cómo se llega a los cálculos para la linealización.

El volumen del agua se calcula según la función matemática siguiente:

n

$$Q = k \times h^n$$

En la que el exponente n y la constante K dependen del vertedero o del canal.

El convertidor de caudal tiene tres distintos sistemas de linealización que cada uno depende de la forma en la que se mide el volumen de agua.

El material de fabricación de canales influye en la K .



Vertederos canal Parshall.

Es preciso tener un flujo laminar (caudal horizontal, agua estancada sin remolinos) y no debe haber obstrucciones ni en la boca de entrada ni en la salida del canal.

Según la ISO 1438, antes del punto de medición, el canal tiene que extenderse **por lo menos diez veces la anchura de la sección de entrada del canal. En la parte de la salida la única exigencia es** que el flujo discurra libremente.

Se puede calcular según $h_b < 0,7 \times h_a$, o bien cinco veces la garganta.

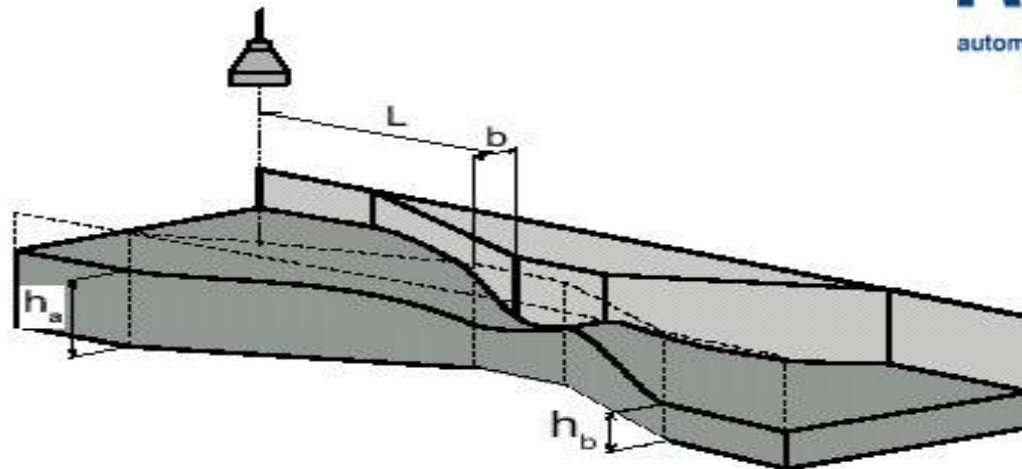
donde: Q = caudal en m^3/h

b = anchura dentro del canal de medición

h_a = nivel de agua antes de la garganta

h_b = nivel de agua después de la garganta

L = distancia al sensor ($\frac{3}{4}$ de la longitud de entrada, hasta garganta)



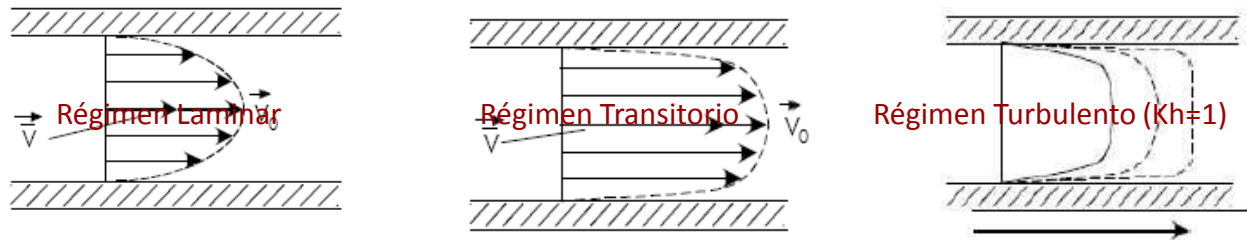
Parshall. Caudales mínimo y máximo

Tamaño	Hmín(mm)	Qmín(m ³ /h)	Hmáx(mm)	Qmáx(m ³ /h)	K (m ³ /h)	n
1"	15,0	0,32	210	19	217,5	1,55
2"	20,0	1	393	100	425	1.548
3"	31,9	3	591	275	620	1,548
6"	32,7	6	609	600	1310	1,574
9"	30,6	9	753	1200	1851	1,528
12" (1')	30,5	12	885	2000	2407	1,519
1'6" (18")	30,0	17,3	760	2502	3802	1,538
2' (24")	46,0	43,5	760	3360	5141	1,550
3' (36")	46,0	63	760	5115	7863	1,566
4' (48")	60,0	110	760	6894	10631	1,578
5' (60")	60,0	155	760	8692	13435	1,587
6' (72")	76,0	267	760	10544	13435	1,587
7'	76,0	308,9	760	12377	19123	1,601
8'	76,0	349,9	760	14216	22003	1,607
10'	76,0	560	760	29808	26867	1,600

