



## INGENIERÍA DEL AGUA POSIBLE

**PROYECTO DE REUNIÓN DE VERTIDOS E IMPLANTACIÓN DE SISTEMA SOSTENIBLE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN VICENTE DEL MONTE (CANTABRIA).**

[www.aguapedia.org](http://www.aguapedia.org)  
[grupotar@us.es](mailto:grupotar@us.es)  
[maestrodelaspiedras@us.es](mailto:maestrodelaspiedras@us.es)

# INDICE



OBJETO, METAS Y FINES DE LA PROPUESTA

ANTECEDENTES Y CONDICIONANTES DEL ENTORNO

JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO PROPUESTO

CONCLUSIONES

## OBJETO DE LA PROPUESTA



El objeto del presente proyecto es definir, justificar y valorar suficientemente las obras necesarias para conducir los vertidos de aguas residuales de la población de San Vicente del Monte (Cantabria) hasta un nuevo sistema de tratamiento de los vertidos urbanos capaz de tratarlos con los mejores rendimientos posibles de depuración y en los parámetros que marca la legislación vigente.

## METAS Y FINES DE LA PROPUESTA



Aparte del fin fundamental indicado, conseguir los resultados de depuración exigidos por la legislación vigente, se ha considerado a la hora de diseñar y proyectar el presente proyecto, como metas básicas, las siguientes:

- Dar la solución idónea respecto a la línea de tratamiento adoptada con capacidad de absorber las variaciones de caudal y contaminación que pudieran presentarse sobre los parámetros básicos establecidos (Población estacional).
- Establecer unos niveles óptimos de ejecución en la obra civil, equipos e instalaciones que nos permitan una relación calidad-precio que se ajuste a este tipo de actuaciones, permitiendo el funcionamiento óptimo de la planta.
- Dotar a las instalaciones de flexibilidad suficiente para facilitar las maniobras de operación, bajo unos costes muy reducidos de explotación, sin necesidad de personal especializado.
- Por último, definir un proyecto de bajo consumo energético.

# ANTECEDENTES Y CONDICIONANTES DEL ENTORNO



CONDICIONANTES DEL ENTORNO

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

PROBLEMÁTICA EXISTENTE

SOLUCIÓN PROPUESTA

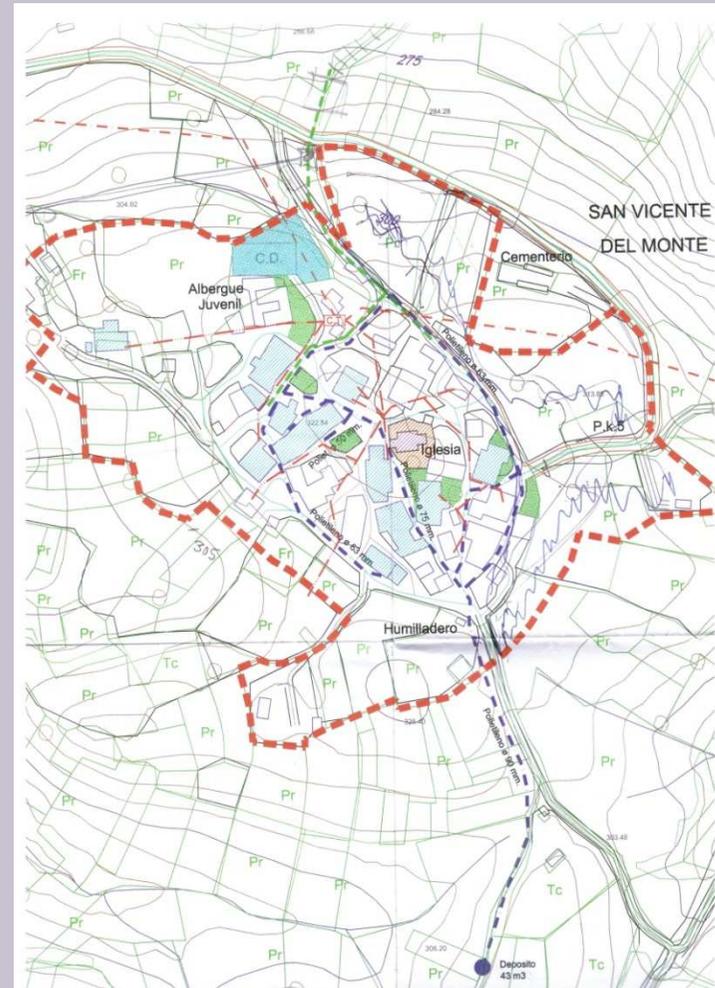
## CONDICIONANTES DEL ENTORNO

- Su topografía, su marcada vocación agroganadera, la ocupación del territorio en núcleos que concentran la población y su dispersión regular en el espacio la señalan como una de las áreas de más marcada personalidad geográfica de la región.
- El máximo grado de dispersión se alcanza en los montes pasiegos, donde los condicionantes del medio físico han tenido un escaso peso como factor determinante a la hora de explicar las formas de organización territorial, traducidas en una ocupación sistemática del espacio, con el prado y la cabaña como elementos paisajísticos característicos.



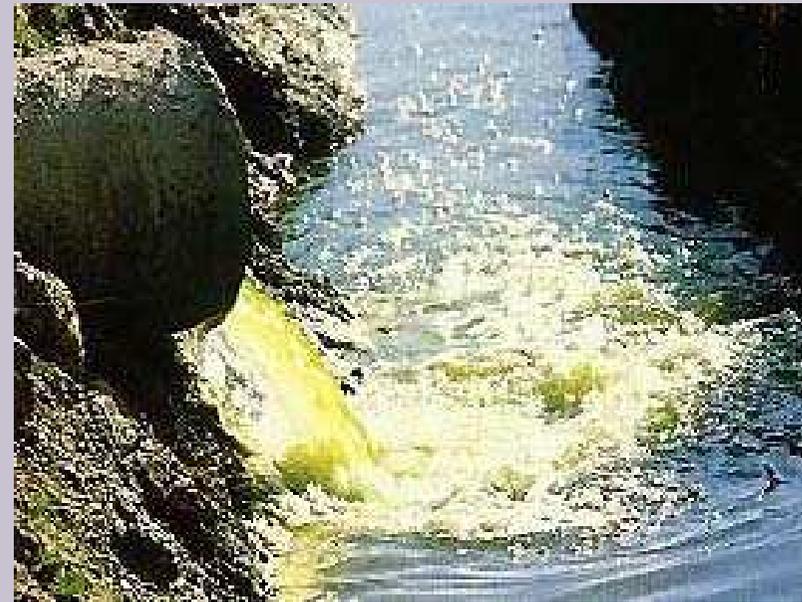
# LOCALIZACION GEOGRÁFICA

- San Vicente del Monte es una localidad del municipio de Valdáliga (Cantabria, España). La localidad se encuentra situada a 317 metros de altitud sobre el nivel del mar.
- Coordenadas geográficas:
  - 43° 17' 15" N
  - 04° 18' 16" O
- La localidad está "colgada" a media altura de la falda de la Sierra del Escudo de Cabuérniga.



