



GESTIÓN EFICIENTE DEL AGUA EN EDIFICIOS MUNICIPALES

1. LINEA DE ACTUACION INCLUIDA EN EL PROGRAMA DE GOBIERNO

Se hará un repaso por las distintas tipologías de sistemas de ahorro de agua existentes en el mercado, así como por los parámetros que se deben evaluar (ahorro de agua, ahorro de energía, impacto socio-ambiental, rentabilidad económica, etc.) a la hora de llevar a cabo una correcta selección de los sistemas dependiendo del tipo de edificación y uso, elaborando planes de mantenimiento de instalaciones hidráulicas, y evaluando la eficiencia de las instalaciones en los Edificios Municipales.

Implantación de sistemas de reutilización del agua renovada diariamente en las piscinas para:

- Recuperar el calor del agua para calentar el agua nueva de aporte de red, consiguiendo elevar en aproximadamente 7 grados la misma.*
- Recuperar el agua para riego*

2. ESTUDIO DE LA SITUACION ACTUAL

Las piscinas municipales del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz (cubiertas y descubiertas), están obligadas a cumplir la normativa vigente en materia sanitaria, especialmente el DECRETO 32/2003, de 18 de febrero, por el que se aprueba el reglamento sanitario de piscinas de uso colectivo, del Gobierno Vasco.

En su artículo 15, apartado 3 cita textualmente: *“La renovación con agua nueva de la red durante el período de funcionamiento del vaso supondrá una aportación mínima diaria de un 5% del volumen total del agua contenida en el vaso, este valor podrá ser modificado por la autoridad sanitaria en función de la calidad del agua del vaso.”*

La aportación diaria de este volumen de agua supone la extracción de la misma cantidad de líquido del vaso que, como luego se detallará, es evacuado siempre a la red de saneamiento municipal.

Puesto que, a priori, la calidad del agua evacuada puede ser relativamente adecuada para algunos usos no potables, se plantea la posibilidad de reaprovecharla como sustitución al de agua de red para redes de riego de jardines y zonas verdes.

En este informe se plantean las posibilidades y problemas técnicos de la recuperación y reutilización de dicha agua, y se cuantifica el grado de sustitución posible, considerando, además, aspectos económicos



2.1 Agua de renovación de una piscina

Al margen del porcentaje exacto exigido en la normativa, se necesita aportar agua de red por varios motivos:

1. Para el lavado de los filtros de depuración

Periódicamente, en función del grado de suciedad y de saturación de los filtros, es necesario realizar una maniobra de “lavado” de los mismos.

De forma genérica, se trata de una operación en la que, durante unos 6 minutos, el 100% del agua que habitualmente se recircula hacia el vaso, se aspira del depósito de compensación de la instalación y se descarga a la red de saneamiento directamente, atravesando el filtro a contracorriente y arrastrando todos los restos de suciedad que previamente había retenido el lecho filtrante: pelos, partículas sólidas, etc....

Por ejemplo, en una piscina convencional de adultos (25 x 12,5 m y unos 500 m³ de capacidad) este lavado puede suponer un volumen de entre 10 y 12 m³. Esta operación puede ser diaria o cada varios días según la tipología de utilización del vaso (tipo de usuarios, caudales, etc....)

Puesto que el agua de lavado se toma directamente del vaso de compensación (que alberga agua de la propia piscina), éste reduce drásticamente su nivel lo que activa el sistema de aporte de agua de red que trata de restaurarlo. Lógicamente la red no es capaz de aportar de forma instantánea todo el volumen evacuado, pero lo consigue incorporar en un par de horas después del lavado. En esencia, los 10 m³ descargados a la red de saneamiento son reincorporados con agua nueva de red al cabo de un corto espacio de tiempo.