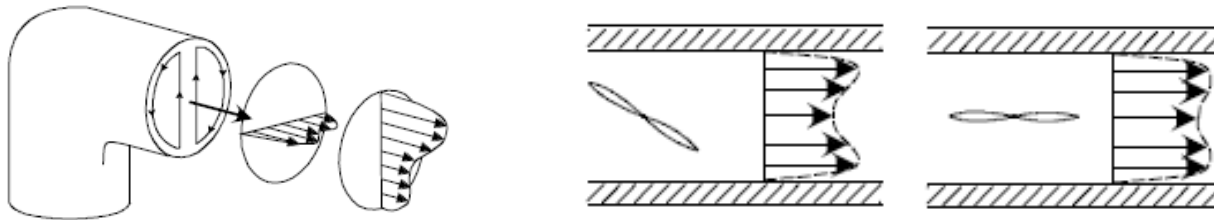


Medida de caudal, conceptos generales

- Habitualmente se mide velocidad en punto (determinado) y conocida la sección de tubería, $Q = S \times V \times Kh$, donde $Kh = cte$ hidráulica
- El perfil hidráulico de velocidades debe ser uniforme, para poder estimar V media a partir de V medida y Re

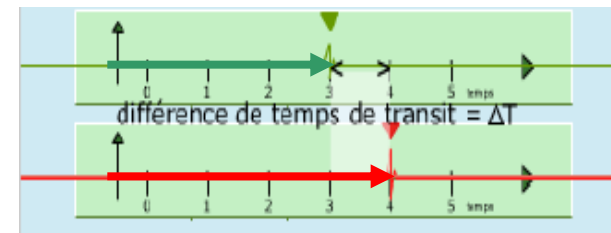
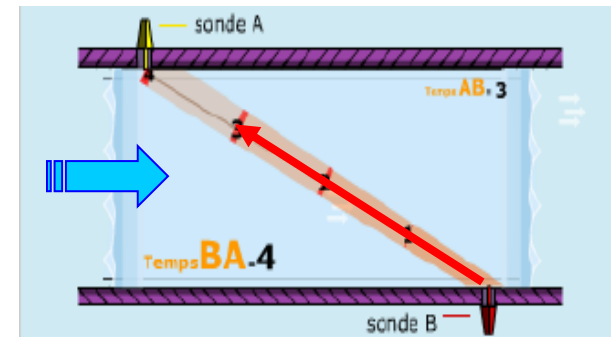
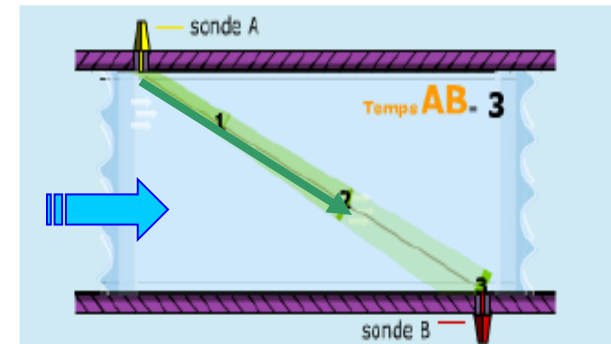


- Debe evitarse medir cerca de elementos que puedan perturbar el perfil hidráulico, ya que la estimación de V será errónea



Caudal por Tiempo de Tránsito

- Dos sensores, que envían y reciben ultrasonidos a la vez
- El tiempo de tránsito del ultrasonido de A-B será menor que el de B-A
- La diferencia del tiempo de tránsito es proporcional a la velocidad del fluido
- Obtenemos velocidad media a lo largo de una sección



Caudalímetros canal abierto



Regaber
automatización
y control 



Doppler. Cambio de frecuencia de una onda producido por el movimiento relativo de la fuente respecto a su observador

Diseñado para canales y cauces de poco calado entre 0,08 y 5 metros, donde la precisión de la medida es de importancia y donde la distribución de velocidades presenta una mayor incertidumbre debido a las condiciones hidráulicas por compuertas, transiciones, vertederos, etc.

