

Tecnología punta, al servicio
de la gestión racional.



Congreso Nacional del Medio Ambiente (Conama 2012)
Madrid del 26 al 30 de noviembre de 2012

**Sesión Técnica. Reutilización de agua: La tecnología
española, garantía de calidad y seguridad**

RD 1620/2007

- El RD define el concepto de reutilización, introduce la denominación de **aguas regeneradas**, determina los **requisitos necesarios** para llevar a cabo la actividad de utilización de aguas regeneradas y los procedimientos para obtener la concesión exigida en la Ley (11/2005), e incluye disposiciones relativas a los **usos admitidos** y exigencias de calidad precisas en cada caso.
- Recoge los **criterios de calidad** (que tendrán la consideración de valores máximos admisibles), para la utilización de aguas regeneradas, según los usos.

RD 1620/2007

Definiciones

- Aguas depuradas:** aguas residuales que han sido sometidas a un proceso de tratamiento que permita adecuar su calidad a la normativa de vertidos aplicable.
- Aguas regeneradas:** aguas residuales depuradas que, en su caso, han sido sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permite adecuar su calidad al uso al que se destinan.
- Aguas recicladas:** aguas utilizadas más de una vez en el mismo lugar, antes de ser vertidas al ciclo hídrico.

RD 1620/2007

Usos previstos del agua regenerada:

1. **Usos urbanos:** Uso residencial (riego jardines privados, aparatos sanitarios), Servicios (riego zonas verdes, baldeo calles, sistemas contra incendios, lavado industrial de vehículos).
2. **Usos agrícolas:** Riego de cultivos, pastos, acuicultura.
3. **Usos industriales:** Aguas de proceso y limpieza (industria alimentaria y no alimentaria), otros usos industriales, torres de refrigeración y condensadores evaporativos.
4. **Usos recreativos:** Riego de campos de golf, estanques, masas de agua y caudales circulantes ornamentales, en los que está impedido el acceso del público al agua.
5. **Usos ambientales:** Recarga de acuíferos, riego de bosques, zonas verdes y de otro tipo no accesibles al público, silvicultura.

Grupos de calidad por usos, según límites bacteriológicos establecidos en RD 1620/2007

