

VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA DE RIEGO



INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

En la actualidad es bastante generalizada la visión que los mercados son las instituciones más efectivas y eficientes para asignar los recursos escasos, sin embargo, sabemos que en presencia de externalidades, los mercados no producen asignaciones socialmente eficientes (ejemplos: contaminación, congestión, etc.).

Para la sociedad, el desafío medioambiental consiste en encontrar los niveles óptimos de contaminación, que surgen de comparar los beneficios que deriva la sociedad de las actividades que generan contaminación con los costos sociales que la contaminación genera.

Valoración económica

La valoración económica arroja información sobre el valor monetario que los miembros de un determinado colectivo le otorgan a las distintas alternativas medioambientales con las que se les confronta, definiéndose esta, como un conjunto de técnicas y métodos que permiten medir las expectativas de beneficios y costos derivados de algunas de acciones tales como: uso de un activo ambiental, realización de una mejora ambiental, generación de un daño ambiental, entre otros.

Krström (1995) señaló que la razón principal por la cual se valoran los bienes que carecen de mercado es la misma por la que se valoran los bienes privados, es decir, probablemente se hará un uso más eficiente de los mismos si dichos bienes muestran un precio.

INTRODUCCIÓN

En determinadas áreas geográficas el agua es un bien escaso, hasta tal punto que puede llegar a limitar la actividad agraria intensiva.

Esta escasez genera la necesidad de una gestión de los recursos hídricos, tanto desde la perspectiva pública como privada. Para la empresa agraria, el agua es un factor de la producción.



Agricultura y su uso del agua

De todos los sectores que utilizan agua dulce, la agricultura -a la que corresponde el 70% de la extracción mundial de agua- es la menos rentable en general.

Algunos defensores de la valoración del agua promuevan "mercados del agua" no reglamentados que, al tratarla como un bien con valor económico, redirigen el agua desde los usos de escaso valor hacia los de elevado valor, por lo común de la agricultura de riego a la horticultura de mayor valor, y de las zonas rurales en general a los sectores industriales y urbanos. La idea es que la demanda supera a la oferta y cuando el agua se trata como bien gratuito, el mercado "da equilibrio a la oferta y la demanda".

Criterios para valorar el agua

La FAO señala que el uso indiscriminado del **enfoque económico** puede exagerar "la expresión monetaria del valor" a expensas de otras dos importantes dimensiones:

- los **valores ambientales**, como la función de las corrientes de agua en el mantenimiento de la biodiversidad y la integridad del ecosistema, y
- los **valores sociales**, que básicamente pueden significar sencillamente el uso del agua para producir alimentos.

Se necesitan criterios para valorar el agua que reconozcan la triple dimensión básica, y den valor por igual al uso económico, social y ambiental de la misma.

EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO ECONÓMICO DEL AGUA DE RIEGO

El aire y el agua se consideran bienes sin valor económico por su teórica abundancia.

A medida que dichos bienes se emplean con mayor intensidad, disminuye su disponibilidad y se convierten en bienes susceptibles de asignarles un valor económico y proceder a su tasación.



EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO ECONÓMICO DEL AGUA DE RIEGO

En seco el agua es un factor de la producción, ya que el rendimiento de los cultivos depende de la lluvia.

Un factor de la producción que el empresario no puede utilizar según su criterio, es incontrolable o aleatorio.

Con el regadío el empresario domina la aplicación del agua al cultivo y lo hace siguiendo los criterios de comportamiento empresarial y buscando unos objetivos que se aproximan a la maximización de los rendimientos o de los beneficios.



En una segunda etapa, caracterizada por la utilización de agua superficial relativamente abundante, se utiliza un factor de la producción controlable pero de bajo o nulo coste.

Posteriormente, el acondicionamiento de estos recursos hidráulicos para un aprovechamiento en los regadíos ha sido posible por la construcción de grandes obras hidráulicas financiadas por los entes públicos.



La siguiente etapa empieza con el aprovechamiento del agua subterránea mediante la utilización de norias con capas freáticas altas.

Esta utilización del agua subterránea suele llevarse a cabo en aquellas zonas geográficas a las que no pueden llegar las instalaciones de agua superficial y pública.



Dentro de esta etapa se pueden observar algunos saltos cuantitativos importantes como la necesidad de pasar de la utilización individual de los recursos a la **utilización asociativa**. La sociedad de carácter privado es la más frecuente.

Finalmente la escasez del recurso y el aumento de los costes de extracción, unido a otro tipo de ventajas, dirigen a los empresarios agrarios a la utilización de sistemas de riego que conlleven una menor utilización del agua a igualdad de superficie y rendimiento mediante la implementación de riego localizado.

Asimismo se plantea la necesidad de los conceptos de **reutilización del agua residual y los conceptos de desalinización**

Importancia del riego a nivel general

La productividad de las tierras de regadío es aproximadamente tres veces superior a la de las de secano.

Más allá de este dato global, existen muchas razones para destacar la función del control de los recursos hídricos en la agricultura.

La inversión en la mejora de los regadíos supone una garantía frente a las variaciones pluviométricas y estabiliza la producción agrícola, impulsando la productividad de los cultivos y permitiendo que los agricultores diversifiquen su actividad.

Ello tiene un reflejo en un incremento y una menor volatilidad de los ingresos agrícolas.

Importancia del riego a nivel general

Un sistema de producción predecible y estable tiene un efecto positivo en los proveedores de servicios para el sector, incrementando el efecto multiplicador no agrícola de la inversión. La inversión en el fomento de aguas revaloriza la tierra.

Las obras en pequeña escala para el acopio de aguas, el riego y el drenaje realizadas con mano de obra local son viables económicamente y, una vez que se ha instalado la infraestructura básica con financiación pública, también se hace viable una mayor inversión privada.

Importancia del riego a nivel general

Entre los efectos indirectos adicionales del fomento de aguas se encuentran:

- la mejora de la nutrición a lo largo del año,
- un mercado laboral rural más activo,
- una menor emigración y
- una menor presión agrícola sobre las tierras marginales.



Importancia del riego – Perspectivas regionales

La temática y los retos relacionados con el control del agua en la agricultura varían de una región a otra conforme a las condiciones socioeconómicas y agroclimáticas.

África. Un desarrollo social y económico sostenible en África se basa necesariamente en el desarrollo de su sector agrícola, del que depende un 70 por ciento de su población y un 80 por ciento de sus pobres.

Sin embargo, tan sólo un 7 por ciento de la superficie cultivable de África es de regadío, dato que se rebaja al 4 por ciento para el África subsahariana.

Seis preguntas claves para la eficacia del uso del agua

Seis preguntas clave

La FAO ha especificado seis cuestiones claves que es necesario atender para mejorar la eficacia del uso del agua y la productividad.

¿Qué **función debería desempeñar la agricultura** ante la competencia creciente por el agua procedente de otros sectores?

¿Qué **tipo de cambios en las políticas y en los instrumentos de inversión** son necesarios para mejorar la conservación del agua en la agricultura?

¿De qué manera pueden las medidas de respuesta reconciliar las **necesidades de los ecosistemas con las demandas de la agricultura** en condiciones de escasez de recursos hídricos?

Seis preguntas claves para la eficacia del uso del agua

¿Cuáles son las **medidas e incentivos apropiados con el fin de promover programas eficaces de control del agua** para la mitigación de la pobreza en zonas rurales?