Caudalímetro de perfil bajo de 2-3 cm de altura, con medida de velocidad y nivel multipunto por principio doppler ADP (Perfilador Acústico Doppler) de 3 MHz.

Cuatro haces para la medida de velocidad y un quinto haz para la medida dinámica de nivel.

Medida de velocidad multiceldas con cuatro haces; dos a 25° del eje vertical, sobre el eje del canal. Dos haces oblicuos a 60° del eje vertical, 60° del eje del canal.

.Algoritmos de cálculo de caudal en lámina libre en canales con secciones regulares y cauce natural.

Medida de velocidad: Rango de medida de velocidad: ± 5 m/s

Resolución: 0,0001 m/s Precisión: $\pm 1\%$ de la velocidad medida, ± 0.5 cm/s. *Medida de nivel:*

Precisión de la medida de nivel: 0,1 % del calado ó $\pm 0,003$ m

Precisión sensor de presión: 0,1% del total de escala

Alimentación eléctrica: Alimentación: 8-15 VDC Consumo en continuo: 0,5 a 1 W (0,02 en reposo)

Comunicaciones: Protocolos RS 232, SDI-12 y Modbus

4 Salidas analógicas (opcional a través de la unidad *FLOW DISPLAY*)



Productos-Medición de caudal canal abierto



Regaber
automatización
y control 



automatismos
y servicios



Caudalímetros cresta elevada



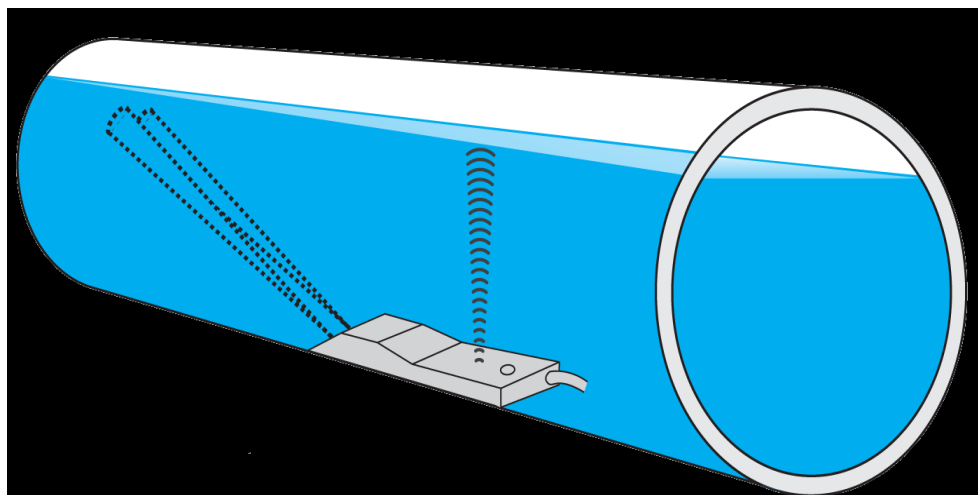
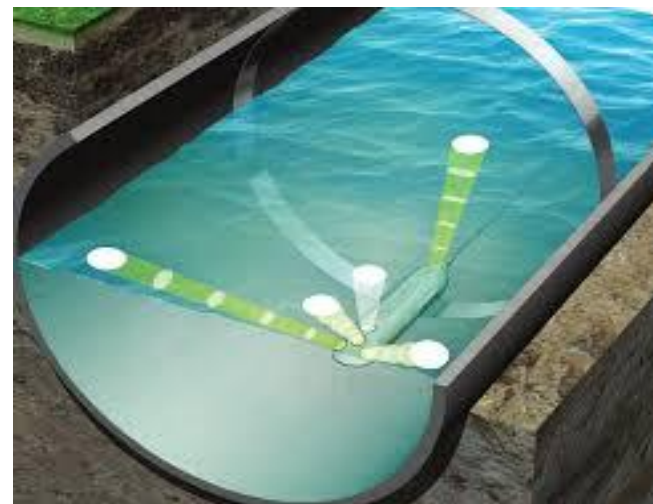
Regaber
automatización
y control 