## PROBLEMÁTICA EXISTENTE

- Tradicionalmente, la población de San Vicente del Monte, vertía sus aguas residuales en pozos negros, bien de viviendas individuales o compartidos entre varios vecinos.
- Estos vertidos, cuando alcanzaban los niveles impermeables del subsuelo, recorría zonas de filtración del terreno hasta el punto de vertido.
- En la actualidad, los vertidos son reunidos y conducidos al cauce público, no obteniendo valores de depuración, de acuerdo a la Directiva Comunitaria 91/271/CEE.



# SOLUCIÓN PROPUESTA. DATOS DE PARTIDA

## POBLACIÓN Y PARÁMETROS UNITARIOS

La población y los caudales totales capaces de ser tratados por la planta depuradora de aguas residuales proyectada serán los siguientes:

- Población: 160 hab.
- Dotación: 150 l/hab/d.
  
- Caudal: 24 m<sup>3</sup>/d.
- Caudal punta horario: 3 m<sup>3</sup>/h.
- Caudal punta pretratamiento: 36 m<sup>3</sup>/d.
  
- DBO<sub>5</sub>: 60 gr/hab/d.
- SST: 75 gr/hab/d.



# SOLUCIÓN PROPUESTA. RESULTADOS PREVISTOS



## CARACTERÍSTICAS CONTAMINANTES

La caracterización del vertido de aguas residuales de origen doméstico viene definida por los siguientes parámetros:

- DBO<sub>5</sub>: 333 mg/l.
- Sólidos en suspensión: 500 mg/l.

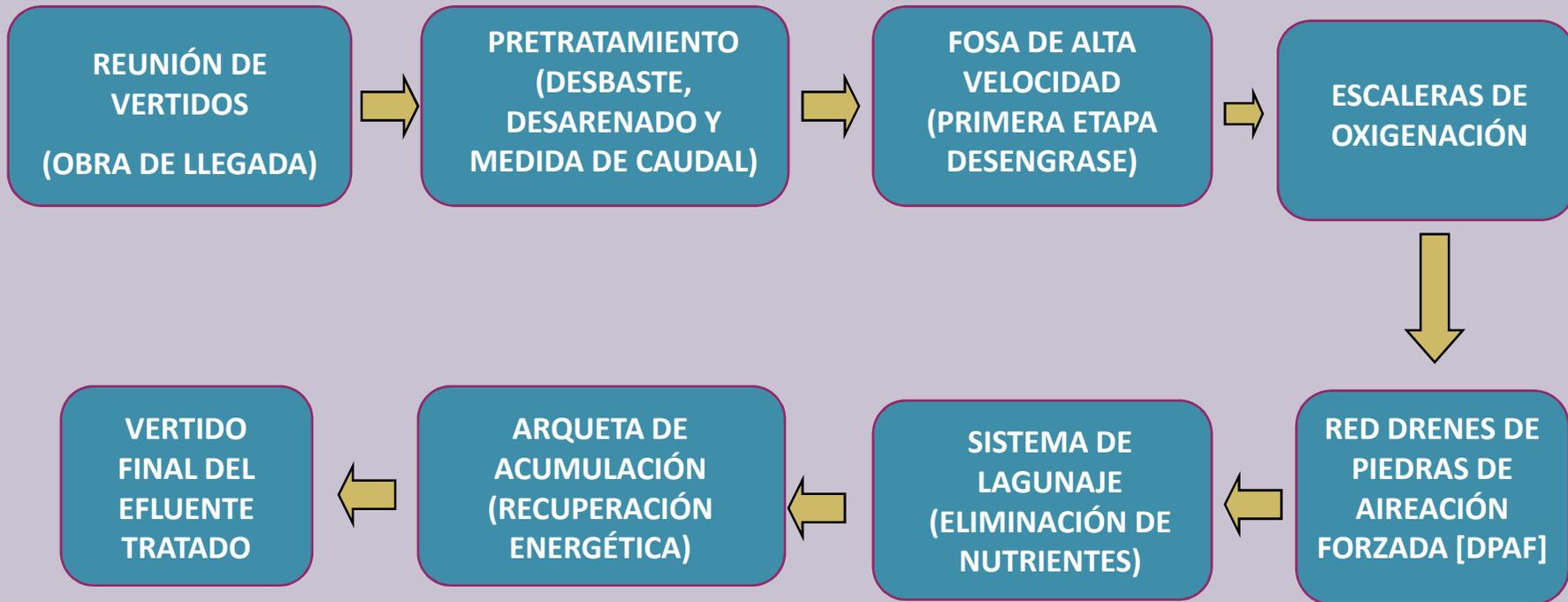
## RESULTADOS PREVISTOS

Los valores exigidos a la depuración, de acuerdo a la Directiva Comunitaria sobre la depuración de las aguas residuales urbanas 91/271/CEE, de 21 de Mayo serán:

- DBO<sub>5</sub> : < 25 mg/l.
- SS: < 35 mg/l.
- DQO : < 125 mg/l.

Además el agua será razonablemente clara y no tendrá olor desagradable.