¿Cuáles son los **obstáculos para el progreso en el control** del agua destinada a la agricultura?

¿Qué puede hacerse a fin de movilizar los recursos financieros necesarios para un mejor control y una mejor ordenación del agua en las diferentes regiones?

Competencia por el agua.

En ausencia de demandas importantes de agua procedentes de otros sectores y con una comprensión escasa de los impactos ambientales, la agricultura de regadío ha podido captar grandes cantidades de aguas dulces.

Actualmente, la agricultura supone un 69 por ciento del agua total extraída en el mundo y este porcentaje supera el 90 por ciento en algunos países áridos.

Como tal, la agricultura ha actuado como usuario residual de agua dulce. La situación está cambiando a medida que la población aumenta y cada vez más países se enfrentan a desabastecimientos de agua.

Para el año 2030, más de un 60 por ciento de la población vivirá en zonas urbanas que demandarán una proporción creciente del agua extraída.

Existe una necesidad urgente de reconciliar las demandas de agua con el fin de mantener las funciones de los ecosistemas y para la producción de alimentos.

Hallar dicho equilibrio es particularmente importante en los países en desarrollo, donde la agricultura y el entorno natural son con frecuencia los principales "motores de crecimiento" potenciales y constituyen la clave para mitigar la pobreza y reducir el hambre.



De todos los sectores usuarios de agua dulce, la agricultura pone de manifiesto, en la mayoría de casos, el menor aprovechamiento del agua en términos económicos.

A medida que aumenta la presión sobre los recursos hídricos, se incrementa la competencia entre una agricultura que lucha por mantener sus cuotas de agua y las ciudades que necesitan satisfacer las necesidades de sus poblaciones en rápido crecimiento.

La presión sobre el agua y la necesidad acuciante de renegociar las cuotas intersectoriales suelen constituir factores que fuerzan cambios en la forma de ordenar los recursos hídricos en la agricultura.

TERMINOLOGÍA BÁSICA

Valor Económico Total

Valores de Uso

Valores de No Uso

Valores de
Uso
Directo

Valores de
Uso
Indirecto

Valores de
Opción

Valores de
Existencia

Valores de
Legado

Consumo,
agricultura,
recreación,
pesquería,
hidroelectric

Dilución, habitat
acuático, caudal
ecológico

Opciones de uso
potencial como
habitat,
opciones de
recreación

Satisfacción del
conocimiento de
existencia o
calidad

Traspaso de
beneficios a
futuras
generaciones

EL PRECIO DEL AGUA DE RIEGO



Su precio se puede estimar en función de:

- ✓ Coste de Obtención
- ✓ La Productividad
- ✓ La Inversión para el Ahorro
- ✓ Coste de Oportunidad Medioambiental



EL CÁLCULO DEL VALOR DEL AGUA COMO COSTE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

CAPITULO 2



Depende de la fuente de obtención:

- ✓ Fuente de Agua Superficial: coste de obtención relativamente bajos
- ✓ Fuente de Agua Subterránea: costes más elevados vinculados al coste de la energía eléctrica y mano de obra entre otros.
- ✓ Fuente de Agua de Reúso
- ✓ Fuente de Agua Desalada



Se puede agrupar en los siguientes conceptos:

- ✓ Amortización de la obra hidráulica
- ✓ Amortización de los canales de riego
- ✓ Mantenimiento de las instalaciones
- ✓ Mano de obra (vigilancia y gestión)
- ✓ Administración
- ✓ Energía
- ✓ Varios e imprevistos

En general se contabilizan en períodos anuales.

Estos conceptos se pueden agrupar en:

- ✓ Costes fijos (amortización y mantenimiento): son aquellos independientes del volumen del agua utilizada
- ✓ Costes de la gestión de las instalaciones de riego: son los costes de personal y mano de obra, los costes energéticos y gastos generales. Varían proporcionalmente al volumen de agua.

Amortización y Mantenimiento de las instalaciones

$$a = V [i(1+i)^n] / [(1+i)^n - 1]$$

Supuestos:

- ✓ Los intereses de la inversión están incluidos en la amortización
- ✓ La duración de la inversión es la misma que la duración del préstamo
- ✓ El coste de oportunidad del capital propio equivale a este tipo de interés.
- ✓ El valor residual es cero.

Costes Variables

- ✓ *La energía eléctrica:* es el más importante. Depende de el precio de la energía.
- ✓ *Coste de mano de obra*
- ✓ *Coste de administración*
- ✓ *Etc.*



Formas de Pago

- a) *Por hectárea*: no genera incentivos para el ahorro.
- b) *Por metro cúbico suministrado*: favorece el uso racional.
- c) *De forma binómica*: el pago está formado en parte por los gastos generales de conservación de las obras correspondientes a cada hectárea; y el resto en función de los metros cúbicos consumidos.

El valor del agua a partir procedente de una obra pública puede calcularse empleando el análisis de inversiones.

Los criterios de viabilidad de inversiones permite calcular el coste por metro cúbico.

Estos criterios son:

- ✓ Valor Actual Neto (VAN): calcula el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.
- ✓ Tasa Interna de Retorno (TIR): la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero.
- ✓ Tasa de Recuperación

Criterios para estimar el precio del agua en Brasil:

Financieros: Recuperación de las inversiones
Generación de recursos para expansión.

Económicos: el uso productivo evitando el despilfarro

Distribución de la renta: el criterio de cálculo tiene en cuenta la capacidad de pago del adquirente.

Igualdad Social: contribución a la utilización del recurso ambiental para fines económicos.

EL CÁLCULO DEL VALOR DEL AGUA COMO COSTE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS

CAPITULO 3



En general es debido a la iniciativa empresarial de los agricultores.

Puede ser individual o agrupar a pequeños productores.

Consiste en una *perforación subterránea*, la instalación de un *equipo de bombeo* y la construcción de *redes de transporte* hasta las parcelas.

En general, son función de:

- Gastos de establecimiento:*** Estudios hidrogeológicos previos
Prospección
Perforación
Entubado
Desarrollo y aforo
Instalación del grupo de elevación y redes eléctricas
Otros gastos
- Gastos de funcionamiento:*** Amortizaciones
Energía eléctrica
Mano de obra
Gastos Generales
Reparaciones y mantenimiento

Tipos de Captación

Pozos de captación vertical:

Pozos manuales
Pozos verticales con medios
mecanizados

Pozos de captación horizontal:

Pozos con galerías
Pozo colector central y drenes radiales

Captaciones longitudinales:

Zanjas de drenaje
Drenes horizontales

Sistemas de Perforación

Manual: Medios mecánicos simples
Explosivos

Mecanizada: Percusión con cable
Rotación con circulación directa
Rotación con circulación inversa
Rotopercusión directa
Rotopercusión inversa
Percusión con circulación inversa



Construcción de una Perforación

La perforación de pozos tubulares profundos requiere métodos y tecnologías apropiadas, personal habilitado y equipamiento adecuado.

Como consecuencia de la propia naturaleza de los trabajos, las inversiones y riesgos tanto operacionales como financieros, son mayores. En la perforación de los pozos el éxito de los trabajos depende de una serie de factores de orden técnico y geológico, encabezados por la elección del método de perforación adoptado.