Caudalímetros tuberías lamina libre



Regaber
automatización
y control



Instalaciones en tubería de lamina libre



Regaber
automatización
y control



Medidor de caudal



Fotos Instalación Caudalímetros canal



Regaber
automatización
y control



automatismos
y servicios

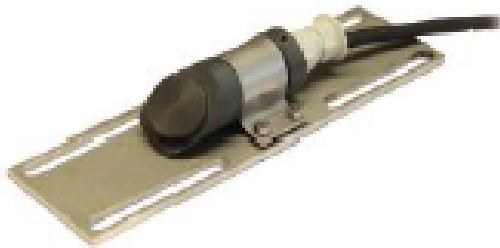


Cuadro instalación



Productos –Sondas piezorresistivas medición nivel en canal y balsa

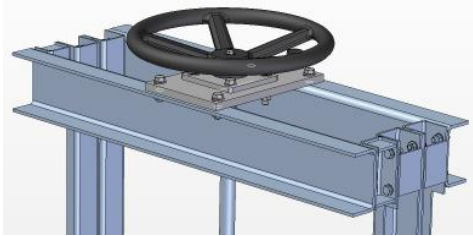
Regaber
automatización
y control



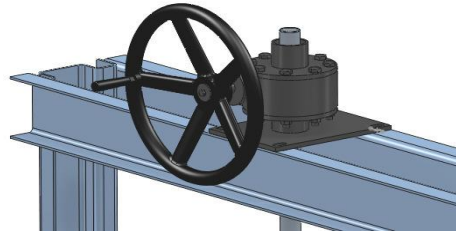
- Alcance 3 a 10 m (dependiendo del tipo de agua)
- Angulo del cristal: 45°
- Instalación de la sondas sobre la pared del canal con soporte orientable.
- Con 10 m de cable por sonda Cada par de sondas constituye 1 cuerda de medida



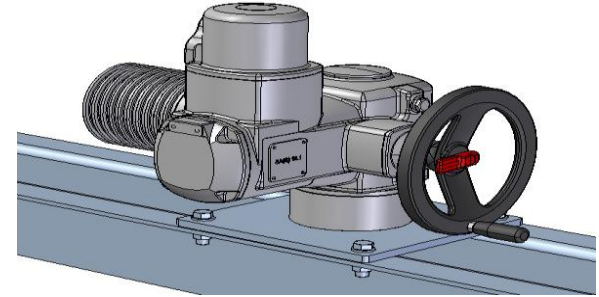
Cabezales de compuertas



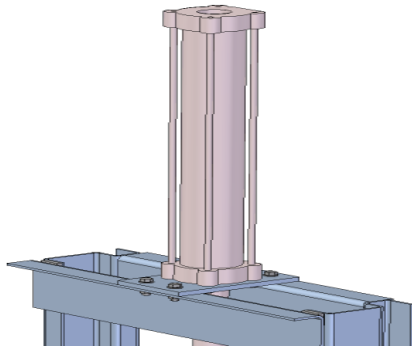
Manual con volante



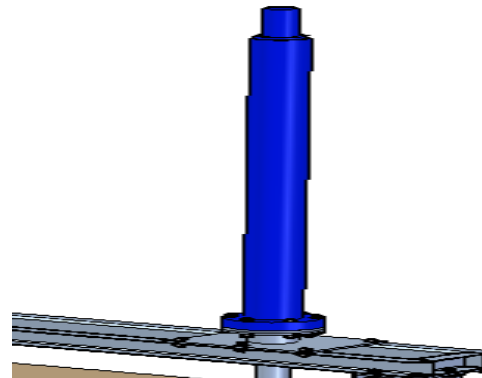
Cabezal desmultiplicador manual



Cabezal con actuador eléctrico



Cabezal Neumático



Cabezal Hidráulico

Cabezales de compuertas murales .



Compuertas tele mandado con energía solar.



Medidor de caudal para tomas de riego. Utiliza la tecnología que no se ve afectada por ninguna turbulencia y que no requiere longitudes rectas de tuberías

Regaber
automatización
y control



Toma automatizada en el Tomo de Bernal



Técnica :Calculo caudal por ecuación del orificio control de nivel y sección de apertura.



