

Proyecto de elaboración de Directrices de Saneamiento en el medio rural de Galicia para aglomeraciones de menos de 1000 h-e

J. Suárez, A. Jácome, H. del Río y J. Molina

Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente (GEAMA) de la Universidade da Coruña.

Centro de Innovación Tecnolóxica en Edificación e Enxeñaría Civil da Universidade de A Coruña

F. Alonso, R. Arias y A. López

Aguas de Galicia, Xunta de Galicia

1. Introducción

La Xunta de Galicia, a través de Aguas de Galicia y la Empresa Pública de Obras y Servicios Hidráulicos (EPOSH), ha venido realizando durante los últimos años un gran esfuerzo inversor para financiar y ejecutar obras de construcción y mejora de sistemas de saneamiento de aguas residuales, lo que ha permitido que muchos núcleos de población cuenten ya con sistemas adecuados de depuración, evitando de esta manera repercusiones negativas sobre el entorno. El esfuerzo inversor se ha venido centrando en los sistemas de mayor número de habitantes equivalentes, siguiendo la filosofía y plazos marcados por la Directiva 91/271. Sin embargo, la Xunta de Galicia entiende que es preciso avanzar en este proceso de tal modo que también los pequeños núcleos puedan contar con sistemas de depuración de aguas residuales eficaces y adecuados, tal como se contempla en el Plan de Saneamiento de Galicia 2000-2015.

El Plan de Saneamiento definió del orden de 1400 aglomeraciones en toda Galicia, de las cuales más 1200 eran menores de 1000 habitantes equivalentes. El Plan Hidrológico de Galicia-Costa establece que la población mínima a considerar, a integrar en un plan de saneamiento es de 100 habitantes, cuestión que el Plan de Saneamiento de Galicia recoge y utiliza como límite inferior sobre el cual actuar.

Como criterios básicos a la hora de definir el sistema de alcantarillado se estableció que toda aglomeración urbana con población fija inferior a 500 habitantes debería tener saneamiento separativo, mientras que en aglomeraciones urbanas entre 500 y 1000 habitantes se propuso un sistema mixto separativo-unitario, pero con tendencia en lo posible hacia el saneamiento separativo.

El saneamiento en el medio rural de Galicia presenta características y problemas singulares debido a los siguientes factores:

- Factores físicos: red hidrológica muy extensa, con una amplia riqueza natural y variedad de usos; suelos con poca potencia, generalmente resultado de la degradación de macizo rocoso granítico, de permeabilidad muy variable; aguas subterráneas abundantes, no configuradas en grandes acuíferos, y con niveles freáticos muy variables.
- Factores bióticos: abundancia de zonas naturales protegidas con ecosistemas acuáticos singulares de alto valor; riqueza piscícola, que debe aún recuperarse y aumentar.
- Factores socio-económicos: dispersión de la población en entidades singulares con muy pocos habitantes; población en recesión en el medio rural; ayuntamientos pequeños y con pocos recursos, sin tradición en participar en mancomunidades o consorcios en el campo del agua; cultura del agua y de la tierra singular.

La dispersión de la población se pone de manifiesto analizando las características de los núcleos y la población "en diseminado". Como se apreciará, la distribución de la población en las provincias de A Coruña y de Pontevedra presenta características similares, pero totalmente diferentes a las de Orense y Lugo. En la tabla siguiente se muestra el número de núcleos de las diferentes provincias clasificados en función de los rangos de población.

Rangos de habitantes	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	>1000	Total	%
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000			
A Coruña	2842	729	188	72	37	24	14	6	14	11	88	4025	39
Lugo	1177	79	18	9	7	2	5	4	4	2	20	1327	13
Ourense	2142	278	77	41	12	9	4	5	4	1	13	2586	25
Pontevedra	1429	452	163	87	38	29	16	12	6	8	60	2300	22
TOTAL	7590	1538	446	209	94	64	39	27	28	22	181	10238	

Tabla 1. Número de núcleos en las diferentes provincias en función de rangos de población.