No debe olvidarse que un pozo es una obra de ingeniería hidrogeológica y no un hueco a través del cual se capta aguas subterráneas.

Construcción de una Perforación

Dentro de los diferentes requisitos para la construcción se destacan: **la ubicación, el proyecto y la selección del método de perforación**, a los cuales el proyectista debe estar atento y proveerse de todos los datos disponibles para definirlos con el mayor margen de seguridad posible.

La elección del método envuelve factores de **orden técnico y económico** y depende también del tipo de pozo que se va a perforar y cuales son sus **finalidades**.

Construcción de una Perforación

Los sistemas mas comunes son:

Percusión (profundidades entre 300-600m)

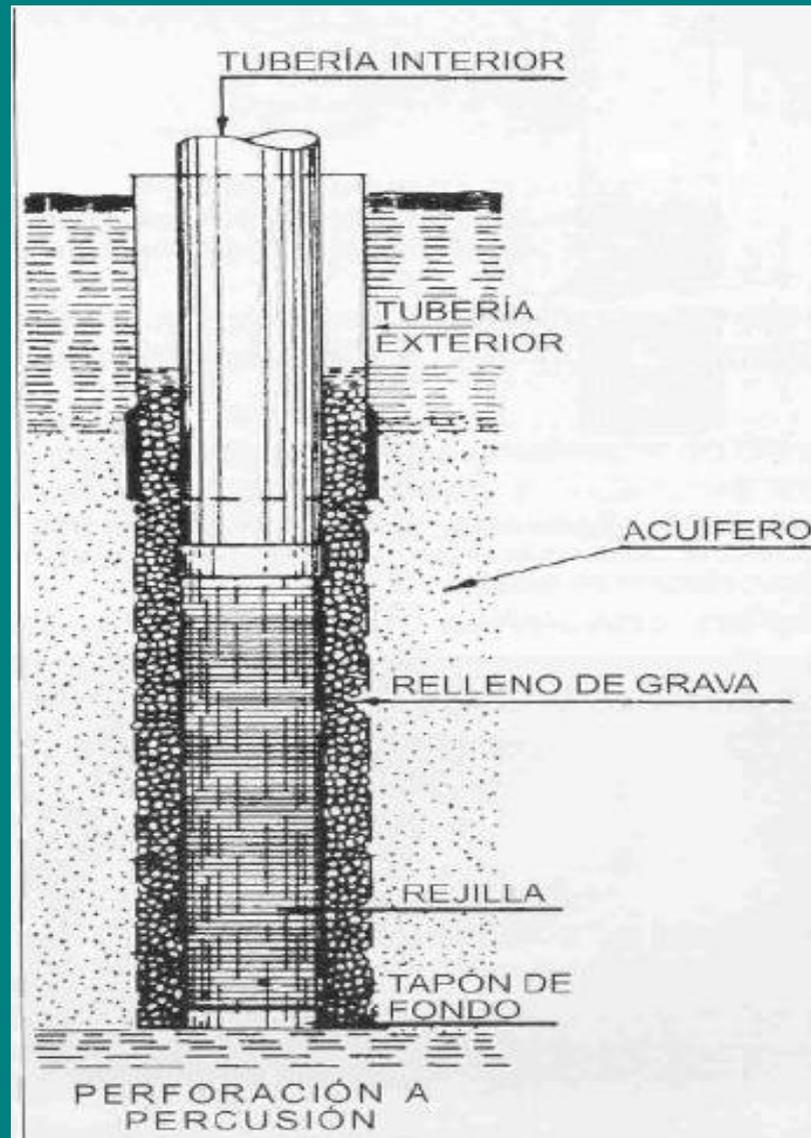
Rotación (directa: menores 1000m; inversa: 400-800mm)

Rotopercusión (entre 200-600 metros)

Métodos de Perforación

Características	Percusión por cable	Rotación directa	Rotación inversa	Rotopercusión directa	Rotopercusión inversa
AVANCE O PENETRACION (m/dia)	Limos y arenas finas 3-6 Arenas gruesas y gravas, 5-10 Arcillas, pizarras, 5- 15 Arcillas arenosas, calcarenitas blandas, 15-30 Calizas duras	Calizas, conglomerados, areniscas, 10-15 Granitos, 5-10 Arcillas, arcillas arenosas, margas y otras semiconsolidadas, 30-10	Arcillas, arcillas arenosas, limos, 20-70 Arenas, gravas, 15-30 Margas, areniscas, 20-50 Conglomerados 10-15	Roca dura y seca, 50-250 Idem saturada, 30-60 Granitos y abrasivas, 15-50	Roca dura y seca, 50-250 Idem saturada, 30-60 Granitos y 15 a 50
VENTAJAS	Simplicidad de trabajo Bajo costo inicial Adaptable a casi todas las situaciones	Grandes profundidades Válido en todo tipo de rocas No entubaciones provisionales	Avance muy rápido en inconsolidadas y semiconsolidadas Gran diámetro	Muy rápido en roca dura El más económico, si no hay problemas	Rápido Grandes diámetros Muestreo representativo Fluidos Aforo
DESVENTAJAS	Avance lento en formaciones duras. Profundidad limitada por el coste Entubación obligada en formaciones inconsolidadas	Maquinaria y equipamiento sofisticados y algo costosos El uso de un mal lodo puede impermeabilizar acuíferos	Puede necesitar caudales de agua muy elevados Problemas en formaciones muy permeables e inconsolidadas	La eficiencia disminuye en presencia de agua Puede haber problemas de desviación	Limitaciones en profundidad si hay mucho agua y columna de la misma

Perforación



La Profundidad del nivel de los Acuíferos influye en el coste de la perforación, entubado , energía eléctrica e instalaciones.

Una intensificación de los regadíos con agua de procedencia subterránea produce sobreexplotación del recurso y un incremento de la profundidad de las perforaciones, por lo que es conveniente analizar la evolución de estos niveles en los últimos años antes de decidir su explotación.

EL CÁLCULO DEL VALOR DEL AGUA COMO COSTE

RECURSO: AGUA REGENERADA

REÚSO Y RECICLADO

CAPITULO 5



La intensificación del uso del recurso resulta en la insuficiencia de éste para satisfacer una demanda frecuentemente creciente.

Resulta, entonces, necesario la utilización de recursos hídricos regenerados.

Dentro de los recursos hídricos regenerados se encuentran la *desalinización y la reutilización*.

Para el riego, es más barato reutilizar que desalar debido a:

1. La desalación supone importantes inversiones y costes de funcionamiento elevados (es mejor para cubrir demanda urbana que agrícola).
2. El sector urbano no consume agua, sólo la usa y puede ser posteriormente utilizada.
3. El sector urbano tiene mayor poder adquisitivo y puede afrontar los costes elevados de la desalación

Desalación: es el proceso de eliminar la sal del agua de mar o salobre, obteniendo agua dulce. Los dos procesos básicos son la evaporación o destilación y la separación por membrana.