# SOLUCIÓN PROPUESTA. LÍNEA DE AGUA



## SOLUCIÓN PROPUESTA. LÍNEA DE FANGOS



**DIGESTIÓN ANAEROBIA  
EN  
FOSA DE ALTA VELOCIDAD**



**RETIRADA DE LODOS MEDIANTE  
EXTRACCIÓN POR MEDIOS  
MECÁNICOS Y RETIRADA POR GESTOR  
DE RESIDUOS AUTORIZADO  
(Plazo Estimado de Retirada: 2 AÑOS)**

## JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA



- Consideramos como “*Tecnología no Convencional*” a aquella que supone un ahorro económico, energético o ambiental frente a los métodos tradicionales:
  - Ausencia de personal de operación.
  - Requiere poca superficie para su implantación.
  - Bajos costes de explotación y mantenimiento:
    - Las labores de mantenimiento no necesitan personal cualificado.
    - Inexistencias de averías mecánicas.
    - Escasos impactos ambientales.
- Debido a los costes de instalación, explotación y mantenimiento para plantas convencionales, este sistema no es viable para pequeñas poblaciones; y por tanto; han de adoptarse otros sistemas de depuración que necesiten menores inversiones para que su coste sea asumible por estas comunidades.
- Las pequeñas poblaciones no suelen tener problemas con sus vertidos, al ser menores y no estar contaminados industrialmente; por eso, estos sistemas de tratamiento no convencionales son fácilmente adaptables .

# DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO PROPUESTO. LÍNEA DE AGUA



REUNIÓN DE VERTIDOS. OBRA DE LLEGADA

PRETRATAMIENTO: DESBASTE, DESARENADO Y MEDIDA DE CAUDAL

FOSA DE ALTA VELOCIDAD

ESCALERA DE AIREACIÓN

CANALES DE PIEDRAS

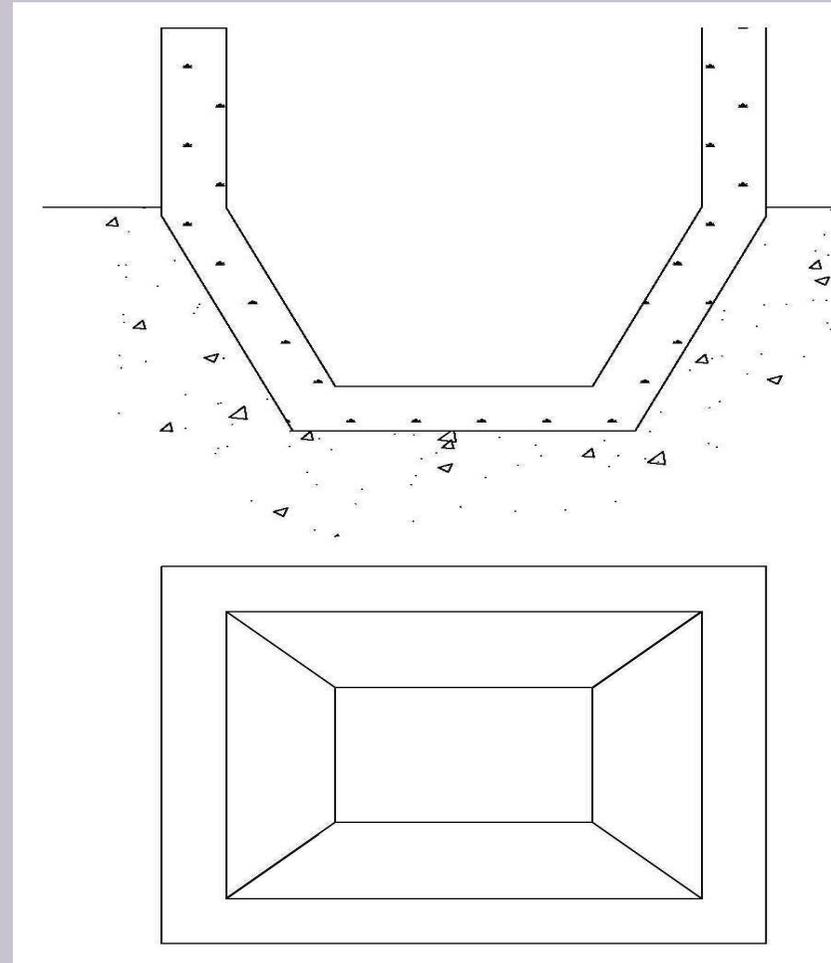
SISTEMA DE LAGUNAJE

ARQUETA DE ACUMULACIÓN: RECUPERACIÓN ENERGÉTICA

VERTIDO FINAL DEL EFLUENTE TRATADO

## REUNIÓN DE VERTIDOS. OBRA DE LLEGADA

- Debido a que la red de saneamiento de la población es unitaria, cuando se producen lluvias hay arrastres de materiales áridos que se incorporan al sistema de tratamiento, produciendo sobrecargas y atascos, e incluso rebosamiento a otras fases del proceso.
- Para evitar la entrada de cualquier arrastre de material pesado que ocasionan colmataciones y sedimentos indeseados y evitar sobrecargar en las fases de tratamiento siguientes se proyecta la construcción de un pozo de gruesos, equipado con reja manual de desbaste de gruesos.



## PRETRATAMIENTO. DESBASTE

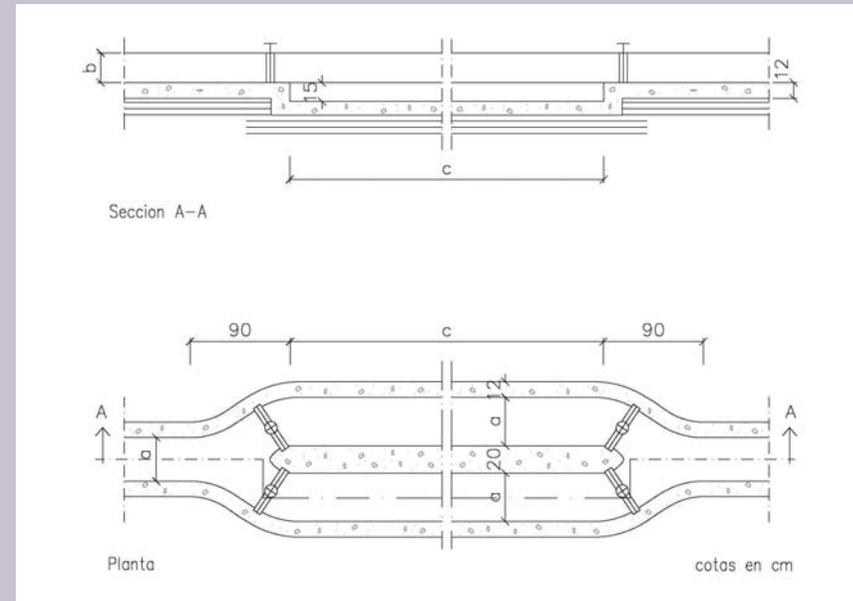
- Se proyectan dos canales de desbaste de funcionamiento en paralelo para la eliminación de sólidos transportados por el agua residual bruta.
- El canal principal estará equipado con una reja de limpieza automática, y el de reserva estará equipado con una reja de limpieza manual.
- Cada canal de desbaste será capaz de soportar un caudal triple del de diseño de la planta de tratamiento
- Ancho de canal: 0,40 m.
- Rejas de desbaste, AISI-304, barras de 2 mm., de espesor, separadas 30 mm.