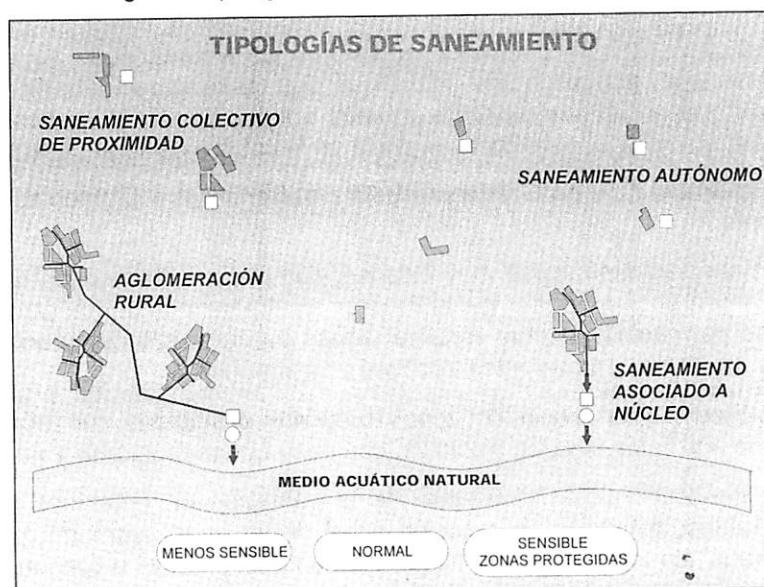
La tabla anterior muestra que hay unos 10.000 núcleos menores de 1000 h-e de los cuales 7.590 núcleos son menores de 100 habitantes; un 74% del total de Galicia. En esos núcleos de menos de 1000 habitantes están integrados unos 900.000 habitantes. Además, unos 440.000 habitantes se consideran asentados en diseminado, es decir, sin formar núcleos.

	>1000	100 900	900 800	800 700	700 600	600 500	500 400	400 300	300 200	200 100	<100	Total
A Coruña	632.486	10.344	11.956	4.511	9.083	12.932	16.342	25.116	45.462	99.659	147.906	101.5797
Lugo	160.360	1.843	3.342	3.152	3.235	1.160	3.121	3.246	4.347	10.633	51.919	246.358
Ourense	159.800	931	3.340	3.674	2.560	4.813	5.133	14.218	18.702	38.308	77.694	329.173
Pontevedra	447.122	7.521	5.165	8.832	10.415	15.996	16.881	29.827	40.248	62.873	73.537	718.417
Total	1.399.768	20.639	23.803	20.169	25.293	34.901	41.477	72.407	108.759	211.473	35.1056	2.309.745

Tabla 2. Población en núcleos de población menores de 1000 habitantes en cada provincia.

La dispersión de los núcleos, de pequeño tamaño, y de la población en el territorio determina que las estrategias de saneamiento sean diversas. Una posible clasificación de las soluciones de saneamiento en el medio rural es la que se presenta a continuación.

Figura 1. Tipologías de saneamiento en el medio rural.



Saneamiento autónomo: Soluciones de depuración típicas de vivienda aislada que tradicionalmente o bien han vertido de forma directa a cursos de agua superficiales, o bien han usado "pozos negros", contruidos sin ningún tipo de criterio y que muy a menudo contaminaba pozos de abastecimiento. Un gran número de viviendas aisladas ha incorporado fosas sépticas con vertido mediante infiltración al suelo o con vertido directo a cauces superficiales. Algunos municipios han puesto en marcha

programas de recogida de fangos de fosa séptica, a preciso asequibles, subvencionados, que permiten un mejor funcionamiento de la fosa y un destino final de los mismos controlado.

Saneamiento colectivo de proximidad: Similar en técnicas utilizadas y en problemática al saneamiento autónomo, pero dando servicio a varias viviendas, generalmente a no más de 10-20 personas. La red de alcantarillado es mínima, incluso sin pozos de registro. Dan servicio a población en diseminado.

Saneamiento asociado a núcleo: Oficialmente se considera "núcleo de población" a un conjunto de al menos diez edificaciones, que están formando calles, plazas y otras vías urbanas. Por excepción, el número de edificaciones podrá ser inferior a 10, siempre que la población que habita las mismas supere los 50 habitantes. Se incluyen en el núcleo aquellas edificaciones que, estando aisladas, distan menos de 200 metros de los límites exteriores del mencionado conjunto, si bien en la determinación de dicha distancia han de excluirse los terrenos ocupados por instalaciones industriales o comerciales, parques, jardines, zonas deportivas, cementerios, aparcamientos y otros, así como los canales o ríos que puedan ser cruzados por puentes. Las edificaciones o viviendas de una entidad singular de población que no pueden ser incluidas en el concepto de núcleo se consideran en diseminado. La solución de saneamiento asociada a núcleo pasa por desarrollar una red de saneamiento, preferiblemente separativa, con toda su complejidad, que conduzca las aguas residuales a una depuradora.