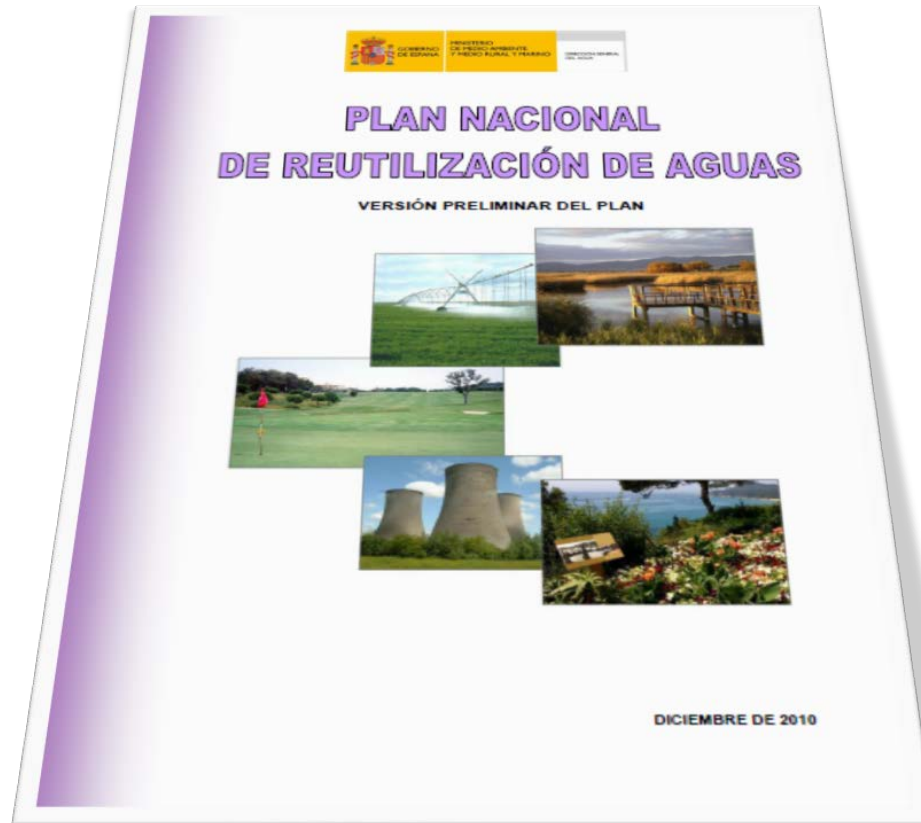
USOS	Calidad	Escherichia coli UFC/100 ml	Nematodos	Legionella spp UFC/100 ml
. Torres de refrigeración condensadores evaporativos (3.2)	A	Ausencia	Ausencia	Ausencia
. Residenciales (1.1)		Ausencia	< 1 huevo/10L	< 100
. Recarga acuíferos inyección directa (5.2)		Ausencia	< 1 huevo/10L	No se fija límite
. Servicios urbanos (1.2) . Riego agrícola sin restricciones (2.1) . Riego campos de golf (4.1)	B	< 100-200	< 1 huevo/10L	< 100
. Riego de productos agrícolas que no se consumen frescos. Riego pastos animales productores. Acuicultura (2,2) . Aguas proceso y limpieza industria alimentaria (3.1)	C	< 1.000	< 1 huevo/1L	No se fija límite
. Recarga acuíferos por percolación a través del terreno (5.1)		< 1.000	No se fija límite	No se fija límite
. Riego cultivos leñosos, viveros, y cultivos industriales (2.3) . Estanques y masas d agua sin acceso al público (3.1) . Masas agua sin acceso público (4.2)	D	< 10.000	< 1 huevo/1L	< 100
. Riego de bosques y zonas verdes no accesible al público (5.3)	E	No se fija límite	No se fija límite	No se fija límite
. Ambientales: mantenimiento humedales, caudales mínimos (5.4)	F	La calidad se estudiará caso por caso		

Distribución de usos en la reutilización de aguas regeneradas (2010)

TIPO DE USO	EFICIENCIA EN %
RIEGO AGRICOLA	71,6 %
RIEGO JARDINES	16,6 %
USOS RECREATIVOS	7,1 %
USOS MUNICIPALES	3,8 %
INDUSTRIAL	0,9 %
412 hm ³ /año (2010)	
1700 hm ³ /año (2014)	

Fuente: InfoAgbar

Plan Nacional de Reutilización de Aguas



Resumen de actuaciones por usos (PNRA)

☐ Horizonte 2015

TIPO DE USO	VOLUMEN A REUTILIZAR O ADECUAR AL RD (hm ³ /año)	INVERSIÓN ESTIMADA TRATAMIENTO REGENERACIÓN (€)	INVERSIÓN ESTIMADA TRANSPORTE (€)
AGRICOLA	123,95	87.071.082	64.796.807
AMBIENTAL	64,61	38.260.502	62.965.894
INDUSTRIAL	36,72	25.558.321	23.955.639
RECREATIVO	5,23	1.610.552	9.502.677
URBANO	18,75	7.855.736	23.028.280
TOTAL GENERAL	249,25	160.356.192	184.249.297

Fuente: PNRA 2010

Distribución de costes de la reutilización

- ❑ Los costes de las actuaciones de reutilización de aguas están compuestos, por una parte, por la inversión de las **infraestructuras** que componen el sistema de regeneración y, por otra, por los **costes de explotación y mantenimiento** de las mismas.
- ❑ En este sentido, es preciso recordar que el sistema de reutilización está constituido por un **tratamiento de regeneración**, situado a continuación del tratamiento secundario de una estación depuradora, y por un **sistema de transporte** que puede estar formado por una tubería, un **sistema de bombeo y un sistema de almacenamiento** del agua regenerada.
- ❑ La DMA 2000/60/CE, recoge el principio de la recuperación de los costes de los **usuarios finales**.