Puede realizarse por :

- ✓ Ósmosis inversa
- ✓ Destilación
- ✓ Congelación
- ✓ Evaporación relámpago
- ✓ Formación de hidratos

Estructura del Coste de desalación:

- ✓ *Amortización de las instalaciones:* es función del costo de instalación el cual aumenta con la salinidad del agua y se reduce a medida que se incrementa la capacidad de las instalaciones.
- ✓ *Energía :* el proceso por evaporación está descartado en el sector agrario por el coste energético. El proceso por membrana implica consumos energéticos mucho menores.
- ✓ *Mano de Obra:* son instalaciones complicadas y requieren personal las 24 hs.
- ✓ *Materiales:* se consumen distintos reactivos de acuerdo al proceso
- ✓ *Otros gastos:* mantenimiento, reparaciones y lavado de membranas.

Permite ampliar los abastecimientos de agua y resolver el problema de los vertidos del agua residual.

El proceso consiste en devolverle, parcial o totalmente, el nivel de calidad que tenía antes de ser utilizada.

Usos del agua regenerada:

- ✓ Urbana: Jardinería
Incendios
Limpieza de calles
Lavado de automóviles
- ✓ Industrial
- ✓ Agrícola y Forestal
- ✓ Ornamental y recreativa
- ✓ Preservación del medio Natural
- ✓ Recarga de acuíferos

Ventajas del uso del agua regenerada:

1. Aumenta las fuentes de abastecimiento
2. Disminuye los costes de tratamiento y vertido del agua residual
3. Reduce el aporte de contaminantes a los cursos naturales
4. Reduce o suprime las instalaciones adicionales
5. Permite el aprovechamiento de los elementos nutritivos contenidos en el agua por parte de los cultivos.
6. Genera un mayor ahorro energético con relación a la utilización de aguas subterráneas.

Hay que considerar:

1. Contenido de sólidos en suspensión.
2. Calidad (dependerá de la procedencia).
3. Presencia de microorganismos transmisores de enfermedades.

Para adaptarse a las condiciones del agua existe la posibilidad de:

1. Cambio de las especies vegetales cultivadas.
2. Modificación de las dosis de fertilizantes utilizadas
3. Remodelación del sistema de riego.
4. Adopción de precauciones para proteger a los trabajadores agrícolas y sus consumidores.

Estructura del coste de agua reutilizada:

Hay que tener en cuenta que si no es utilizada existe un costo para la eliminación del agua residual. Este costo en muchos casos es próximo al coste de obtención del agua reutilizada.

La calidad del agua depurada puede reunir, o no, las condiciones exigidas para un determinado tipo de riego.

Si no reúne las condiciones, entonces se añade el sobrecoste de mejorar la calidad como parte del coste de producción del agua reutilizada. Este coste dependerá de la calidad exigida.

EL VALOR DEL AGUA EN FUNCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

CAPITULO 6

El valor del agua como coste marginal

El precio de *coste del agua* (natural y regenerada) tal como se ha venido estudiado puede considerarse *el valor mínimo* (sólo cubre el costo de producción del agua), sin considerar ningún beneficio empresarial.

El valor obtenido como *coste marginal* puede considerarse como un *valor máximo* y representa el desembolso máximo que puede realizar la empresa sin que le genere pérdidas.

El valor del agua como coste marginal

El coste marginal se calcula a partir de la función beneficios:

$$\text{Beneficio (B)} = \text{Ingreso total (I)} - \text{Coste Total (C)}$$

Ingreso total = Precio de la cosecha obtenida x Producción (cosecha)

Producción = f (agua, mano de obra, abono, insecticida, maquinaria, etc.)

Coste Total = coste variable + coste fijo

El beneficio máximo se obtienen cuando

$$dB = 0$$

El valor del agua como coste marginal

Por lo tanto, el ingreso marginal será el tope máximo que cualquier empresario agrario estará dispuesto a pagar por la utilización del agua de riego y dependerá de la dosis de riego, del tipo de cultivo, de la localización espacial, etc.

El valor del agua como coste marginal

Valor Subjetivo del Agua de Riego: es el ingreso marginal que genera la aplicación de un volumen determinado de agua. Depende de las condiciones específicas de la empresa analizada (sujeto).

Depende de la productividad marginal (función de tipo de cultivo, localización, fertirrigación, etc.) y del precio de la cosecha.

Se determina mediante cálculos racionales a través de fórmulas del Valor Actual Neto (VAN).

El valor del agua como coste marginal

El valor Subjetivo puede determinarse partiendo de Funciones de producción:

El conocimiento de la función de producción permite calcular el valor máximo. Este factor es función (lineal, cuadrática o polinomial) de las siguientes variables:

- ✓ *Dosis de agua empleada*
- ✓ *Tipo de cultivo*
- ✓ *Productividad media* (como el precio de venta del cultivo es variable, se puede trabajar con ingresos y costes medios).
- ✓ *Localización* (efecto de suelo y del clima)
- ✓ *Estacionalidad*
- ✓ *Fertirrigación*

El valor Subjetivo como variable estocástica

Los rendimientos varían en función de la pluviometría y al aporte de agua por riego.

Como los procesos meteorológicos son procesos estocásticos, el valor del agua de riego podrá calcularse como una función de probabilidad.

El valor del agua de riego será mayor en los años d sequía, estará en valores medios en años normales y será menor en los años muy lluviosos.

EL VALOR DEL AGUA MEDIANTE LA ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN PARA EL AHORRO

CAPITULO 7

El valor del agua como coste marginal

El cambio en las técnicas de riego está vinculado al ahorro de agua de riego; pero su implementación involucran inversiones importantes.

Un nuevo procedimiento de valoración consiste en igualar el coste de la inversión al valor del agua ahorrado con el cambio del sistema de riego.

Eficiencia de los Sistemas de Riego

La eficiencia es la relación entre las necesidades hídricas netas y el volumen de agua aplicada con riego.

La eficiencia del sistema de riego esta compuesta por:

- ✓ Eficiencia en el transporte del agua
- ✓ Eficiencia en la aplicación (depende del tipo y de la uniformidad de distribución de agua).

Modalidad de la distribución:

- ✓ Riego por inundación
- ✓ Riego por surcos
- ✓ Riego por aspersión
- ✓ Riego por goteo
- ✓ Riego subterráneo o subirrigación

El valor del agua como coste marginal

La reducción de la eficiencia se debe a:

- ✓ *La infiltración o percolación* (que dependerá de la morfología y la naturaleza del suelo).
- ✓ *La evaporación* (depende de la temperatura, la presión y grado de humedad de la atmósfera).
- ✓ *Uniformidad de la distribución* (asignación de la cantidad óptima de agua en cualquier punto de la superficie regada).

El valor del agua como coste marginal

Las nuevas tecnologías de riego suponen mayor eficiencia.

Los motivos que impulsan estos cambios son:

- ✓ Precios de agua altos y cultivos de alto valor
- ✓ Suelos de mala calidad (a menor calidad de suelo mayor necesidad de agua para obtener la misma producción)
- ✓ Salinidad del agua (las nuevas tecnologías mejoran la calidad del agua)
- ✓ Posibilidad de graduar dosis de riego (también de añadir otras sustancias).
- ✓ Disminución de la mano de obra y el coste de energía
- ✓ Disminución de los efectos de escasez estacional
- ✓ Disminución del impacto medioambiental (problemas de contaminación y salinidad).

El valor del agua como coste marginal

Valor subjetivo del agua en función del sistema de riego puede considerarse como el coste de pasar de un sistema de riego a otro.

La instalación de nuevas tecnologías de riego implican inversiones iniciales.

Los criterios de viabilidad de inversiones (VAN, TIR y tasa de recuperación) permite estimar el valor subjetivo del agua de riego.