Detalle mecanismo control



Mecanismo de control



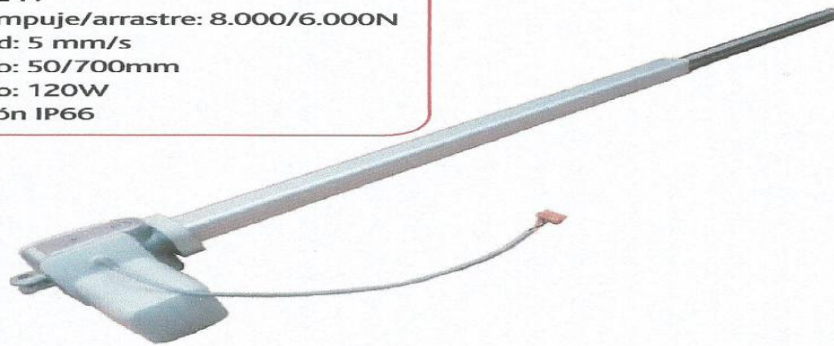
MÓDULO INDIVIDUAL PARA AUTOMATIZACIÓN DE COMPUERTAS

AUTOMATIZACIÓN MEDIANTE ACTUADOR ELÉCTRICO
ADAPTADO A LAS CARACTERÍSTICAS DE CADA COMPUERTA

- control de posición de compuerta
- control de altura de lámina de agua
- carrera programable en centímetros
- alarmas en tiempo real
- escala sobre el chasis del actuador, en centímetros
- accionamiento en modo local y remoto (GSM/GPRS)

Datos técnicos:

- Voltaje: 24V
- Fuerza empuje/arrastre: 8.000/6.000N
- Velocidad: 5 mm/s
- Recorrido: 50/700mm
- Consumo: 120W
- Protección IP66



CONTROLADO POR UNIDAD ELECTRÓNICA INDIVIDUAL

Unidad electrónica con comunicación GSM GPRS,
programable desde teléfono móvil autorizado,
sin necesidad de centro de control.

Datos técnicos:

- Accionamientos para control de motor de tajadera 24v DC
- Protección de sobre intensidad rearmable para el motor.
- alimentación mediante placa fotovoltaica.