Fuente: PNRA 2010

Costes de tratamientos de regeneración

Tratamiento	Costes	
	Implantación	Explotación
	€/ (m ³ alimentación/día)	€/ (m ³ producto)
TIPO 1	164 - 351	0,14 - 0,20
TIPO 2 ⁹	27- 47	0,06 - 0,09
TIPO 3	9 - 22	0,04 - 0,07 ¹⁰
TIPO 4	5 - 11	0,04 - 0,07
TIPO 5.a	259 - 458	0,35 - 0,45 ¹¹
TIPO 5.b	248 - 405	0,35 - 0,45 ¹²

Fuente: PNRA 2010

Costes de implantación y explotación

Línea de tratamiento	Coste de implantación (€/m ³ alimentado . día)		Coste de explotación (€/m ³ producido)	
	Según datos recibidos	Datos manejados en planificación hidrológica	Según datos recibidos	Datos manejados en planificación hidrológica
Físico-químico, con filtración posterior y desinfección por rayos UV	30 - 90	33-56	0,03-0,20	0,09-0,12
Filtro de arena por gravedad o a presión, mas desinfección por rayos UV	625	11-26	0,06-0,07	0,06-0,08
Filtro de puente móvil, mas desinfección por rayos UV		-	0,23	-
Filtro de lecho pulsante, mas desinfección por rayos UV	24	-	0,01	-
Filtro de anillas, mas desinfección por rayos UV	29-120	-	0,46	-
Filtro de tamiz y desinfección por rayos UV	81-92	-	0,02-0,04	-
Filtro con recirculación de arena en continuo, mas desinfección por rayos UV	10		0,05-0,08	
Ultrafiltración* con Ósmosis Inversa	140-610	311-540	0,16-0,65	0,39-0,64
Ultrafiltración* con Electrodialisis Reversible	649-1.244	440-863	0,17-0,55	0,43-0,61
Biorreactores con membranas	670-1.570	-	0,45-0,61	-

Fuente: CEDEX

11 de 20

Madrid del 26 al 30 de noviembre de 2012

Tratamientos de regeneración más comunes

TRATAMIENTOS FÍSICO-QUÍMICO	SISTEMAS DE FILTRACIÓN	TRATAMIENTOS DESINFECCIÓN	TRATAMIENTOS DE DESALACIÓN	TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS
CONVENCIONAL CON LAMELAS	DE ARENA (POR GRAVEDAD O A PRESIÓN)	RAYOS ULTRAVIOLETA	ÓSMOSIS INVERSA	BIORREACTORES CON MEMBRANAS
AVANZADOS	DE ANILLAS	CLORACIÓN	ELECTRODIÁLISIS REVERSIBLE	
	DE PUENTE MÓVIL			
	DE LECHO PULSANTE			
	MEDIANTE TAMIZ			
	DOBLE FILTRACIÓN "DUALSAN"			
	MEDIANTE MEMBRANAS: ULTRAFILTRACIÓN Y MICROFILTRACIÓN			

Fuente: CEDEX

Tipos de tratamientos

Sin desalación

TIPO DE CALIDAD	TIPO DE TRATAMIENTO Y LÍNEA DE REGENERACIÓN ADECUADA	
	TIPO	LÍNEA
A	1	Físico-químico con decantación ¹ + Filtración + filtración con membrana ² + Desinfección de mantenimiento (normalmente ClONa) Un tratamiento físico-químico convencional con decantación + filtración + desinfección combinada con rayos UV e hipoclorito, puede conseguir los límites establecidos para los parámetros biológicos (E. coli, legionella spp y huevos de nematodos), pero tiene dificultades para conseguir 1-2 NTU de turbidez, lo que le inhabilita para este tipo de calidad, excepto en casos específicos en que la calidad del efluente depurado es muy alta. En el uso recarga directa de acuíferos se está implantando la línea 5a ³
B	2	Físico-químico con decantación + Filtración + Desinfección (tendencia a emplear rayos UV) + Desinfección de mantenimiento (normalmente ClONa)
C	3	Filtración + Desinfección (tendencia a emplear rayos UV) + Desinfección de mantenimiento (normalmente ClONa)
D		
E	4	Filtración ⁴
F	-	En función de la calidad requerida en cada caso