## PRETRATAMIENTO. CANALES DE DESARENADO

- Se dispondrán dos canales idénticos para el desarenado (uno principal de servicio y otro en reserva), del tipo cámara de sedimentación a velocidad constante.
- Las arenas se depositan en el arenero previsto en la parte baja del canal, donde se recogerán manualmente.
- Estos dos canales idénticos de desarenado, serán capaces de tratar cada uno todo el caudal procedentes de la línea de desbaste.

- Anchura del canal (a): 0,40 m.
- Calado del canal (b): 0,50 m.
- Longitud del canal (c): 10,0 m.





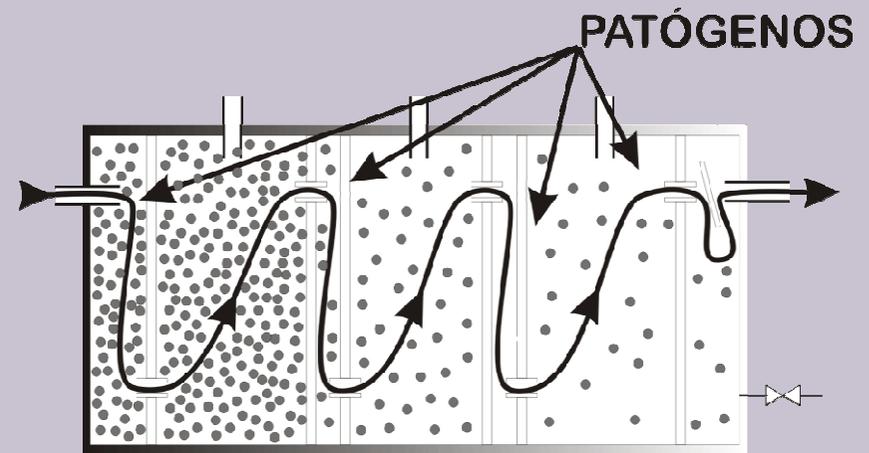
## FOSA DE ALTA VELOCIDAD. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO



- La fosa anaerobia consiste en un depósito cerrado con geometría paralelepípeda regular.
- En su interior se disponen una serie de tajaderas que dividen el espacio en varios compartimentos, los cuales fuerzan al agua a seguir un circuito en zigzag.
- El paso de un compartimento a otro se hace con la entrada de agua por la parte inferior y la salida por la parte superior.
- El agua atraviesa el lecho de fangos formado en la base del recinto anterior, aumentándose el contacto agua y fango y favoreciéndose el efecto filtro del lecho de lodo.
- La fosa anaerobia mejora la calidad del agua residual en base a fenómenos de sedimentación y degradación biológica anaerobia de la materia orgánica, favorecida por el contacto con el lodo anerobio que también beneficia la reducción de la cantidad de sólidos en suspensión y sólidos disueltos del agua.

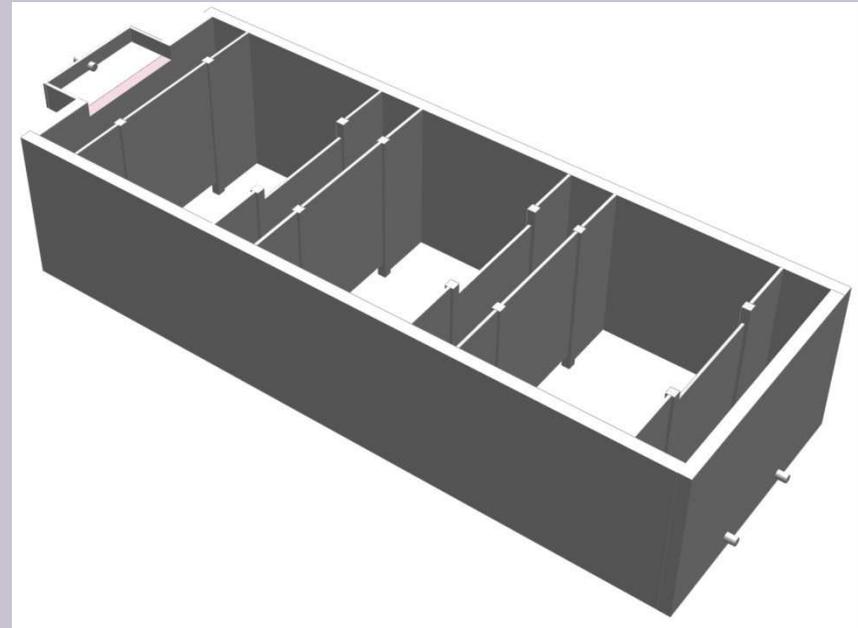
## FOSA DE ALTA VELOCIDAD. ELIMINACIÓN DE PATÓGENOS

- Los patógenos son en su mayoría microorganismos de naturaleza aerobia que dependen de unas condiciones ricas en materia orgánica y oxígeno disuelto para proliferar.
- A pesar de existir en la fosa una carga suficiente de materia orgánica, es manifiesta su ausencia de oxígeno, de esta forma se inhibe el crecimiento de los microorganismos patógenos que mueren y pasan a formar parte de la materia orgánica, sustrato fundamental de la degradación anaerobia.



## FOSA DE ALTA VELOCIDAD. DIMENSIONAMIENTO

- Caudal anual: 8760 m<sup>3</sup>/año.
- Población: 160,0 hab.eq (estacional)
- Dotación aporte A.R.: 150 l/hab.eq/d.
- Caudal medio diario: 24,00 m<sup>3</sup>/d.
  