Saneamiento en aglomeración rural: Implica a varios núcleos. Se busca economía de escala en la solución. Se desarrolla de red de alcantarillado en cada núcleo y luego un colector interceptor es el encargado de llevar las aguas hacia una depuradora, generalmente por gravedad, aprovechando la orografía. Puede incorporarse algún pequeño bombeo. Permite optimizar el punto de vertido, generalmente a aguas superficiales.

Se podría hablar de una quinta variante de solución de saneamiento en medio rural, aquella que se aprovecha de su cercanía a un sistema de alcantarillado de una aglomeración mayor, una aglomeración urbana, de un núcleo grande, una villa, o una ciudad. A veces se justifica el uso de bombeos importantes en este tipo de soluciones. La EDAR, media o grande, responde a criterios técnicos y de gestión muy diferentes a las de las aglomeraciones menores de 1000 habitantes.

Los problemas detectados con más frecuencias en los saneamientos de pequeños núcleos o aglomeraciones han sido los siguientes:

Problemas detectados sistemáticamente en los sistemas de alcantarillado:

- Inexistencia o insuficiente cumplimiento de las Ordenanzas Municipales que regulan el vertido al alcantarillado.
- Insuficiente consideración y gestión de las aguas en tiempo de lluvia, que impiden en ocasiones el cumplimiento de los objetivos de calidad.
- Redes de alcantarillado con infiltración o con incorporación de bajantes de tejados o incorporación de manantiales y arroyos.
- Todavía existen vertidos directos a medios naturales protegidos.

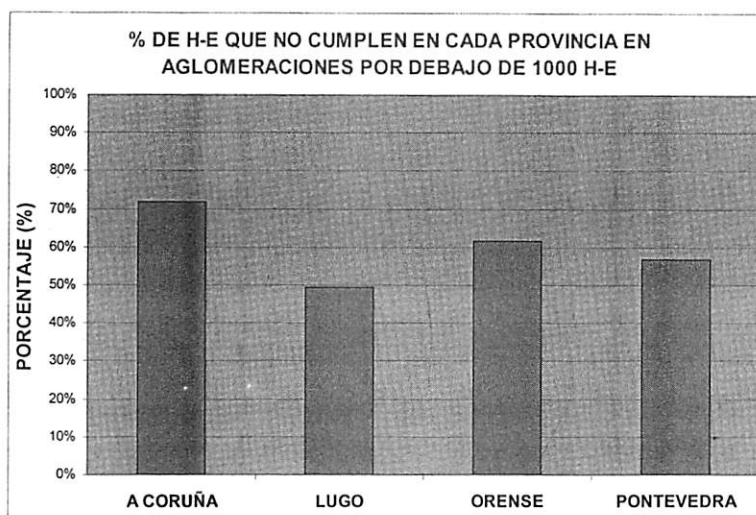
Problemas detectados sistemáticamente en los sistemas de depuración:

- Desconocimiento de las labores necesarias para la conservación de la planta.
- Carencia de personal especializado.
- Desidia, en algunos casos, de las autoridades municipales.
- Diseños no ajustados a las necesidades reales de la población.
- Vertidos de efluentes ganaderos, infra-dimensionamiento de las plantas
- Excesivo empleo de las fosas sépticas sin la adopción de sistemas complementarios para mejorar su rendimiento.
- Falta de control de calidad y seguimiento de las obras durante la fase de construcción.
- Falta de capacidad de los municipios para soportar la explotación y mantenimiento.

- Excesivo empleo de las fosas sépticas sin la adopción de sistemas complementarios para
- Impacto ambiental sobre el entorno: ruidos, olores, ...
- Contaminación de aguas subterráneas.
- Diseños de depuradoras que no facilitan la explotación y el mantenimiento, o la accesibilidad.
- Escasa preocupación por el tratamiento de eliminación de los fangos derivados de la depuración, lo que puede provocar incluso problemas de la calidad del efluente.

En la gráfica siguiente se presenta el porcentaje de habitantes equivalentes que no cumplían los requisitos de la Directiva 91/271 al final de 2005. Faltaba por actuar en 745 aglomeraciones de menos de 1000 h-e, que integran a 188.100 h-e.