EL VALOR DEL AGUA COMO COSTE DE OPORTUNIDAD

MEDIO AMBIENTAL

CAPITULO 8



Coste de oportunidad Medioambiental

Otro método de Valoración es la estimación de su coste de oportunidad (valor que tendría este recurso si se destinase a los distintos usos alternativos posibles).

Usos posibles:

Consuntivos: Abastecimiento de agua potable

Usos domésticos (higiene)

Uso industrial

Regadío

No consuntivos: Producción de energética

Transporte de desechos

Navegación.

Coste de oportunidad Medioambiental

Cuando el agua es destinada al **consumo urbano**, el coste de oportunidad viene determinado por la **tarifa**.

Cuando el agua es considerada como **recurso natural o medioambiental** no existe mercado con lo cual **es necesario utilizar métodos de valoración** para estimar el coste de oportunidad.

Métodos de valoración de los Recursos Naturales

Recursos Naturales: factores que afectan a las actividades productivas, pero que no han sido hechos por el hombre.

Pueden ser:

- ✓ **Recursos No renovables:** el consumo implica destrucción completa y regeneración implica períodos de tiempo inmensos.
- ✓ **Recursos No renovables con servicios reciclables:** es recuperable en un futuro más o menos inmediato por medio de un proceso industrial.
- ✓ **Recursos Renovables:** regeneración inmediata; un mecanismo de base biológica.
- ✓ **Recurso Ambiental:** no implica su agotamiento; tiene rápida capacidad de regeneración. Ej: aire, agua, etc.)

Métodos de valoración de los Recursos Ambientales

	OBSERVADOS	HIPOTÉTICOS
DIRECTOS	Precios en Mercados competitivos Precios de Mercados Experimentales Referendum	Juegos de Licitación Referendum Contingente
INDIRECTOS	Coste del Viaje Valor hedónico Gastos Defensivos	Ordenación Contingente Actividad Contingente

Valoración Contingente: es recoger información sobre lo que estarían dispuestos a pagar distintos grupos de individuos por el beneficio que supone el disfrute de un bien natural.

Costo del Viaje: atención al valor del tiempo y de dinero que una persona emplea en visitar un espacio natural.

Variables Hedónicas: determinar en qué manera el placer o el dolor de consumir el activo ambiental (agua) afecta al precio de una serie de bienes (Ej.: mercado de viviendas).

Indicador de estrés hídrico Falkenmark

El indicador de estrés hídrico Falkenmark Gleick (2002) proporciona una útil visión ampliada de la historia, los antecedentes y las limitaciones de los indicadores de agua y los índices como medidas de agua - bienestar.

Los valores representan la escasez como una relación entre la disponibilidad de agua y la población humana, es decir, la disponibilidad de agua per cápita al año, por lo general en una escala nacional.

La lógica que sustenta esta elección es sencilla: si se conoce la cantidad de agua que se necesita para satisfacer las necesidades de una persona entonces la disponibilidad de agua por persona puede servir como una medida de la escasez.

Indicador de estrés hídrico Falkenmark

El indicador Falkenmark o "índice de estrés hídrico" (Falkenmark et al., 1989).

Propone **1.700 m³ de recursos hídricos renovables per cápita por año como el umbral**, con base en las estimaciones de las necesidades de agua en los sectores doméstico, agrícola, industrial y de energía, y las necesidades del entorno.

Las regiones cuyos suministros de agua renovables no puede sostener esta cifra experimentan **estrés hídrico**.

Cuando la oferta sea **menor de 1.000 m³** un país o región experimenta **escasez de agua**,

Por **debajo de 500 m³**, la **escasez absoluta**.

Indicador de estrés hídrico FalkenmarkGleick (2002)

Ventajas

Las principales ventajas que hacen de este indicador simple casi imbatible son las siguientes:

(a) están disponibles los datos, y (b) su significado es intuitivo y fácil de entender.

Como resultado, el indicador domina la discusión popular de la escasez de agua.

Limitaciones

(a) los promedios anuales, nacionales ocultan la escasez importante a escalas más pequeñas, (b) el indicador no tiene en cuenta la disponibilidad de la infraestructura que modifica la disponibilidad de agua a los usuarios, y (c) los umbrales simples hacen no reflejan importantes variaciones en la demanda entre los países debido a, por ejemplo, el estilo de vida, el clima, etc.

WEI – Índice de explotación hídrica

El índice de explotación hídrica mide la relación entre la demanda de agua y los recursos hídricos en régimen natural y se define como la media anual total de las captaciones de agua dulce, dividido por la **media anual de los recursos de agua dulce**.

WEI < 20%: región sin estrés hídrico.

20% < WEI < 40%: región con estrés hídrico. Umbral de alerta.

WEI > 40%: región con fuerte competencia.

Elección de la Tecnología



1. Calidad del Agua (Entrada y Salida)

Para seleccionar un tratamiento adecuado que permita la reutilización de agua, es necesario conocer la calidad del agua afluente (IN) y la calidad mínima aceptable para ser utilizada (OUT).

2. Salida prevista

Dado que el cálculo puede devolver varias soluciones, los resultados se ordenarán de acuerdo con la importancia relativa de cada factor de detrás de cada tecnología.

3. Selección del Sistema de Tratamiento

Combinando los factores anteriores con las eficiencias de remoción de los procesos de tratamiento, el algoritmo le mostrará la tabla de resultados. A continuación, puede seleccionar un Sistema de Tratamiento (pre-definido) o crear un nuevo (customizado).

- Comparación entre los sistemas de tratamiento
- Eficiencia del tratamiento
- Criterios de Evaluación
- Costos

Reúso de Aguas Residuales en la Agricultura

Los criterios de tratamiento de aguas residuales destinadas al riego (varían del enfoque de seguido para otros usos)

Buscan conservar algunas sustancias orgánicas biodegradables y la mayoría de los nutrientes disponibles en las aguas residuales.

Sistemas convencionales: sedimentación simple, biofiltración, lagunas de aireación y lodos activados

Lagunas de aireación, ventajas:

- ✓ Bajo costo de construcción, operación y mantenimiento
- ✓ No requieren energía
- ✓ Absorben grandes cargas hidráulicas y orgánicas
- ✓ Tratan una gran variedad de residuos industriales y agrícolas

Reúso de Aguas Residuales en la Agricultura

Las guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para el uso seguro de las aguas residuales, excreta y aguas grises en la agricultura y la acuicultura, constan con una apropiada información, con vistas a su posible adecuación e implantación en los países, con especial énfasis en los aspectos microbiológicos.

La Guía distingue tres grupos vulnerables:

- ✓ los trabajadores agrícolas,
- ✓ los miembros de la comunidad donde se encuentra la producción
- ✓ y el consumidor agrícola y otros consumidores.

Reúso de Aguas Residuales

Métodos de riego

El tratamiento recomendado de las aguas residuales domésticas puede variar según el tipo de riego a utilizar.

Los criterios de calidad para la irrigación con aguas residuales en la agricultura dependen del tipo de reúso agrícola a utilizar de acuerdo al cultivo.

El riego restringido: se define como el uso de aguas residuales en la agricultura en cultivos que no se comerán crudos por los humanos.