En el caso del ejemplo, si se lavaran los filtros diariamente, por ejemplo, esta agua supondría un 2%

2. Para adecuar las características sanitarias del agua a los rangos establecidos en la normativa.

En caso de no aportar agua nueva, con el tiempo, algunos parámetros recogidos en la normativa (conductividad, cloro combinado, etc....) incrementarían su valor hasta superar el valor máximo.

El agua nueva de red permite, además, mantener esos valores dentro del rango definido

Está comprobado que no todas las piscinas necesitan un mínimo del 5% de renovación para cumplir con todos los parámetros higiénico-sanitarios, especialmente las más grandes. Sin embargo, las infantiles, por ejemplo, superan con creces ese porcentaje, debido a la elevada carga biológica que soportan y a que el volumen proporcional del lavado de un filtro respecto al volumen del vaso es muy superior comparado con una piscina de adultos.

Sin embargo, tomaremos el 5% como un valor mínimo de referencia para todo el documento.



La diferencia de volumen diario entre el 5% y el necesario para el lavado de filtros, se suele aportar de forma continuada y controlada introduciendo agua nueva al vaso de compensación, desbordándolo y enviando por el rebose el agua al desagüe.

En el caso de las piscinas cubiertas del Ayuntamiento, como se explicará más adelante, casi todas disponen de lo que se denominan depósitos de recuperación de calor que, en la práctica, siguen el mismo proceso de desborde pero aseguran, además, que el agua aportada al vaso de compensación se hace el 100% sin pérdidas por el rebose.

Es importante destacar la diferencia entre los dos tipos de aguas que conforman el 5%:

Tipo de agua	Lavado de filtros	Aportación por rebose hasta cumplir el 5%
Contaminación	Carga biológica y física muy altas. Necesidad de tratamiento específico para su reutilización	Agua propiamente de piscina con buena calidad y cloro libre residual en torno a 1 ppm
Caudal	Caudal instantáneo muy elevado pero de poca duración.	Bajo (1,5 m ³ /h) pero continuado en el tiempo
Frecuencia	No tiene porqué producirse todos los días aunque suele ser habitual por otras razones operativas	A lo largo del día de forma continuada hasta alcanzar el valor del 5%

2.1.1. Volúmenes disponibles de agua

El primer paso es el de definir las posibilidades reales de recuperación de agua de que se dispone. Para ello, se adjunta la siguiente tabla con el listado de centros que contienen piscinas, el volumen de sus vasos y los porcentajes de renovación asociados al 5% normativo.

En el caso de las piscinas infantiles, el porcentaje real de aporte es siempre mayor por las razones que se han comentado anteriormente:

- a) Porque un lavado de filtros supone ya un 4%-5% del volumen de la piscina.
- b) Porque la carga biológica que soportan es mucho mayor y, en consecuencia, precisan de mayor renovación.



COD. VASO	INSTALACIÓN	VOLUMEN VASO (m ³)	PORCENTAJE DE RENOVACIÓN (%)	VOLUMEN A RENOVAR DIARIO (m ³ /DIA)
A1	CC ALDABE ADULTOS	522	5,0%	26,1
A2	CC ALDABE INFANTIL	70	5,7%	4,0
SA1	POLID. SAN ANDRES ADULTOS	573	5,0%	28,6
SA2	POLID. SAN ANDRES INFANTIL	77	8,5%	6,6
J1	CC JUDIZMENDI ADULTOS	509	5,0%	25,5
J2	CC JUDIZMENDI INFANTIL	55	8,7%	4,8
I1	CC IPARRALDE ADULTOS	578	5,0%	28,9
I2	CC IPARRALDE INFANTIL	64	11,8%	7,6
H	CC HEGOALDE	475	5,0%	23,8
AB1	PISCINAS ABETXUKO ADULTOS	522	5,0%	26,1
AB2	PISCINAS ABETXUKO INFANTIL	64	6,9%	4,4
L1	CC LAKUA ADULTOS	594	5,0%	29,7
L2	CC LAKUA INFANTIL	72	5,7%	4,1
M1	PISCINAS MENDIZORROZA ADULTOS	2.500	1,5% (*)	37,5
M2	PISCINAS MENDIZORROZA INFANTIL	151	5,6%	8,5
IB	CC IBAIONDO	648	5,0%	32,4
S1	CC SALBURUA ADULTOS	240	5,0%	12,0
S2	CC SALBURUA INFANTIL	120	9,6%	11,6
TOTAL		7.834	4,1% (*)	321,9