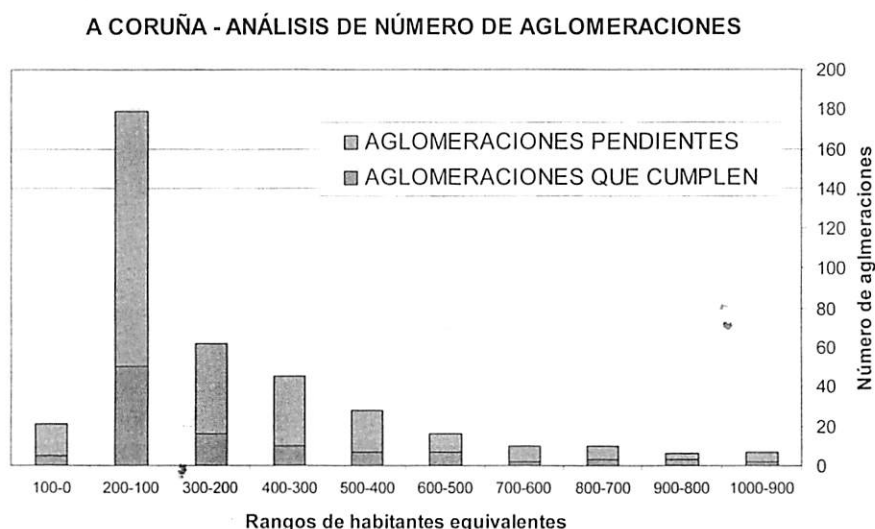
Figura 2. Porcentaje de h-e que no cumplen en cada provincia en aglomeraciones por debajo de 1000 h-e.



En Galicia se aprecia la necesidad de actuar con depuradoras entre 100 y 300 h-e, con mayor incidencia de las de 100-200 h-e. Para cubrir más h-e es necesario trabajar con EDAR entre 100 y 500 h-e.

Como conclusión final de lo presentado se puede comentar que en Galicia se precisa actuar con más intensidad en depuradoras comprendidas entre 100 y 500 habitantes-equivalentes.

Figura 3. Análisis del número de aglomeraciones en la provincia de A Coruña que cumplen la Directiva 91/271.



Con el fin de actuar de forma planificada y efectiva, y coordinada con otras administraciones, se consideró necesario desarrollar unas Directrices de Saneamiento para aglomeraciones menores de 1000 h-e, adaptadas al contexto de Galicia. El Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente (GEAMA) de la Universidade da Coruña fue el encargado de redactar y coordinar la aplicación inicial de tales directrices.

Los principios que rigen tales directrices son:

1. Promover un elevado nivel de protección ambiental y sanitario en el medio rural por medio de una adecuada gestión de las aguas residuales urbanas desde la óptica del desarrollo sostenible.
2. Alcanzar el cumplimiento a nivel autonómico de la Directiva 91/271/CEE en lo que concierne al objetivo de un tratamiento adecuado de las aguas residuales domésticas procedentes de aglomeraciones de menos de 2000 habitantes equivalentes y de saneamiento autónomo.
3. Colaborar a alcanzar el buen estado de las aguas tal como establece la Directiva Marco del Agua y conseguir la protección del patrimonio natural fluvial.
4. Buscar la coordinación y colaboración entre todos los agentes que intervienen en el ciclo urbano del agua para optimizar las inversiones y las estrategias de explotación.
5. Incorporar en la planificación local los criterios y condicionantes ambientales derivadas de la gestión de aguas.
6. Desarrollar estrategias de minimización de la generación de aguas residuales en origen y mejorar el control de la contaminación que se envía al sistema de saneamiento.

El diseño y explotación de sistemas de depuración en pequeñas aglomeraciones debe resolverse con la misma eficacia que se hace en los grandes, si bien deben emplearse otros criterios en la elección de estrategias y técnicas. A continuación se citan algunos de ellos:

- El sistema debe garantizar los rendimientos exigibles en función del punto de vertido (tratamiento "adecuado" para cumplir los objetivos de calidad en medio receptor).
- Funcionamiento eficaz ante un amplio rango de caudal y carga (en aglomeraciones pequeñas las variaciones son muy grandes) tanto a lo largo del día como a lo largo del año.
- Gasto mínimo de energía.
- Prioridad de procesos que requieran un tiempo mínimo de mantenimiento y de explotación.
- Uso de equipos y procesos que requieran mínimo tiempo de mano de obra no cualificada.
- Producción de pequeñas cantidades de fangos y gestión fácil de los mismos.
- Los posibles fallos de equipos y procesos deben causar el mínimo deterioro de calidad en el efluente.
- Accesibilidad para equipos de vigilancia periódica y limpieza.
- No debe haber dependencia tecnológica.
- En el diseño de las soluciones de depuración se deben cumplir todos los criterios que minimicen los riesgos laborales.

En el diseño de las soluciones de saneamiento en medio rural se debe tener siempre en cuenta la capacidad del medio en su más amplio sentido, es decir, considerando también el medio social. Podría ser que el medio receptor, aguas o suelo, pudieran asimilar un vertido de ciertas características en un determinado punto, pero que la población demandara una calidad de vertido superior o no se admitiera un punto de vertido que técnicamente fuera aconsejable.