- Longitud: 5 m. [ $2:1 < l/a < 5:1$ ]
- Ancho: 2,5 m. [ $> 0,60$  m.]
- Altura: 2 m.
- Resguardo: 0,30 m.
- Altura útil: 1,7 m.
- Volumen útil fosa séptica: 21,3 m<sup>3</sup> .
- Intervalo extracción de lodos: 2 años.
- Rendimiento estimado en reducción de carga orgánica (DBO5) : 46%.



# ESCALERAS DE AIREACIÓN. FUNDAMENTOS DE LA DEPURACIÓN

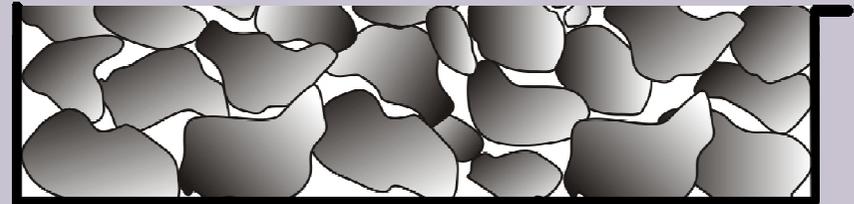
- Será el elemento que vehiculará las aguas residuales entre la Fosa de Alta Velocidad y la batería de Drenes de Aireación Forzada (DPAF).
- Al mismo tiempo que las vehicula introduce oxígeno en estas aguas, provenientes de la fosa anaerobia, y deficitarias de oxígeno.
- Esta introducción de oxígeno tienen una doble función, favorece los procesos aerobios de metabolización de materia orgánica en los drenes, desfavoreciendo a su vez lo que se ha definido como una anaerobiosis adicional.



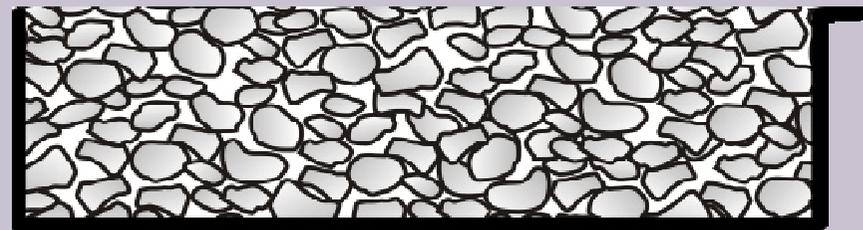
## ESCALERAS DE AIREACIÓN. DETALLES CONSTRUCTIVOS

- Las piedras son el material de relleno seleccionado por una razón primordial. Cumplen el óptimo económico a la hora de cumplir su función de filtro natural y soporte para la vida bacteriana que realizará la digestión de la materia orgánica, tan presente en las aguas residuales, a la vez que facilitan el aporte de oxígeno al sistema y tienen un coste muy bajo.
- La piedra es clasificada por tamaños en tres grandes grupos, las de mayor volumen (con tamaños comprendidos entre 200 mm. y 150 mm.), de volumen medio (entre 150 mm. y 100 mm.) y piedra pequeña (de 100 mm. a 50 mm.).

- Tramos iniciales de la escalera de oxigenación (piedras de mayor tamaño).

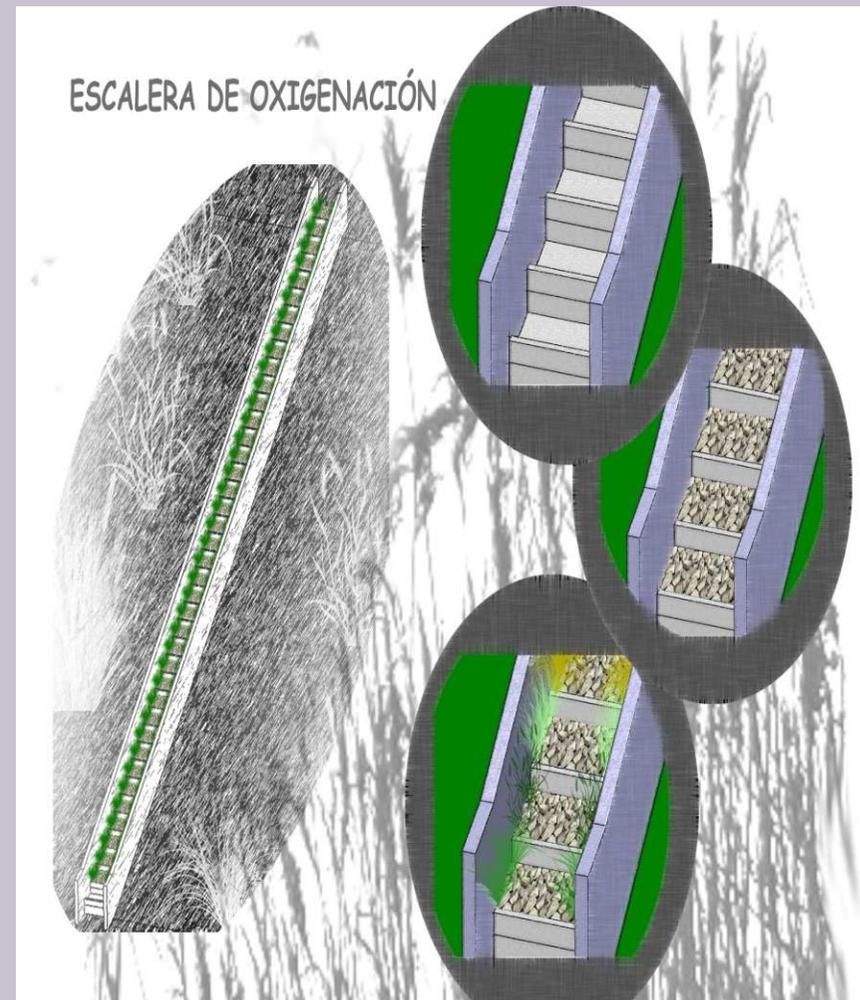


- Tramos finales de la escalera de oxigenación (piedras de menor tamaño).



## ESCALERAS DE AIREACIÓN. DETALLES CONSTRUCTIVOS

- Básicamente consiste en una serie de escalones donde el agua vertida desde la fosa, por desborde, recorre la escalera por cada uno de sus peldaños.
- En cada salto de agua, se demuestra y comprueba experimentalmente que se obtiene una oxigenación del agua a tratar.
- Longitud de la escalera: 45 m.
- Longitud del escalón: 1,0 m.
- Anchura del escalón: 0,5 m.
- Altura del escalón: 0,5 m.
- Rendimiento estimado en reducción de carga orgánica (DBO5) : 54%.