(*) En el caso de la Piscina Cubierta Olímpica de Mendizorroza, desde Febrero de 2016 se está aportando sólo la cantidad de agua necesaria para el lavado diario de los filtros. Dado su elevado volumen de vaso (2.500 m³), el 1,5% actual (37,5 m³/día) desvirtúa completamente el aporte medio de todos los vasos restantes. Hay que tener en cuenta que el 5% que establece la normativa (125 m³/día) supone un despilfarro energético y de la propia agua. La realidad ha demostrado que, dadas las características de uso y la capacidad técnica de la propia instalación de depuración, no hay ningún problema para cumplir los parámetros sanitarios con un aporte del 1,5%.

Teniendo en cuenta estos aspectos, a continuación, se estimará el volumen de agua que corresponde al lavado de filtros y el que se asocia a cubrir el resto de aporte hasta el 5% mínimo o hasta alcanzar el valor real de aporte (como es el caso de los vasos infantiles). Esta distinción permitirá cuantificar el tratamiento específico que habrá que hacer al agua de lavado de filtros, dadas sus características de contaminación.



INSTALACIÓN	LAVADO DE FILTROS		RESTO DE AGUA	
	PORCENTAJE (%)	VOLUMEN DIARIO (m3/DIA)	PORCENTAJE (%)	VOLUMEN DIARIO (m3/DIA)
CC ALDABE ADULTOS	2,0%	10,4	3,0%	15,7
CC ALDABE INFANTIL	4,5%	3,1	1,2%	0,8
POLID. SAN ANDRES ADULTOS	2,0%	11,5	3,0%	17,2
POLID. SAN ANDRES INFANTIL	6,0%	4,6	2,5%	1,9
CC JUDIZMENDI ADULTOS	2,0%	10,2	3,0%	15,3
CC JUDIZMENDI INFANTIL	6,0%	3,3	2,7%	1,5
CC IPARRALDE ADULTOS	5,0%	28,9	0,0%	0,0
CC IPARRALDE INFANTIL	7,0%	4,5	4,8%	3,1
CC HEGOALDE	2,0%	9,5	3,0%	14,3
PISCINAS ABETXUKO ADULTOS	2,0%	10,4	3,0%	15,7
PISCINAS ABETXUKO INFANTIL	4,0%	2,6	2,9%	1,8
CC LAKUA ADULTOS	2,0%	11,9	3,0%	17,8
CC LAKUA INFANTIL	4,0%	2,9	1,7%	1,2
PISCINAS MENDIZORROZA ADULTOS	1,5%	37,5	0,0%	0,0
PISCINAS MENDIZORROZA INFANTIL	4,0%	6,0	1,6%	2,4
CC IBAIONDO	4,0%	25,9	1,0%	6,5
CC SALBURUA ADULTOS	2,0%	4,8	3,0%	7,2
CC SALBURUA INFANTIL	6,0%	7,2	3,6%	4,3
TOTAL	2,49%	195,3	1,62%	126,7

2.2. Aspectos técnico-económicos asociados a la recuperación del agua

Al margen de la cantidad de agua diaria disponible para su posible utilización como agua de riego, hay que tener en cuenta los siguientes aspectos que afectarán en mayor o menor medida a la viabilidad técnico-económica de dicha reutilización.

Estos son:

- Tratamiento físico-químico para la reutilización del agua como agua de riego.
- Capacidad de almacenamiento.
- Volumen recuperable y estacionalidad.
- Cercanía geográfica entre los edificios de las piscinas y las zonas verdes de riego.
- Conexión hidráulico a las redes de riego existentes.
- Consumo de energía asociado al bombeo.