Es la sociedad quien exige y exige las características del medio del que desea rodearse. Sin duda nos movemos en el sentido de una demanda cada vez más exigente en cuanto a calidad de las aguas, tanto por su componente sanitaria como por su estética, a lo que no es ajena la sociedad rural, ya que es más sensible que la urbana, por su contacto más directo con la naturaleza, porque ha visto degradarse su hábitat en épocas más recientes y porque el mantener un medio de calidad debe permitirle ingresos adicionales (turismo, pesca, etc.). Por lo tanto, a los criterios citados anteriormente

para el diseño y explotación hay que añadir la aceptación por los habitantes residentes en la zona y la máxima integración en el entorno.

2. El “Proyecto de Elaboración de Directrices de Saneamiento en el Medio Rural de Galicia”

El proyecto de elaboración de Directrices de Saneamiento tiene como objetivo definir unas guías de ayuda para la búsqueda de la mejor solución de saneamiento para una determinada aglomeración.

La filosofía de la Directiva 91/271 es que las depuradoras de aguas residuales de aglomeraciones de menos de 2000 h-e puedan tener tratamientos menos exigentes que los establecidos para depuradoras de mayor tamaño (es más exigente con las EDAR de más de 150.000 h-e que con las de 10.000, por ejemplo), siempre teniendo en cuenta el medio receptor (tratamiento adecuado). Parece razonable que las exigencias que se impongan a las depuradoras de menor tamaño, como las menores de 1000 h-e, no sean superiores a las establecidas a las de mayor tamaño y, en todo caso, podrían ser más laxas en determinadas circunstancias.

Se han analizado un gran número de planes de saneamiento y metodologías de diferentes Comunidades Autónomas y de otros países europeos (Alemania, Dinamarca, Italia, entre otras), llegándose a la conclusión de que las de mayor interés eran la del Principado de Asturias, la de la Agencia Catalana del Agua, y la metodología francesa para aglomeraciones de menos de 2000 h-e.

3. Metodología

La metodología en la que se apoyan las directrices de saneamiento se basa en el desarrollo de las cuatro etapas que se presentan a continuación:

- Cálculo del Índice de Riesgo de Impacto (IRI).
- Establecimiento de objetivos de vertido y selección de posibles procesos que permitan alcanzar los rendimientos necesarios.
- Cálculo del Índice de Capacidad de Acogida (ICA).
- Descripción de la técnica o tecnología seleccionada, tanto en sus aspectos constructivos como de explotación y mantenimiento.

3.1. Cálculo del índice de riesgo de impacto (IRI)

El IRI es un índice que trata de integrar los factores ambientales a escala territorial en la toma de decisiones. Los factores ambientales que caracterizan el medio acuático condicionan de forma directa qué contaminantes y con qué concentraciones se puede realizar un determinado vertido y, por lo tanto, los posibles procesos que permiten alcanzar los rendimientos de depuración necesarios.

La metodología seguida para elaborar el **ÍNDICE DE RIESGO DE IMPACTO** es la que tradicionalmente se utiliza en la elaboración de estudios de impacto ambiental, en los que es preciso agregar y valorar impactos de factores ambientales muy diferentes, y en los índices de calidad de aguas, como por ejemplo el norteamericano “Water Quality Index” o el español “Índice de Calidad de Aguas”, ICA.

La metodología trata de integrar la influencia que cada vertido de efluente de EDAR tiene sobre los factores ambientales identificados aguas abajo. Tener en cuenta todos estos factores y variables que afectan a un sistema acuático, e integrarlos, hace necesaria la utilización de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Para integrar toda la información disponible surgen dos problemas: el primero es que cada variable o factor que se intenta integrar tiene una forma de medida, una **MAGNITUD**, o un condicionamiento sobre el efluente de la EDAR diferente; el segundo es que la **IMPORTANCIA** de cada uno de los factores es distinta. Para asignar una **MAGNITUD** a cada factor se han utilizado funciones de transformación. Las diferentes unidades de cada factor son transformadas a Unidades Homogéneas de Impacto, cuyo rango oscila entre 0 y 1. La función de transformación utilizada para considerar la

influencia de un vertido aguas abajo ha sido una función exponencial decreciente; es decir, que cuanto más lejana está la zona de afección menos probabilidad de ser impactada presenta.