# RED EN PARALELO DE DRENES DE PIEDRAS DE AIREACIÓN FORZADA [DPAF]

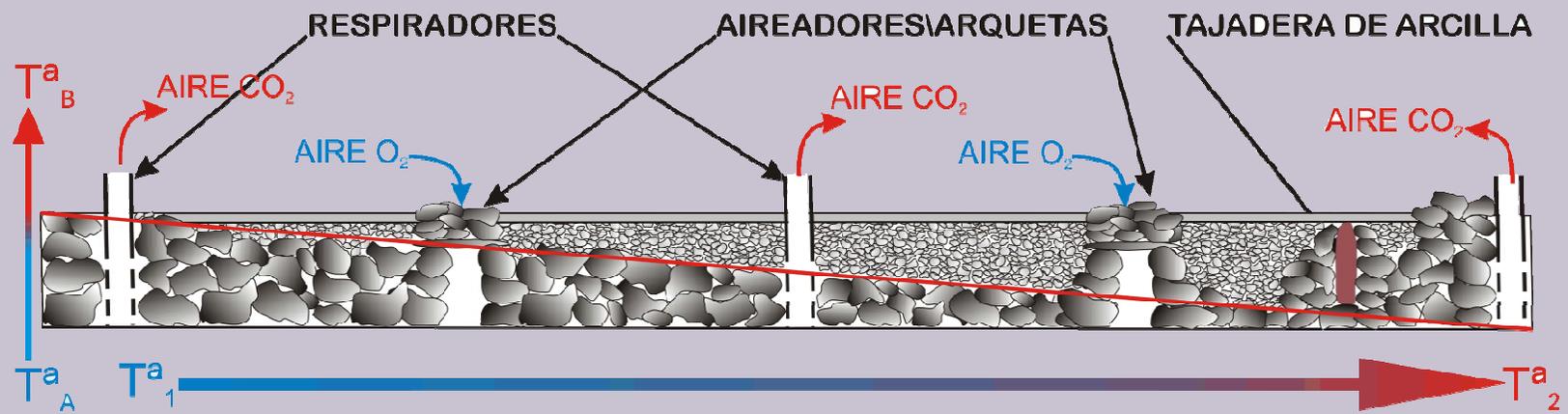


- Este novedoso método de circulación y saneamiento de aguas residuales, ha sido desarrollado por el Grupo TAT-EIA de la Universidad de Sevilla.



- Los drenes de piedras, consisten en un canal o zanja rellena de piedras con una configuración por tamaños decreciente siguiendo la diagonal principal y con una red de aireadores y chimeneas con lo que se asegura una entrada de aire atmosférico rico en oxígeno y una salida de los gases producidos en los metabolismos bacterianos, ricos en  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$ .