- Mantenimiento de las instalaciones.
- Balance económico.

2.3. Tratamiento físico-químico para la reutilización del agua

El primer punto a evaluar es el del tratamiento necesario para la regeneración del agua de vertido de modo que se pueda emplear como agua de riego. No se trata de un proceso de potabilización en sí pero, las exigencias sanitarias para este tipo de flujos son bastante exigentes.

Por las características propias de cada vertido, se puede considerar que existen dos tipos de flujos de agua cuyo tratamiento, a priori, debería ser diferente:

1. Agua procedente del lavado de filtros.
2. Agua procedente del rebose de los vasos de compensación como simple renovación adicional para alcanzar el 5% diario.

2.3.1. Agua procedente del lavado de filtros

Como ya se ha dicho, este caudal posee una elevada carga física y biológica.

El primer proceso que se debería hacer es el de la separación de las partículas sólidas e impurezas (restos de materiales, pelos, suciedad, etc....) posiblemente mediante decantación. Puesto que el caudal de lavado es muy elevado y de poca duración, haría falta un decantador capaz de tratar el volumen y caudal, como mínimo, de un lavado, es decir, entre 10 y 12 m³ en el caso de las piscinas de adultos, para que el proceso fuera efectivo.

Este aspecto es fundamental ya que, existen experiencias anteriores en instalaciones municipales en las que se ha tratado de procesar el agua de lavado sin decantación previa y ha sido un fracaso.

Posteriormente, el agua se debería someter a otro proceso de desinfección, cuyas características habría que analizar con mucha más profundidad, pero que podría estar basado en hipercloraciones, equipos ultravioletas, etc.... y, en cualquier caso, sería necesaria otra filtración similar a la del proceso de depuración de la piscina, para eliminar las partículas de menor tamaño que habrán superado con seguridad la decantación.

Este último proceso implica un flujo continuo de trabajo, del que saldrá el agua “tratada” para su utilización en el sistema de riego.

Como se puede observar, existe una clara diferencia entre los tiempos del lavado (6 minutos) y los del tratamiento (que puede durar todo el día, por ejemplo).

2.3.2. Agua procedente del rebose de vasos de compensación

Esta agua tiene las mismas características que la del propio vaso de la piscina, es decir, con un cloro libre en torno a 1 ppm, buen grado de filtración y, en general, características bastante adecuadas para su uso directo para riego. Sin embargo, este último detalle se debería corroborar con personal más especializado.



Se trata de un caudal pequeño ($1,5 \text{ m}^3/\text{h}$) y continuado en el tiempo, que puede estar aportándose durante 16 horas al día, por ejemplo.

De este modo, el posible tratamiento de depuración final podría ser continuo, sin decantación previa y sin necesidad de desinfecciones tan intensas como en el caso anterior

Como se verá a lo largo del documento, este flujo se considera más fácilmente recuperable y se harán consideraciones económicas directas con él.

2.4. Capacidad de almacenamiento

Un aspecto vital en la viabilidad técnica y económica del sistema es el del volumen a almacenar.

El volumen hace referencia a dos apartados:

1. El del espacio necesario para el decantador (bien de forma continua o bien como pre-depósito decantación), próximo a los 20 m^3 si se quiere tratar el agua de los 2 vasos habituales en los centros (adultos e infantil).

Por ejemplo, para un local de 3 m de alto, con una altura útil de 2 m, haría falta una superficie de $3,5 \times 3,5 \text{ m}$ sólo para este depósito.

Hay que tener en cuenta que los locales en los que se ubican las instalaciones de depuración suelen tener un grado de ocupación muy alto por lo que será complicado ubicar este depósito próximo al tratamiento de piscinas, aunque eso dependerá de cada caso en concreto.