Asignar IMPORTANCIA a cada factor ambiental es una fase crítica a la hora de construir el índice. El procedimiento utilizado en este caso ha sido distribuir 100 puntos entre los factores ambientales de los que se disponía información. La asignación de pesos ha sido la siguiente:

REPARTO DE PESOS			
HABITANTES-EQUIVALENTES	25	25	
RELACIÓN DE DILUCIÓN	10	10	
PROTECCIÓN CAPTACIONES EXISTENTES	10	32	SALUD
PROTECCIÓN CAPTACIONES PROPUESTAS	4		
PLAYAS MARINAS	4		
PLAYAS FLUVIALES	4		
ZONAS DE MARISQUEO	4		
BATEAS	4		
PISCIFACTORÍAS	2	33	MEDIO NATURAL
ESPACIOS NATURALES	15		
ZONAS PISCÍCOLAS PROTEGIDAS	9		
ZONAS SENSIBLES	7		
MASAS DE AGUA EMBALSADA	2		

Tabla 3. Factores ambientales considerados y asignación de pesos a los factores ambientales para la elaboración del IRI.

Se ha dado más importancia a los factores ambientales relacionados con la salud pública, por encima de los orientados a la protección del medio natural.

Una vez con todas las variables o factores ambientales analizados expresados en Unidades de Riesgo de Impacto, y con los pesos asignados, el **ÍNDICE DE RIESGO DE IMPACTO** se calcula mediante la expresión:

$$IRI = \sum UHI_i * P_i$$

El resultado final es un número que permite bien elegir, si existe la posibilidad, el mejor punto de vertido o el tipo de medio receptor, a ordenar y priorizar la actuaciones, bien, una vez elaborado el IRI para varias aglomeraciones, priorizar las actuaciones.

3.2. Establecimiento de objetivos de vertido y selección de posibles procesos que permitan alcanzar los rendimientos necesarios

A partir del análisis de las características de medio acuático receptor y de los objetivos de calidad del sistema acuático perseguidos se fijan unos **OBJETIVOS DE VERTIDO**. La metodología propone diversas líneas de depuración que permiten alcanzar los rendimientos requeridos en función de los habitantes equivalentes.

El resultado es que quedan acotadas una serie de líneas de depuración que podrían ser utilizadas para dar solución al problema de saneamiento de una determinada aglomeración.

POBLACIÓN (h-e)	50-250	250-500	500-750	750-1000
LÍNEA DE PROCESO				
Fosa Séptica + Humedal artificial				
Tanque Imhoff + Humedal artificial				
Fosa Séptica + Lecho Bacteriano Estático				
Tanque Imhoff + Lecho Bacteriano Estático				
Fosa Séptica + Lecho Bacteriano con recirculación (1)				
Fosa Séptica + Biodiscos (1)				
Tanque Imhoff + Filtro de arena con recirculación (2)				
Biodiscos (3) + Humedal artificial				
Lecho Bacteriano con recirculación+Humedal artificial				
Lecho Bacteriano con recirculación (3)				
Biodiscos (3)				
Aireación prolongada (3)				
Lechos aireados sumergidos (3)				

Tratamiento aconsejado	Tratamiento adaptable	No aconsejado
-------------------------------	------------------------------	----------------------

NOTAS

(1) Con decantador secundario y purga de fangos secundarios hacia la fosa séptica ó tanque Imhoff

(2) Con desbaste y posible tanque de hidrólisis previo a filtro.

(3) Con pretratamiento exigente (rejillas, microtamiz, desarenador) o decantador primario (con rejillas) + decantador secundario

ETAPAS COMPLEMENTARIAS:

(A) Para la eliminación de fósforo se debe utilizar precipitación química (es preciso disponer de energía eléctrica).

(B) Para la desinfección debe valorarse el uso de ozono, ultravioleta y procesos de cloración-decloración (es preciso disponer de energía eléctrica)

Tabla 4. Líneas de depuración de aguas residuales recomendadas en función de los habitantes equivalentes.

El desarrollo de esta metodología implica disponer de información técnica detallada de diferentes procesos de depuración. Se han elaborado NOTAS TÉCNICAS y FICHAS TÉCNICAS DE EDAR. Las "notas técnicas" son manuales técnicos de diseño que especifican aspectos tales como:

- 1.- Descripción del proceso
- 2.- Exigencias
- 3.- Criterios y parámetros de diseño
- 4.- Rendimientos
- 5.- Ventajas
- 6.- Inconvenientes
- 7.- Explotación y mantenimiento
- 8.- Condiciones de ubicación de la fosa séptica
- 9.- Costes de construcción
- 10.- Costes de explotación y mantenimiento
- 11.- Producción de lodos

12.- Consumo de energía

13.- Necesidad de espacio

En las FICHAS DE EDAR se hace un resumen técnico de las "notas". Este resumen será de gran ayuda a la hora de elaborar el ICA.