# RED EN PARALELO DE DRENES DE PIEDRAS DE AIREACIÓN FORZADA [DPAF]



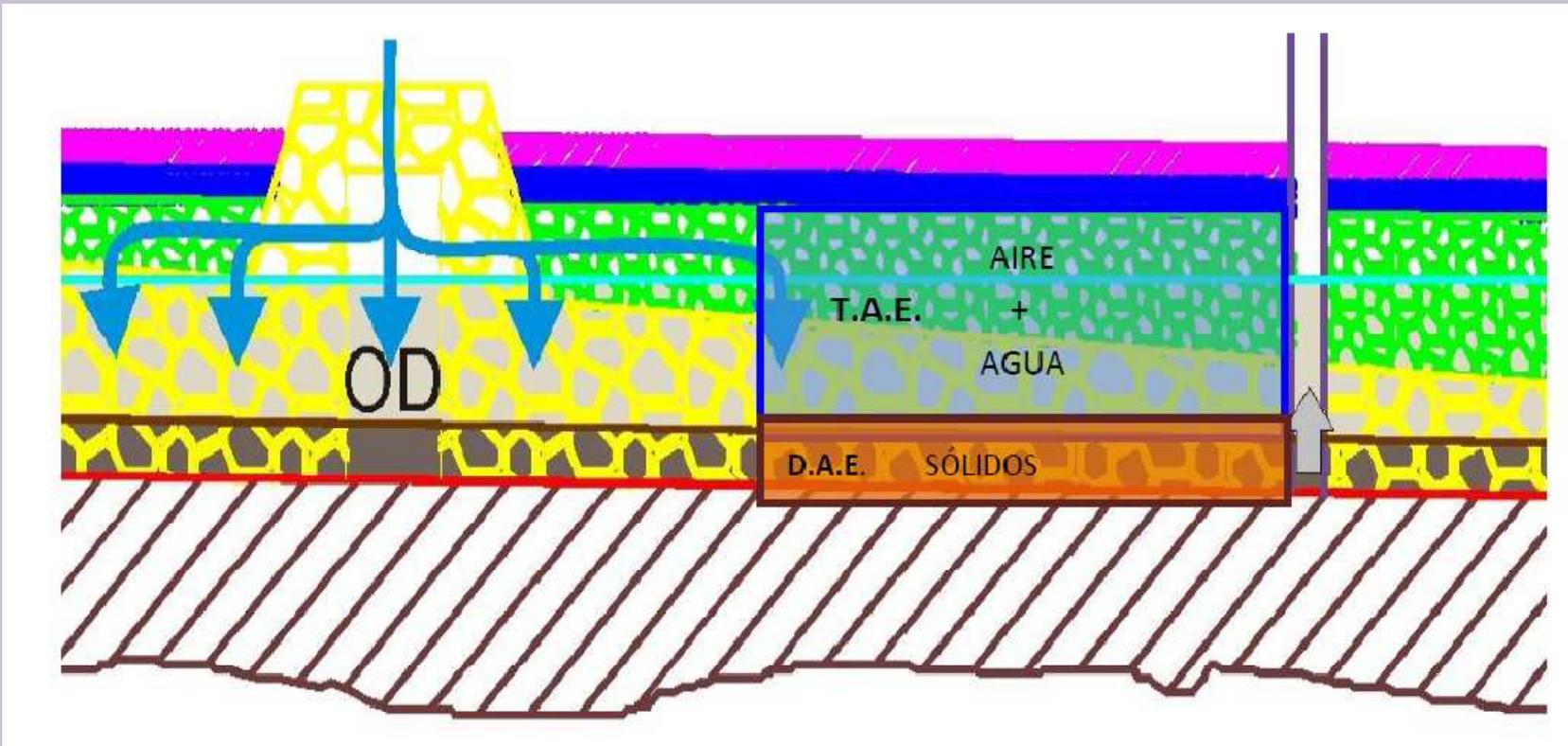
**CANAL DE PIEDRAS:**

## RED EN PARALELO DE DRENES DE PIEDRAS DE AIREACIÓN FORZADA [DPAF]



- Conforme el agua va circulando por el dren a lo largo de la diagonal de piedras grandes, va disminuyendo por vía bacteriana su contaminación a la vez que van sedimentando los sólidos en suspensión y los fangos generados por el proceso biológico.
- El proceso no se desarrolla homogéneamente a lo largo del canal, siendo especialmente acusados los fenómenos de separación físicas de contaminantes en los primeros puntos del recorrido del dren.
- Con la configuración de piedra propuesta (huecos progresivamente menores), desde el punto de vista exclusivamente hidráulico, se produce un aumento gradual de la velocidad del agua, creciente por disminución del diámetro por el que circula.
- En los primeros puntos, el agua cargada de materia orgánica y sólidos en suspensión circulan más lentamente por el dren lo que facilita la sedimentación de las partículas en suspensión, su adherencia al soporte de piedra y el inicio de los procesos biológicos.

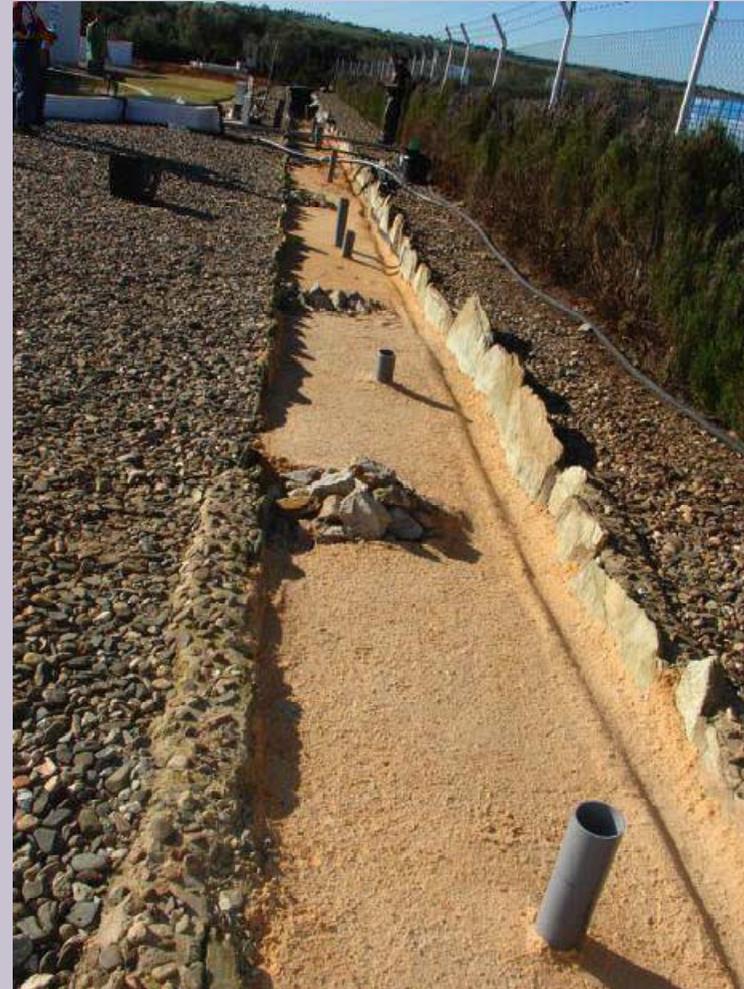
# RED EN PARALELO DE DRENES DE PIEDRAS DE AIREACIÓN FORZADA [DPAF]



# RED EN PARALELO DE DRENES DE PIEDRAS DE AIREACIÓN FORZADA [DPAF]

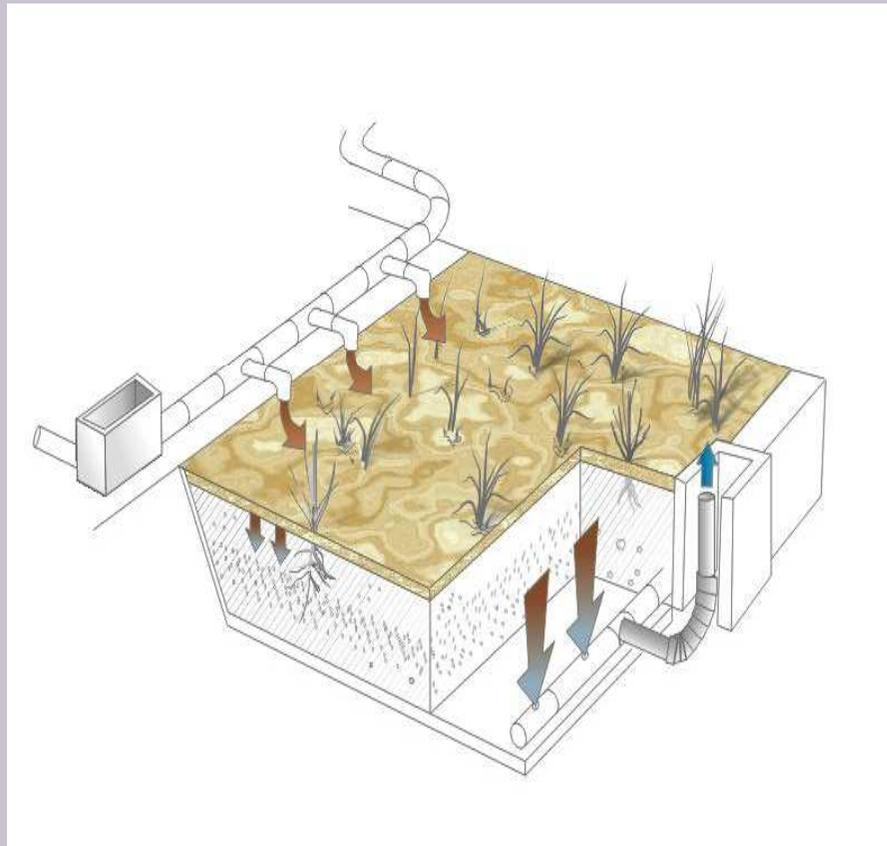


- Número de canales: 2 (1+1).
- Longitud de los canales: 45 m.
- Rendimiento estimado en reducción de carga orgánica (DBO5) : 54%.
- Sistema de explotación: Se mantendrá un canal en servicio; entrando en funcionamiento los dos canales proyectado en periodo estival a fin de soportar la población estacional.
- Mantenimiento: Durante el periodo no estacional, se alternará el uso de los canales durante, facilitándose las tareas de mantenimiento.



