

DIRECTRICES DE SANEAMIENTO EN EL MEDIO RURAL DE GALICIA PARA AGLOMERACIONES DE MENOS DE 1000 H-E

J. Suárez^{1*}, F. Alonso², A. Jácome¹, H. del Río¹, J. Molina¹, R. Arias², A. López²

¹ GEAMA – Universidade da Coruña. ² Aguas de Galicia – Xunta de Galicia

Resumen

El proyecto de elaboración de Directrices de Saneamiento en el medio rural de Galicia tiene como objetivo definir una guía de ayuda para la búsqueda de la mejor solución de saneamiento en aglomeraciones menores de 1000 h-e. La metodología elaborada se basa en el desarrollo de las cuatro etapas: a) cálculo del Índice de Riesgo de Impacto (IRI) que busca integrar el análisis de factores ambientales territoriales; b) establecimiento de objetivos de vertido y selección de posibles procesos que permitan alcanzar los rendimientos necesarios; c) cálculo del Índice de Capacidad de Acogida (ICA) que integra las variables ambientales locales; d) descripción de la técnica o tecnología seleccionada, tanto en sus aspectos constructivos como de explotación y mantenimiento.

Palabras clave: directrices, gestión del agua residual, pequeñas aglomeraciones, índices.

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.

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 siguientes tablas en las que se presenta el número de núcleos y los rangos de población. 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 Ourense y Lugo.

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

Rangos de habitantes	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900	900-1000	>1000	TOTAL	%
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	

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.

En la tabla 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 integraban a 188.100 h-e.

Porcentaje de h-e que no cumplen en cada provincia en aglomeraciones menores de 1000 h-e.

Provincias	% No cumplen
A Coruña	72 %
Lugo	50 %
Ourense	62 %
Pontevedra	57 %

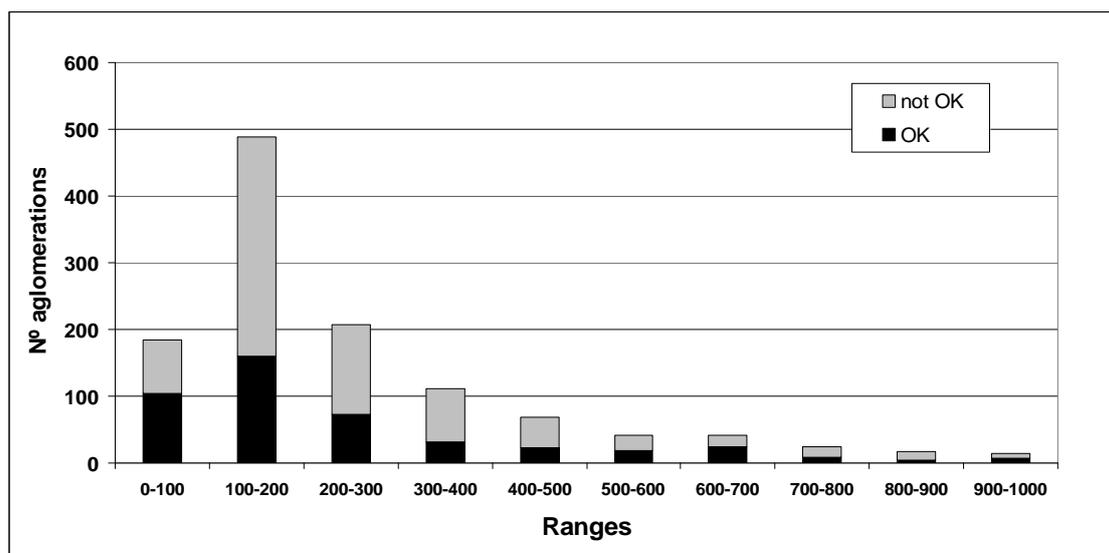


Figure 1.- Analisis del cumplimiento de las aglomeraciones menores de 1000 h-e en Galicia.

Se aprecia la necesidad de actuar con depuradoras en aglomeraciones con población entre 100 y 500 h-e, con mayor incidencia en las de 100-200 h-e.

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.

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.

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.

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:

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

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		
ESPACIOS NATURALES	15	33	MEDIO NATURAL
ZONAS PISCÍCOLAS PROTEGIDAS	9		
ZONAS SENSIBLES	7		
MASAS DE AGUA EMBALSADA	2		

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.

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.

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

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 BACT. 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 (rejas, microtamiz, desarenador) o decantador primario (con rejas) + 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).

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	8.- Condiciones de ubicación de la fosa séptica
2.- Exigencias	9.- Costes de construcción
3.- Criterios y parámetros de diseño	10.- Costes de explotación y mantenimiento
4.- Rendimientos	11.- Producción de lodos
5.- Ventajas	12.- Consumo de energía
6.- Inconvenientes	13.- Necesidad de espacio
7.- Explotación y mantenimiento	

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.

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.

Tabla 5.- Asignación de pesos a los diferentes factores.

FASE	PESO	FACTOR	PESO	
CONSTRUCCIÓN	23	1	Superficie necesaria	10
		2	Necesidad/disponibilidad de energía eléctrica	5
		3	Simplicidad de la construcción	3
		4	Costes de construcción	5
FUNCIONAMIENTO	37	5	Simplicidad 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	

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.

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

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.