Con desalación

TIPO DE CALIDAD	TIPO DE TRATAMIENTO Y LÍNEA DE REGENERACIÓN ADECUADA	
	TIPO	LÍNEA
TODAS	5a	Físico- químico con decantación ⁵ + Filtración + Filtración con membranas ⁶ + desalación mediante OI + Desinfección de mantenimiento (normalmente ClONa)
B, C, D, E	5b	Físico-químico con decantación ⁷ + Filtración ⁸ + desalación mediante EDR + Desinfección (tendencia a emplear rayos UV) + Desinfección de mantenimiento (normalmente ClONa)

Aspectos importantes a considerar

EFICACIA

- Calidad del agua regenerada en relación con los criterios de calidad según usos establecidos en el RD 1620/2007.

COSTES DE IMPLANTACIÓN Y EXPLOTACIÓN

- Y su posible repercusión en los usuarios.

FIABILIDAD

- Contemplando aspectos como: garantía de funcionamiento continuo, robustez de las instalaciones, flexibilidad ante variaciones de carga, facilidad de explotación, etc.
- A veces, deben combinarse varios tratamientos para asegurar en continuo la calidad necesaria.

Filtros malla/UV (ERA Copero. Sevilla)



Ultrafiltración (ERA Ranilla. Sevilla)



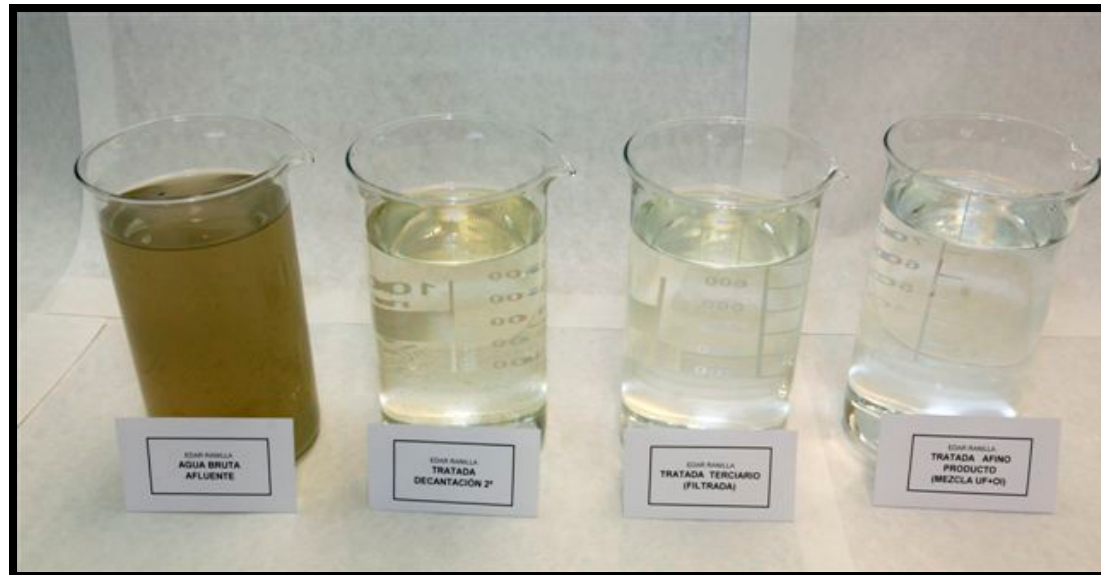
Ósmosis Inversa (ERA Ranilla. Sevilla)



Reutilización uso industrial CLC (Sevilla)



Agua regenerada (ERA Ranilla. Sevilla)



Conclusiones

- A raíz del RD 1620/2007 se han **incrementado notablemente** los esfuerzos en investigación y desarrollo de tecnologías capaces de cumplir con holgura los requerimientos de calidad exigidos en los usos admitidos.
- A día de hoy, se puede afirmar que **existen tecnologías apropiadas y suficientes** para cumplir los requisitos de calidad.
- Deberían atenderse propuestas de mejora al RD 1620/2007 para **favorecer y facilitar** la utilización de agua regenerada tanto en usos industriales como en el resto de usos autorizados.

Gracias por vuestra atención.