El riego no restringido: se define como el uso de aguas residuales tratadas en la agricultura en cultivos que normalmente se comerán crudos por los humanos.

Reúso de Aguas Residuales

Cuadro 4 Directrices de calidad microbiológica y parasitológica recomendadas para el uso de aguas residuales en la agricultura (OMS, 1989)¹

Cate- goría	Condicio- nes de reutiliza- ción	Grupo ex- puesto	Nematodos intestinales (N.º aritmético promedio de huevos por litro ³)	Coliformes fecales (N.º geométrico promedio por 100 ml ³)	Tratamiento de aguas residuales para el alcance de la calidad microbiológica requerida
A	Irrigación de cultivos probablemente consumidos crudos, campos de deporte, parques públicos ⁴	Campe- sinos, consu- midores, público	≤ 1	≤ 1.000 ⁴	Una serie de lagunas de estabilización proyectadas para alcanzar la calidad microbiológica indicada, o un tratamiento equivalente
B	Irrigación de cereales, cultivos industriales, forraje, pastos y árboles ⁵	Campe- sinos	≤ 1	No existen normas recomendadas	Retención en lagunas de estabilización durante 8-10 días o eliminación equivalente de helmintos y coliformes fecales
C	Irrigación localizada de cultivos en la categoría B si no están expuestos los trabajadores y el	Ninguno	No aplicable	No aplicable	Pretratamiento como lo requiere la tecnología de irrigación, pero por lo mínimo una sedimentación primaria

Elección de la Tecnología

The screenshot displays the 'Propiedades de Sistema de Tratamiento' window in the POSEIDON software. The interface is divided into several sections:

- Header:** 'POSEIDON' logo with the tagline 'A TOOL TO PROMOTE AND ASSESS WATER REUSE'.
- System Information:** 'Nombre: Sistema de Tratamiento Personalizado 1' and 'Copiar de: Ninguno'.
- Tecnologías de Sistema de Tratamiento:** A list of 10 units, each set to 'Ninguno'.
- Results (Resultados):**
 - Resultados - Criterios de evaluación:** A table of evaluation criteria, all set to 'Ninguna'.
 - Resultados - Requerimientos e impactos:** A table of requirements and impacts, all set to 'Ninguno'.
- Buttons:** 'Ok' and 'Cancelar' at the bottom left.

Resultados - Criterios de evaluación	
Confiabilidad:	Ninguna
Facilidad para actualizar:	Ninguna
Adaptabilidad a las variaciones de caudal:	Ninguna
Adaptabilidad a las variaciones de calidad:	Ninguna
Facilidad de operación y mantenimiento:	Ninguna
Facilidad de construcción:	Ninguna
Facilidad de demostración:	Ninguna

Resultados - Requerimientos e impactos	
Demanda de energía:	Ninguna
Demanda química:	Ninguna
Generación de olores:	Ninguna
Impacto en las aguas subterráneas:	Ninguno
Area necesaria:	Ninguna
Costo del tratamiento:	Ninguno
Producción de lodos / residuos:	Ninguna

- Permite definir la tecnología que se aplicará al tratamiento y el programa indica si cumple con los estándares para reúso

Elección de la Tecnología

Reciclaje y Reutilización del Agua

Afluencia

Clase A (muy baja calidad)

Nota: Muy baja calidad de agua (No se puede volver a utilizar para ningún propósito ni descargada y necesita tratamiento)

Contaminantes:

- Turb NTU
- TSS mg/L
- BOD mg/L
- COD mg/L
- TN mg/L
- TP mg/L
- FC CFU/100ml
- TC CFU/100ml
- TDS mg/L
- Nitrate mg N/L
- TOC mg/L
- Virus PFU/100ml

[? Más información](#)



Salida prevista

Clase D (buena calidad)

Nota: Buena Calidad del agua (podría ser reutilizada para la agricultura y otros usos no potables industriales o en la red urbana)

Contaminantes:

- Turb NTU
- TSS mg/L
- BOD mg/L
- COD mg/L
- TN mg/L
- TP mg/L
- FC CFU/100ml
- TC CFU/100ml
- TDS mg/L
- Nitrate mg N/L
- TOC mg/L
- Virus PFU/100ml

[? Más información](#)

Elección de la Tecnología

Definición de la importancia relativa de cada factor asociado con el tratamiento: ?

- Pesos por omisión
- Pesos personalizados

¿Qué importancia tienen estos factores en la selección de una tecnología apropiada, en comparación con la importancia de la reducción de la vulnerabilidad?

i Reducción de Vulnerabilidad	No es Importante	Menos Importante	Normal	Importante	Muy Importante
i Confiabilidad	No es Importante	Menos Importante	Normal	Importante	Muy Importante
i Facilidad para actualizar	No es Importante	Menos Importante	Normal	Importante	Muy Importante
i Adaptabilidad a las variaciones de caudal	No es Importante	Menos Importante	Normal	Importante	Muy Importante
i Adaptabilidad a las variaciones de calidad	No es Importante	Menos Importante	Normal	Importante	Muy Importante
i Facilidad de operación y mantenimiento	No es Importante	Menos Importante	Normal	Importante	Muy Importante
i Facilidad de construcción	No es Importante	Menos Importante	Normal	Importante	Muy Importante
i Facilidad de demostración	No es Importante	Menos Importante	Normal	Importante	Muy Importante
i Demanda de energía	No es Importante	Menos Importante	Normal	Importante	Muy Importante
i Demanda química	No es Importante	Menos Importante	Normal	Importante	Muy Importante
i Generación de olores	No es Importante	Menos Importante	Normal	Importante	Muy Importante
i Impacto en las aguas subterráneas	No es Importante	Menos Importante	Normal	Importante	Muy Importante
i Area necesaria	No es Importante	Menos Importante	Normal	Importante	Muy Importante
i Costo del tratamiento	No es Importante	Menos Importante	Normal	Importante	Muy Importante
i Producción de lodos / residuos	No es Importante	Menos Importante	Normal	Importante	Muy Importante

Elección de la Tecnología

Reciclaje y Reutilización del Agua

Seleccione el sistema de tratamiento deseado: ?

	Sistema de Tratamiento	Rendimiento	Generación de olores	Costo del tratamiento	Impacto en las aguas subterráneas
<input checked="" type="radio"/> 1	Alta calidad 	100%	Alta	Alto	Bajo

Sistemas de Tratamiento

El **sistema de tratamiento** que se debe realizar debe ser adecuado con el fin de producir agua que se adapte a una aplicación específica a partir de un efluente dado.

La **calidad de los efluentes a tratar y del agua depurada/tratada** deben ser definidas a priori.

Sobre la base de las eficiencias de remoción de los procesos unitarios de tratamiento individuales, se pueden elegir los sistemas de tratamiento.

La calidad del agua disponible y la calidad del agua requerida para una aplicación de reutilización es la clave para proponer procesos unitarios aplicables y diseño de un tratamiento adecuado desde la perspectiva de la tecnología y las consideraciones socioeconómicas, legales, ecológicas, etc.

Elección de la Tecnología – Tratamiento

El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reuso.

Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales para distinguirlo del tratamiento de aguas potables.

ETAPAS DEL PROCESO

El proceso de tratamiento del agua residual se puede dividir en cuatro etapas:

pretratamiento, primaria, secundaria y terciaria.