Compuertas telegestionadas en balsa

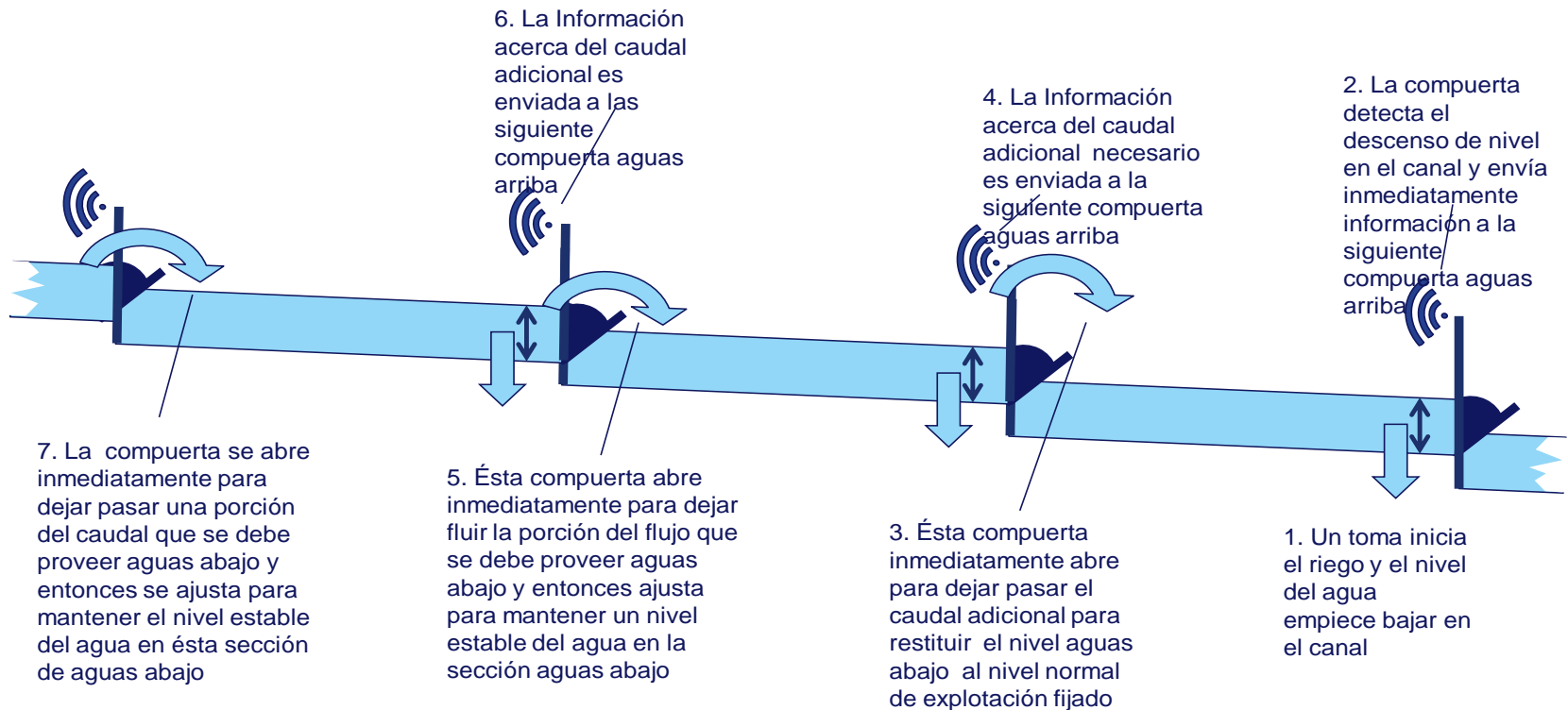


Regulación de agua en canales. Consideraciones y necesidades

- Tele gestión y mecanización de compuertas existentes . Compuertas de captación (azud rio ,pantano etc) , compuertas Almenaras. Compuertas de tomas laterales.
- Instalación de nuevas compuertas mecanizadas tele gestionadas.
- Medición de caudal ,Si no lo puedes medir , no lo puedes controlar .
- Necesidad de desplazar las masas de agua en función de los consumos.
Previsiones diarias. Aceleración y freno.



Función del sistema de Control del Canal



Compuertas Basculantes



- Accionamiento manual y/o motorizado .
- Laterales de estructura exterior para el anclaje a la obra civil .
- Portilla interior de chapa armada con nervios interiores, fabricada totalmente en acero inoxidable
- Ejes y sistema de regulación, fabricados en acero inoxidable calidad AISI-316, casquillos de nilón (libres de mantenimiento).
- Estanqueidad mediante neopreno de alta calidad.
- Cables de tiro fabricados en acero inoxidable.



Compuerta modulo de mascara automatizada



Compuerta de módulos de mascara. telegestionada

Regaber
automatización
y control



Compuerta de módulos de mascara. Automatizada y Tele comandada

Regaber
automatización
y control



automatismos
y servicios



Filtros limpia-rejas para canales



Los limpia-rejas son equipos empleados para la limpieza de canales, actuando como filtros de materias sólidas que trae el agua en circulación.. La malla filtrante se puede suministrar con diversos pasos de luz, variando desde 0.5mm hasta 50 mm. El brazo de limpieza puede ir provisto de cepillo, peine metálico o un sistema mixto. Se fabrican en acero inoxidable en las diferentes calidades, dependiendo de la agresividad de las aguas en circulación.

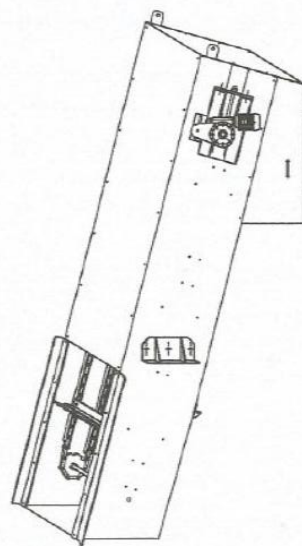


Ejemplo Caso de consulta. Rototamiz

Anchura de reja, altura , altura de descarga , tamaño filtrado . Energía y sonda de presión para secuencias de lavado