3.3. Cálculo del índice de capacidad de acogida (ICA)

Cada línea de depuración, y cada uno de los procesos que la configuran, presenta una serie de características que pueden condicionar su uso en determinados emplazamientos. El ICA tiene como objetivo proporcionar un valor que, elaborado para diferentes líneas de depuración posibles, permita seleccionar la que menos impacto genera en el ámbito local.

Cuando se procede a construir una depuradora en un determinado emplazamiento es necesario proceder a analizar los siguientes factores:

- Factores ambientales locales.
- Factores intrínsecos a la aglomeración rural.
- Factores intrínsecos a la tipología de EDAR en la fase de construcción y en la fase de funcionamiento.

La elaboración del ICA sigue las mismas etapas que las seguidas en la elaboración del IRI. Se trata de integrar en un solo valor los aspectos "magnitud" e "importancia" de todos los factores que condicionan la integración de una determinada línea de depuración en un emplazamiento concreto.

El primer paso para elaborar el ICA consiste en establecer una escala de valoración de cada factor en unidades homogéneas, en este caso oscilando entre 0 y 10. Como "funciones de transformación" se han utilizado tanto gráficos como matrices.

El segundo paso consiste en analizar la importancia de cada factor. El procedimiento utilizado en este caso ha sido distribuir 100 puntos entre los factores seleccionados para componer el ICA.

FASE	PESO	FACTOR	PESO	
CONSTRUCCIÓN	23	1	Superficie necesaria	10
		2	Necesidad/disponibilidad de energía eléctrica	5
		3	Smplicitad de la construcción	3
		4	Costes de construcción	5
FUNCIONAMIENTO	37	5	Smplicitad de funcionamiento	5
		6	Estabilidad de proceso	6
		7	Coste de explotación y mantenimiento	13
		8	Gestión del fango	5
		9	Dependencia tecnológica	8
IMPACTO ENTORNO PRÓXIMO	40	10	Generación de olores	12
		11	Generación de aerosoles	9
		12	Generación de ruido	9
		13	Impacto paisajístico	5
		14	Efectos sobre el suelo y las aguas subterráneas	5
			TOTAL	100

Tabla 5. Asignación de pesos a los diferentes factores.

Con el fin de complementar la metodología presentada y dotar de más criterios técnicos y económicos a los proyectos de saneamiento se han elaborado los siguientes anejos: A1.- Estudio de costes de construcción de alcantarillado; A2.- Descripción del consumo de energía en las estaciones depuradoras de aguas residuales; A3.- Producción de lodos en las EDARs; A4.- Análisis de los costes de explotación y mantenimiento de EDARs; A5.- Análisis local de impacto: olores; A6.- Análisis local de impacto: ruido; A7.- Análisis local de impacto: aerosoles; A8.- Análisis local de impacto: aguas subterráneas; A9.- Normas de vertido a alcantarillado; A10.- Análisis de ciclo de vida (ACV); A11.- Prevención de riesgos en pequeñas depuradoras.

4. Conclusiones

La metodología desarrollada permite analizar de forma sistemática los factores y variables que condicionan una solución de gestión de las aguas residuales en el medio rural.

Es una metodología flexible que puede incorporar nuevos factores ambientales territoriales que condicionen los objetivos de vertido de las depuradoras y nuevos factores para la elaboración del ICA. Asimismo, son modificables las funciones de transformación y los pesos.

Referencias Bibliográficas

Plan de Saneamiento de Galicia 2000-2015. Aguas de Galicia. Consellería de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Plan Director de Obras de Saneamiento del Principado de Asturias 2002-2013. Gobierno del Principado de Asturias. Mayo de 2002. Servicio de Planificación de la Dirección General de Calidad Ambiental y Obras Hidráulicas de la Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias.

Guide de l'assainissement des communes rurales, AGENCE DE L'EAU – ARTOIS-PICARDIE; (1999)

Collado Lara, R. (1992). Depuración de aguas residuales en pequeñas comunidades. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid.

Comas, J., Alemany, J.; Poch, M.; Torrens, A.; Salgot, M.; Bou, J.; (2003); "Development of a knowledge-based decision support system for identifying adequate wastewater treatment for small communities"; Water Science and Technology; Vol 48 nº 11-12, pp 393-400; IWA Publishing.

Crites, R.; Tchobanoglous, G.; (2000); "Sistemas de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados"; ISBN 958-41-0043-2; McGraw-Hill Interamericana, S.A.