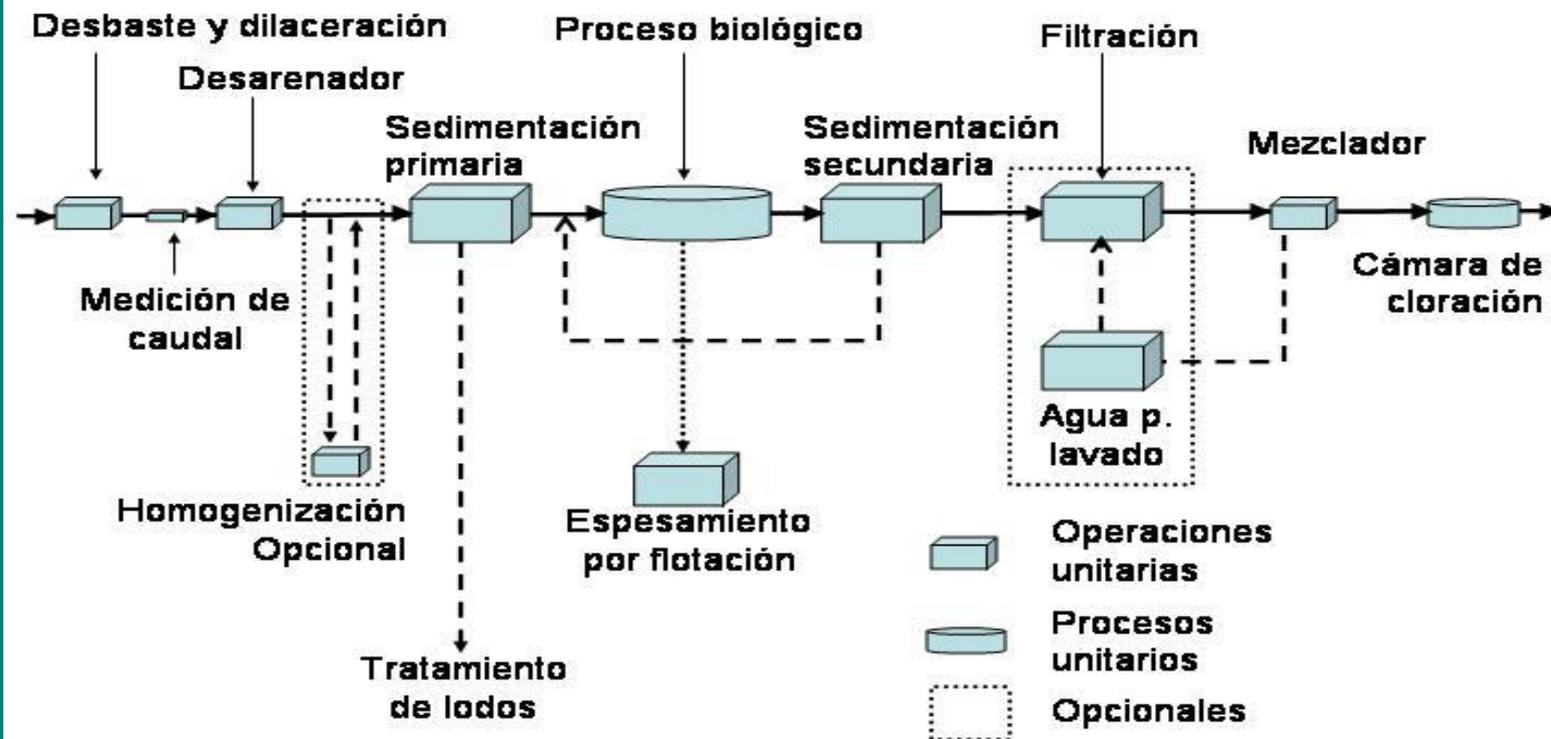
Algunos autores llaman a las etapas pretratamiento y primaria unidas como etapa primaria.

Tipos de Tecnologías y Tratamiento del Agua

Item	Nivel de tratamiento			
	Preliminar	Primario	Secundario	Terciario
Contaminantes removidos	Sólidos gruesos (basuras, arenas) Grasas Acondicionamiento químico (pH)	Sólidos suspendidos sedimentables Materia orgánica suspendida (parcialmente)	Sólidos no sedimentables Materia orgánica suspendida fina/soluble (parcialmente) Nutrientes (parcialmente) Patógenos (parcialmente)	Contaminantes específicos Materia orgánica fina y soluble (pulimento) Nutrientes patógenos (principalmente)
Eficiencias de remoción	DBO: 0-5% Coliformes: \approx 0% Nutrientes: \approx 0%	SS: 60-70% DBO: 30-40% Coliformes: 30-40% Nutrientes: < 20%	SS: 60-99% DBO: 60-99% Coliformes: 60-99% Nutrientes: 10-50%	SS: > 99% DBO: > 99% Coliformes: > 99,9% Nutrientes: > 90%
Mecanismo predominante	Físico	Físico	Biológico o químico	Biológico o químico

Elección de la Tecnología

Diagramas de Flujo del Tratamiento



Elección de la Tecnología

Propiedades de Sistema de Tratamiento



POSEIDON

A TOOL TO PROMOTE AND ASSESS WATER REUSE

Nombre: Alta calidad

Tratamiento de aguas residuales convencional, incluyendo remoción de nitrógeno y fosfatos, seguido de una filtración de doble membrana (MF/UF seguido de RO) y desinfección final por radiación UV. Otros procesos pueden ser aplicados eventualmente; la calidad de las aguas tratadas es tan alta que puede usarse en muchas aplicaciones (industrial, urbano, etc)

Tecnologías de Sistema de Tratamiento:

Unidad 1: P1 - Rejilla / Filtro de barras

Unidad 2: P3 - Cámara de arena

Unidad 3: P6 - Sedimentación con coagulante

Unidad 4: S1 - Lodos activados

Unidad 5: T3 -P - Precipitación

Unidad 6: T4 - Desnitrificación

Unidad 7: T7 - Ultrafiltración

Unidad 8: T9 - Osmosis Inversa

Unidad 9: D4 - Desinfección Ultravioleta

Unidad 10: D2 - Gas de Cloro

[? Más información](#)

Resultados

Rendimiento:

Cumple Calidad:

Resultados - Criterios de evaluación

Confiabilidad:

Facilidad para actualizar:

Adaptabilidad a las variaciones de caudal:

Adaptabilidad a las variaciones de calidad:

Facilidad de operación y mantenimiento:

Facilidad de construcción:

Facilidad de demostración:

Resultados - Requerimientos e impactos

Demanda de energía:

Demanda química:

Generación de olores:

Impacto en las aguas subterráneas:

Area necesaria:

Costo del tratamiento:

Producción de lodos / residuos:

Contaminantes

	In	Int. Out	Real Out	
Turb	500.0		0.01	N/A
TSS	500.0	20.0	0	OK
BOD	440.0	20.0	0.16	OK
COD	1200.0	150.0	1.68	OK
TN	110.0		0.03	N/A
TP	18.0		0	N/A
FC	2000000.0		0	N/A
TC	1600.0	1000.0	0	OK
TDS	1600.0	30.0	16	OK
Nitrate	150.0	50.0	0	OK
TOC	30.0		0.04	N/A
Virus	200.0		0	N/A