2. El de la autonomía con la que se quiera dotar al sistema de riego.

Un centro normal formado por 2 vasos puede proporcionar diariamente un volumen de agua en torno a los 30 m^3 . Puesto que esta agua se aporta diariamente (excepto en la parada técnica de las piscinas que suele durar un mes, Julio o Agosto), no tiene sentido almacenar un volumen superior a esta cantidad, si se pretende regar todos los días.

Siguiendo el razonamiento del apartado anterior, haría falta un espacio mínimo en planta de $4 \times 4 \text{ m}$.

En caso de que no exista espacio físico en los sótanos donde suelen albergarse las instalaciones de depuración, será necesario ejecutar trabajos de obra civil, excavación, etc.... para albergar los nuevos depósitos, seguramente enterrados, lo que encarecerá notablemente la inversión.



2.4.1. Volumen recuperable y estacionalidad

Es necesario definir claramente las necesidades de riego y la capacidad de sustitución de agua de red de que se dispone para acotar los aprovechamientos disponibles.

Se considerarán las siguientes premisas de partida:

- La temporada de riego en Vitoria abarca desde Junio a Septiembre (120 días).

- Las piscinas suelen incluir una parada técnica anualmente, cuya duración es de 1 mes donde se ejecutan trabajos de mantenimiento, tanto de las instalaciones como de los vasos. Estos últimos se vacían. En este periodo no hay disponibilidad de agua a recuperar. Suele coincidir con el mes de Julio o Agosto. Se hace así ya que la demanda de los usuarios en esta época suele ser mucho menor y se suple, además, con la entrada en funcionamiento de las piscinas exteriores.

Por tanto, de los 120 días iniciales de la temporada de riego, sólo se podría abastecer el servicio durante 90 días.

El caso de las piscinas exteriores se tratará en un capítulo independiente.

Si se pone como ejemplo un típico centro con 2 vasos (adultos e infantil), con una capacidad total diaria de recuperación de unos 30 m³/día, y suponiendo que se reutiliza el 100% del agua vertida, se dispondría de una capacidad de riego de:
30 m³/día x 90 días/temporada = 2.700 m³/temporada

Si se considera el coste asociado a la tarifa de AMVISA para organismos institucionales locales se tendría un coste evitado de agua de red de:

Consumo: 0,527 €/ m³

Depuración: 0,350 €/ m³

Alcantarillado: 0,150 €/m³

TOTAL: 1,027 €/ m³

Para simplificar los cálculos se considerará 1,00 €/ m³

Es decir, el coste máximo evitable por centro, con un aprovechamiento del 100% del agua recuperada es de 2.700 €/año

2.5 Cercanía geográfica a las zonas de riego

Puesto que el uso final previsto de todo el proceso de regeneración es el de sustituir el agua de red para riego de zonas verdes y dado que el punto de origen del agua recuperada está en los centros cívicos con piscinas, habrá que valorar si existen zonas verdes cerca de dichos centros en las que utilizar el agua recuperada.

Esta labor precisa del conocimiento de las redes municipales de riego, pero se puede hacer una predefinición de las posibilidades de aplicación, en base a la existencia o no de zonas verdes próximas.



INSTALACIÓN	CERCANIA DE ZONAS VERDES
CC ALDABE	NO POSIBLE
POLID. SAN ANDRES	POSIBLE
CC JUDIZMENDI	POSIBLE
CC IPARRALDE	NO POSIBLE
CC HEGOALDE	POSIBLE
PISCINAS ABETXUKO	POSIBLE
CC LAKUA	POSIBLE
PISCINAS	POSIBLE
MENDIZORROZA	POSIBLE
CC IBAIONDO	POSIBLE
CC SALBURUA	POSIBLE

Posteriormente habrá que valorar la viabilidad técnica y económica del conexionado a las redes de riego actuales y si la superficie de riego cercana es suficiente para utilizar el 100% del agua recuperada, con todo lo que ello supone.