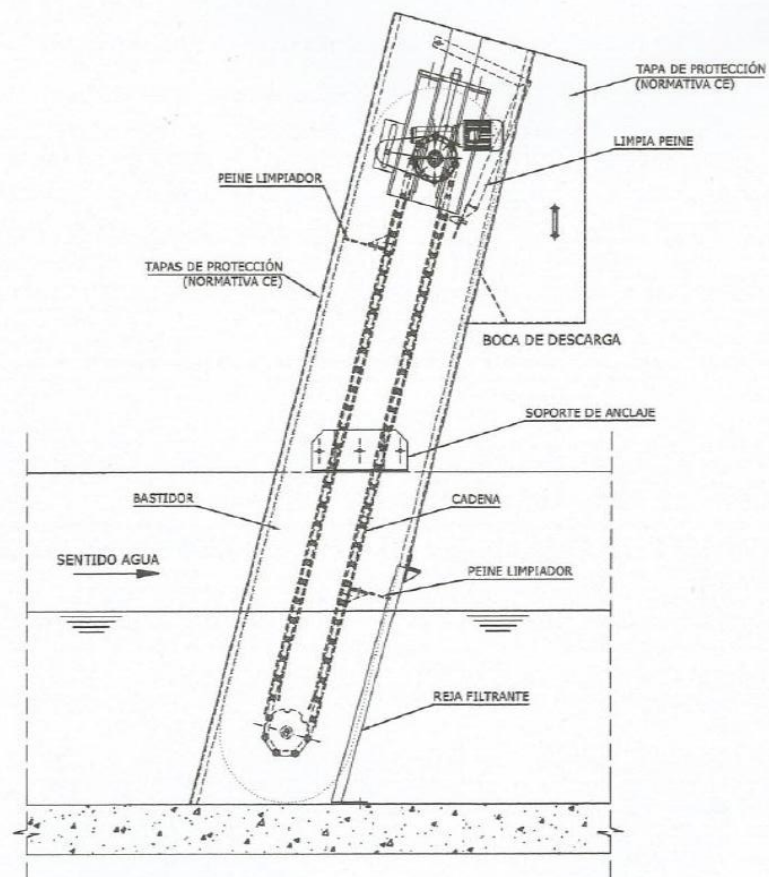


**REJA AUTOMÁTICA
LONGITUDINAL
MOD.: RL**



MODELO	ANCHO CANAL (mm)	ALTURA DESCARGA (mm)	POTENCIA (Kw)
RL-300	300	S/ NECESIDAD	0,37
RL-400	400	S/ NECESIDAD	0,37
RL-500	500	S/ NECESIDAD	0,37
RL-600	600	S/ NECESIDAD	0,37
RL-700	700	S/ NECESIDAD	0,55
RL-800	800	S/ NECESIDAD	0,55
RL-900	900	S/ NECESIDAD	0,55
RL-1000	1000	S/ NECESIDAD	0,75

Regaber
matholding group

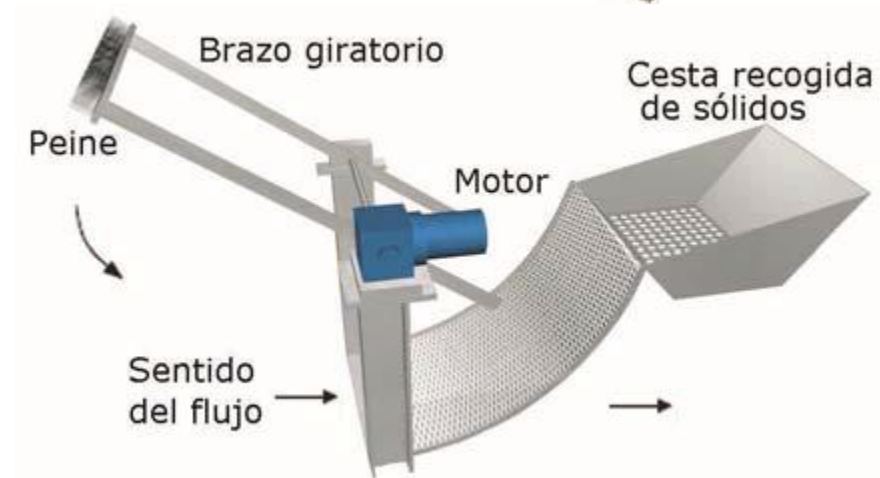


Regaber
matholding group

Roto tamices y Pre filtros



Regaber
automatización
y control



Compuertas de nivel constante



Regaber
automatización
y control



Grandes de compuertas



Regaber
automatización
y control



automatismos
y servicios



Algunas Referencias- Regaber



-Control y regulación de la toma nº 16 del canal de Aragón y Cataluña.

-Regulación y modernización del canal de Terreu del sistema general de Riegos del Alto Aragón. Tm Castelflorite.Huesca

-Control de caudal en la Comunidad de regantes del pantano de Maria Cristina.Castellón.



Muchas gracias po su atención