Índice

Ameazas á biodiversidade dos ecosistemas epicontinentais galegos.....	1
<i>Fernando Cobo</i> , Estación de Hidrobioloxía "Encoro do Con", Universidade de Santiago de Compostela	
A calidade biolóxica e a Directiva Cadro europea da auga.....	5
<i>María José Servia</i> , Estación de Hidrobioloxía "Encoro do Con", Universidade de Santiago de Compostela.	
Barragem e participación pública em Alqueva. Um exemplo português de concertação?.....	11
<i>Fabienne Wateau</i> , Chargée de recherche CNRS / Paris X-Nanterre, Laboratoire d'ethnologie et de sociologie comparative. Directrice-adjointe de la Maison René Ginouvès.	
Saneamento ecolóxico (ECOSAN).....	17
<i>Manuel Soto</i> , Departamento de Química Física e Enxeñaría Química I. Universidade de A Coruña.	
Saneamento e Sustentabilidade: os tratamentos naturais e de baixo custo.....	35
<i>Manuel Soto</i> , Departamento de Química Física e Enxeñaría Química I. Universidade de A Coruña.	
Novos retos na depuración de augas residuais urbanas: A eliminación de microcontaminantes.....	45
<i>Francisco Omil</i> , Grupo de Enxeñaría Ambiental e Bioprocesos, Escola Técnica Superior de Enxeñaría (ETSE). Universidade de Santiago de Compostela.	
Proyecto de Directrices de Saneamiento en el Medio Rural de Galicia (aglomeraciones menores de 1.000 h-e)	55
<i>Joaquín Suárez</i> , Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente (GEAMA) de la Universidade da Coruña - Centro de Innovación Tecnolóxica en Edificación e Enxeñaría Civil. Universidade de A Coruña.	

Xestión de augas residuais no ámbito rural.....	65
<i>Tomás S. Cuesta</i> , Departamento de Enxeñaría Agroforestal. Universidade de Santiago de Compostela.	
Aplicación de Plantas Depuradoras Compactas en la Reutilización de Aguas Regeneradas.....	71
<i>Patricia Simal y Rafael Dopazo</i> , Soluciones Mediambientales y Aguas, S.A.	
Agricultura, cambio climático e uso de auga.....	85
<i>Xan X. Neira</i> , Departamento de Enxeñaría Agroforestal e Grupo de Investigación Enxeñaría da Auga e Desenvolvemento Rural. Universidade de Santiago de Compostela.	
O efecto barreira das obras hidráulicas transversais. Dispositivos de franqueo para peixes.....	89
<i>Luis Pena</i> , Grupo de Enxeñaría da Auga e do Medioambiente (GEAMA). Universidade da Coruña.	
As Brañas de Sada: Importancia dos humidais.....	117
<i>Carlos Rodríguez</i> , Delegación de As Mariñas da Sociedade Galega de Historia Natural.	
Disponibilidade de recursos hídricos. La cuenca alta del río Miño.....	119
<i>Javier J. Cancela e María Fandiño</i> , Departamento de Enxeñaría Agroforestal e Grupo de Investigación Enxeñaría da Auga e Desenvolvemento Rural. Universidade de Santiago de Compostela.	
Os bosques e o ciclo hidrolóxico.....	133
<i>Jorge Dafonte</i> , Departamento de Enxeñaría Agroforestal. Universidade de Santiago de Compostela.	
A conca hidrolóxica e o seu manexo.....	141
<i>Montserrat Valcárcel</i> , Departamento de Enxeñaría Agroforestal e Grupo de Investigación Enxeñaría da Auga e Desenvolvemento Rural. Universidade de Santiago de Compostela.	
O medio mariño. Conexións naturais e uso responsable.....	151
<i>Celia Besteiro</i> , Departamento de Zooloxía e Antropoloxía Física da Universidade de Santiago de Compostela, Estación de Bioloxía Mariña de A Graña da Universidade de Santiago de Compostela.	

Título: AUGA E SUSTENTABILIDADE. ENFOQUES PARA UNHA NOVA POLÍTICA DE AUGAS

Editores: T.S. Cuesta y X.X. Neira

© Universidade de Santiago de Compostela
Departamento de Enxeñaría Agroforestal
Escola Politécnica Superior, campus universitario s/n
Telf: 982 252 231 Fax: 982 285 926
27002 Lugo

I.S.B.N.:

Depósito Legal: LU-185-2008

Imprime: UNICOPIA
Avda. de Madrid, 13
Telf: 982 280 385 Fax: 982 280 703
27002 Lugo

Auga e sustentabilidade

Enfoques para unha nova política de augas