Por el momento, podrían descartarse Iparralde y Aldabe por estar ubicados en pleno centro de la ciudad con lejanía respecto de zonas verdes importantes.

2.5.1 Conexionado hidráulico a las redes existentes

Como ha quedado claro, la diferencia temporal y de caudal entre la disponibilidad del agua a recuperar y las necesidades de riego, obligan a almacenar el agua en depósitos de acumulación. Puesto que se trata de equipos a presión atmosférica, será necesario un grupo de bombeo para garantizar una presión mínima de riego en las redes existentes (aspersores, goteo, etc....)

1. En el caso de redes municipales, en la normativa de AMVISA se prohíbe terminantemente la conexión de redes de aguas no potables a sus redes de agua potable por posible riesgo de contaminación. Ni siquiera se admiten válvulas de retención.

Por lo que para poder utilizar el agua de las piscinas habría que ejecutar una red nueva de riego independiente de la existente conectada con la red de agua potable.

Esto conlleva implantar un sistema de control que dé prioridad a la red de agua tratada y que permita alternar el uso de una red frente a otra.

Esto obligará a la inversión en elementos puntuales de control y sistemas de control de presión, de forma individualizada en cada red.

2. Pueden existir diferentes zonas de riego a las que abastecer cercanas a un mismo centro.

Por simplificar la explicación, supongamos que próximas al centro cívico en el que se está recuperando el agua, existen 4 zonas verdes independientes, cada una con su propia red de riego. Seguramente estarán alimentadas por la misma tubería de distribución de agua potable, que se emplea además de para riego, para otros servicios.

Sin embargo, en el caso de la red de agua recuperada, sería necesario lanzar una tubería nueva de distribución que, partiendo del grupo de bombeo, conectará a las 4 redes



actuales. Eso supondría una inversión muy importante, no sólo en la tubería y los dispositivos de control, sino en obra civil para el soterramiento de la conducción.

Evidentemente, cuantos más circuitos de riego sea necesario abarcar y cuanto más alejados estén del centro cívico, mayor será el coste de inversión.

2.5.2 Consumo de energía asociado al bombeo

Las redes actuales de riego que estén conectadas a la red municipal de AMVISA suelen efectuar el riego gracias a la presión estática propia de sus conducciones.

En el caso de la recuperación de agua, como ya se ha comentado, es necesario un grupo de bombeo que, como es lógico, deberá consumir electricidad para su funcionamiento.

Puesto que se maneja la cifra de 30 m³/día de agua recuperada, y teniendo en cuenta un caudal medio de 5 m³/h de bombeo con una presión estática de 4 bar, el consumo eléctrico asociado aproximado es de 12 Kwh./día.

En un mes, el consumo eléctrico será de

$$12 \text{ Kwh./día} \times 30 \text{ días/mes} = 360 \text{ Kwh./mes}$$

Suponiendo un coste medio de 0,10 €/kWh, el coste mensual será de:

$$360 \text{ Kwh./mes} \times 0,10 \text{ €/kWh} = 36 \text{ €/mes}$$

Es un coste relativamente importante (un 4%) teniendo en cuenta que la capacidad total de ahorro por agua evitada es de 900 €/mes.

2.5.3 Costes de mantenimiento

A todo ello se debería añadir el coste asociado a:

- Aditivos necesarios para el tratamiento.
- Conducción y Mantenimiento preventivo (horas de personal).
- Mantenimiento correctivo.
- Repuestos.

Es una partida complicada de valorar sin conocer con detalle las características de la instalación de tratamiento. Se puede afirmar sin miedo a equivocarse que, como mínimo, serán necesarias 4 horas mensuales, lo que implica un coste de 160 €/mes así como al menos 100 €/mes en repuestos, aditivos y varios.

2.6 Balance económico

Como se ha comentado, en el caso de un centro cívico estándar, la capacidad de recuperación completa es de 30 m³/día = 900 m³/mes.