Elección de la Tecnología

Propiedades de Sistema de Tratamiento ✕



Nombre: Recarga de aguas subterráneas

Recarga de aguas subterráneas; aumento de aguas superficiales (Takashi, Franklin, Leverenz, Tsuchihashi, y Tchobanoglous, 2006)

Tecnologías de Sistema de Tratamiento:

Unidad 1: P1 - Rejilla / Filtro de barras

Unidad 2: P3 - Cámara de arena

Unidad 3: P5 - Sedimentación sin coagulante

Unidad 4: S1-A - Lodo activo de baja carga sin desnitrificación y con sedimentación secundaria

Unidad 5: T6 - Microfiltración

Unidad 6: T9 - Osmosis Inversa

Unidad 7: T12 - Proceso de Oxidación avanzada

[? Más información](#)

Haga clic aquí para abrir la 'Base de Conocimientos' en una nueva ventana

Resultados

Rendimiento: 96%

Cumple Calidad: SÍ

Resultados - Criterios de evaluación

Confiabilidad: Alta

Facilidad para actualizar: Media

Adaptabilidad a las variaciones de caudal: Alta

Adaptabilidad a las variaciones de calidad: Media

Facilidad de operación y mantenimiento: Media

Facilidad de construcción: Media

Facilidad de demostración: Alta

Resultados - Requerimientos e impactos

Demanda de energía: Alta

Demanda química: Alta

Generación de olores: Alta

Impacto en las aguas subterráneas: Ninguno

Area necesaria: Alta

Costo del tratamiento: Alto

Producción de lodos / residuos: Alta

Contaminantes

	In	Int. Out	Real Out	
Turb	500.0		0.01	N/A
TSS	500.0	20.0	0.01	OK
BOD	440.0	20.0	0.06	OK
COD	1200.0	150.0	0.29	OK
TN	110.0		26.43	N/A
TP	18.0		0.4	N/A
FC	2000000.0		0.02	N/A
TC	1600.0	1000.0	0	OK
TDS	1600.0	30.0	16	OK
Nitrate	150.0	50.0	24	OK
TOC	30.0		0.01	N/A
Virus	200.0		0	N/A

Selecione o Sistema de Tratamento pretendido: ?

	Sistema de Tratamento		Eficiência	Geração de odor	Custo de tratamento	Impacto na água subterrânea
<input type="radio"/> 1	Lagoa		<div style="width: 67%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 67%	<input type="text" value="Baixa"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Baixo"/>
<input type="radio"/> 2	Wetlands		<div style="width: 91%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 91%	<input type="text" value="Alta"/>	<input type="text" value="Médio"/>	<input type="text" value="Nenhum"/>
<input type="radio"/> 3	Filtração por membrana direta		<div style="width: 62%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 62%	<input type="text" value="Alta"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Nenhum"/>
<input checked="" type="radio"/> 4	ETE doméstica - LA		<div style="width: 64%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 64%	<input type="text" value="Alta"/>	<input type="text" value="Médio"/>	<input type="text" value="Nenhum"/>
<input type="radio"/> 5	Wetland construída		<div style="width: 57%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 57%	<input type="text" value="Alta"/>	<input type="text" value="Médio"/>	<input type="text" value="Nenhum"/>
<input type="radio"/> 6	MBR local		<div style="width: 77%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 77%	<input type="text" value="Média"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Baixo"/>
<input type="radio"/> 7	ST22		<div style="width: 89%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 89%	<input type="text" value="Alta"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Baixo"/>
<input type="radio"/> 8	Remoção de fósforo		<div style="width: 82%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 82%	<input type="text" value="Alta"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Baixo"/>
<input type="radio"/> 9	Remoção de N e P		<div style="width: 81%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 81%	<input type="text" value="Alta"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Baixo"/>
<input type="radio"/> 10	Reuso Urbano Restrito 1		<div style="width: 81%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 81%	<input type="text" value="Alta"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Baixo"/>
<input type="radio"/> 11	Uso recreativo		<div style="width: 81%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 81%	<input type="text" value="Alta"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Baixo"/>
<input type="radio"/> 12	Reuso Urbano Restrito 2		<div style="width: 79%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 79%	<input type="text" value="Alta"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Nenhum"/>
<input type="radio"/> 13	Alta qualidade		<div style="width: 100%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 100%	<input type="text" value="Alta"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Baixo"/>
<input type="radio"/> 14	Recarga Subterrânea		<div style="width: 96%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 96%	<input type="text" value="Alta"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Nenhum"/>
<input type="radio"/> 15	Tratamento do solo		<div style="width: 91%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 91%	<input type="text" value="Alta"/>	<input type="text" value="Médio"/>	<input type="text" value="Médio"/>
<input type="radio"/> 16	Desnitrificação		<div style="width: 66%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 66%	<input type="text" value="Alta"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Baixo"/>
<input type="radio"/> 17	Irrigação de jardins		<div style="width: 91%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 91%	<input type="text" value="Alta"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Baixo"/>
<input type="radio"/> 18	Estudo de caso - Parow		<div style="width: 80%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 80%	<input type="text" value="Alta"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Baixo"/>
<input type="radio"/> 19	Só desinfecção		<div style="width: 79%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 79%	<input type="text" value="Alta"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Baixo"/>
<input type="radio"/> 20	Reuso Agrícola		<div style="width: 71%;"><div style="background-color: green; height: 10px;"></div></div> 71%	<input type="text" value="Alta"/>	<input type="text" value="Alto"/>	<input type="text" value="Baixo"/>

Criar Sistema de Tratamento Personalizado

Mostrar Sistemas de Tratamento incompatíveis

Uso Sustentable

El enfoque tradicional de la Planificación Hídrica conduce de manera directa a situaciones de conflicto y crisis en el uso del recurso.

El enfoque más adecuado a fin de resolver el problema mundial de la escasez de agua es:

- ✓ El desarrollo de fuentes alternativas de agua mediante el uso de técnicas apropiadas, particularmente el reúso
- ✓ El manejo eficiente
- ✓ Control adecuado para reducir el consumo

Situación actual del Río Suquía

- Existe un deterioro progresivo de la calidad del recurso al atravesar la ciudad de Córdoba
- Influencia de Bajo Grande y el Canal Industrial, se evidencia por el descenso del OD y ascenso de indicadores de materia orgánica
- Incremento del fósforo total y amonio aguas abajo de Bajo Grande,
- Aguas abajo y previo a la Laguna del Plata existe una recuperación del río
 - Ascenso de la concentración de oxígeno disuelto
 - Disminución del contenido de materia orgánica



SITUACIÓN DEL RÍO SUQUÍA



Nuevo Paradigma en la solución de los problemas del agua

Componente clave del nuevo enfoque



Uso más eficiente del agua y
Reutilización - Reciclaje.



Uso Sustentable

- ✓ La creciente escasez del recurso para el riego y los costos elevados de los fertilizantes hacen del reúso una opción interesante.
- ✓ La seguridad de que los riesgos para la salud y el daño al suelo son mínimos cuando se toman las precauciones necesarias
- ✓ El reconocimiento del valor de esta práctica por parte de los planificadores del recurso.

La sustentabilidad del agua considera el uso del agua como sustento de la capacidad de la sociedad humana para permanecer y florecer en un futuro indeterminado sin afectar la integridad del ciclo hidrológico o los sistemas ecológicos que dependen de él.