# ESTANQUE DE NATURALIZACIÓN CON MACROFITAS. FUNDAMENTOS DE DEPURACIÓN

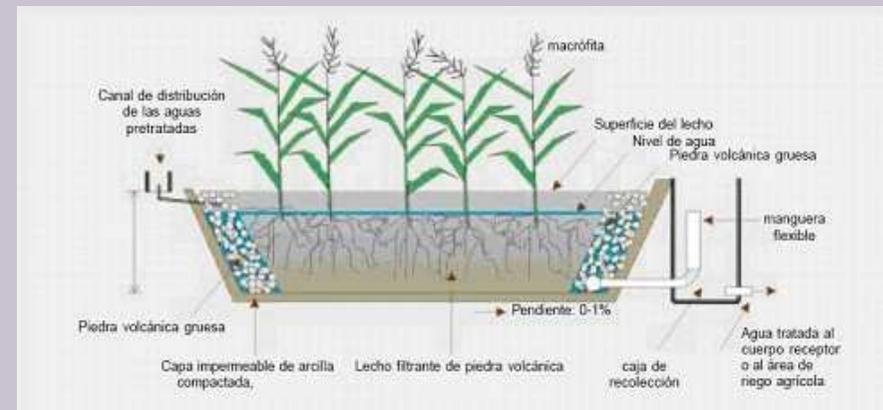
- Las aguas residuales urbanas contienen nutrientes (N, P), que provienen principalmente de los detergentes y jabones. Las plantas de ribera se alimentan de estos nutrientes, por lo que los toman del agua y los aprovechan para su crecimiento.
- Incorporando este sistema de tratamiento se puede reutilizar hasta un 70% del agua aportada en el embalse.
- El agua tratada puede ser utilizada para riego de árboles, jardines o plantas ornamentales.



# ESTANQUE DE NATURALIZACIÓN CON MACROFITAS. DIMENSIONAMIENTO

- Se proyecta la construcción de un estanque de naturalización para tratar las aguas residuales tratadas previamente en el sistema de depuración proyectado, antes del vertido final a cauce del dominio público hidráulico, dando así cumpliendo a los requisitos legales actuales.
- Básicamente este estanque consiste en una excavación rellena con piedras, donde se colocan plantas macrófitas tipo aneas, juncos, césped común de caña, carrizos, etc.

- Volumen del estanque: 120 m<sup>3</sup>.
- Longitud: 12,0 m.
- Anchura: 10,0 m.
- Altura del escalón: 1,0 m.
- Rendimiento estimado en reducción de carga orgánica (DBO5) : 70%.



# ARQUETA DE ACUMULACIÓN. RECUPERACIÓN ENERGÉTICA



- Se proyecta la construcción de una arqueta para la acumulación de los volúmenes de agua residual tratada, los cuales, mediante un vertedero en “V” serán descargados para el accionamiento de un sistema de generación de energía hidroeléctrica.
- Se contemplan dos variantes para el sistema de generación:
  - S1. Turbina tipo “Pelton”: Transforma directamente la energía hidromecánica en eléctrica.
  - S2. Turbina+Alternador.
- Para los parámetros de diseño, se prevé la generación de una potencia de 5 KW., para dar servicio, durante los instantes de caudales punta diarios, a la reja de desbaste de limpieza automática, cuyos requisitos de suministro son los siguientes:
  - Tensión de servicio: 380 Vac.
  - Distribución: Trifásica.
  - Potencia nominal: 0,37 KW.
- Igualmente se evaluará la instalación de un sistema de alimentación fotovoltaico autónomo para la aplicación precitada.

## CONCLUSIONES



1. Las pequeñas poblaciones no suelen tener problemas con sus vertidos, al ser menores y no estar contaminados industrialmente; por eso, los sistemas de tratamiento no convencionales son fácilmente adaptables .
2. *“Tecnología no Convencional”* es aquella que supone un ahorro económico, energético o ambiental frente a los métodos tradicionales:
  - Requiere poca superficie implantación.
  - Bajos costes de explotación.
  - No necesitan personal cualificado.
  - Inexistencias de averías mecánicas.
  - Escasos impactos ambientales.
3. Representan una solución idónea respecto a la línea de tratamiento adoptada, la cual presenta elevada capacidad de absorber variaciones de caudal y contaminación que pudieran presentarse sobre los parámetros básicos de diseño establecidos (Población estacional).
4. Debido a los costes de instalación, explotación y mantenimiento para plantas convencionales, este sistema no es viable para pequeñas poblaciones; y por tanto; han de adoptarse otros sistemas cuyo coste sea asumible por estas comunidades.

## CREACION DE EMPLEO

- 
1. Los sistemas convencionales de depuración generan normalmente un mayor número de puestos de trabajo por habitante que los sistemas de tecnologías blandas, siendo el coste de construcción y mantenimiento; y por tanto de personal, son menores.
  2. Los mayores costes de los sistemas muy tecnificados hacen inviable su instalación en pequeñas comunidades, no generando empleo alguno en el sector de la depuración de ARU.
  3. Las tecnologías posibles son asumibles en costes por empresas de menor tamaño que las convencionales y no convencionales, promoviendo la construcción con empresas locales, o mas cercanas al entorno.
  4. Estos sistemas suponen un coste asumible por pequeñas poblaciones, lo que permite paralelamente la creación de empleo aunque sea compartido por estos municipios o localidades.
  5. Aunque el empleo generado sea modesto, la sencillez de operación permite el acceso al mercado laboral de mano de obra no especialmente cualificada.
  6. La gestión de la depuración implica la contratación esporádica de personal desempleado o trabajadores locales de forma complementaria a su actividad habitual.