Esto supone un coste evitado de unos

900 €/mes.



Los costes de mantenimiento y explotación mínimos, a la espera de disponer de datos más fiables asociados al diseño concreto de la instalación serán:

Electricidad	
36 €/mes	
Personal	160 €/mes
Repuestos y aditivos	
100 €/mes	
	TOTAL
	296 €/mes

El coste evitado final será de: $900 - 296 = 604$ €/mes
Teniendo en cuenta una disponibilidad real de riego de 3 meses/año, el ahorro anual derivado será: $604 \text{ €/mes} \times 3 \text{ meses/año} = \mathbf{1.812 \text{ €/año}}$

Asimismo, la inversión es complicada de valorar, pero simplemente considerando la necesidad de:

- Decantadores
- Depósitos de almacenamiento de 40 m³
- Instalación de tratamiento del agua
- Grupo de bombeo
- Conexión a la red de riego existente

Es evidente que podríamos establecer una cifra mínima de 30.000 € por cada centro cívico y probablemente sería escasa según cada caso.

El tiempo de retorno de la inversión sería de: $T = 30.000 \text{ €} / 1.812 \text{ €/año} > \mathbf{16 \text{ años}}$

2.7 Caso específico: Piscinas exteriores de Gamarra y Mendizorroza

Hasta ahora se han tratado los centros cívicos como las instalaciones más adecuadas para la recuperación de agua. Se ha detallado toda la problemática técnica y económica con los diferentes factores implicados. El caso de las piscinas exteriores de Gamarra y Mendizorroza es diferente, ya que presenta ciertas ventajas sobre los casos anteriores:

1. Disponen de una gran cantidad de agua recuperable dado el elevado volumen de las piscinas.
2. Disponen de zonas verdes próximas y de gran superficie, probablemente con una red común fácilmente conectable a nivel hidráulico.

Se valorará a continuación la viabilidad de la recuperación de agua en estos centros siguiendo la metodología expuesta anteriormente.



2.7.1 Volúmenes recuperables

Los volúmenes de los vasos de las piscinas exteriores son los siguientes

COD. VASO	INSTALACIÓN	VOLUMEN VASO (m ³)	PORCENTAJE DE RENOVACIÓN (%)	VOLUMEN A RENOVAR DIARIO (m ³ /DIA)
AQUAMENDI				
AQ1	TROPICAL	1.074	11,7%	126,1
AQ2	INFANTIL	81	37,2%	30,2
MENDIZORROZA				
ME1	OLIMPICA	1.520	5,1%	77,5
ME2	INFANTIL	50	22,5%	11,3
GAMARRA				
G1	FAMILIAR	2.426	7,9%	192,8
G2	OLIMPICA	1.616	5,0%	80,8
G3	INFANTIL	1.082	5,5%	59,5
G4	REDONDA	72	19,5%	14,1
TOTAL		7.921	7,5%	592,3

El agua sujeta a una posible recuperación asciende a

INSTALACIÓN	LAVADO DE FILTROS		RESTO DE AGUA	
	PORCENTAJE (%)	VOLUMEN DIARIO (m ³ /DIA)	PORCENTAJE (%)	VOLUMEN DIARIO (m ³ /DIA)
AQUAMENDI				
AQ1 - TROPICAL	5,8%	62,3	5,9%	63,8
AQ2 - INFANTIL	7,4%	6,0	29,9%	24,2
MENDIZORROZA				
ME1 - OLIMPICA	1,8%	27,4	3,3%	50,1
ME2 - INFANTIL	9,0%	4,5	13,6%	6,8
GAMARRA				
G1 - FAMILIAR	2,5%	60,7	5,4%	132,2
G2 - OLIMPICA	2,2%	35,6	2,8%	45,2
G3 - INFANTIL	2,3%	24,9	3,2%	34,6
G4 - CIRCULAR	7,6%	5,5	12,0%	8,6
TOTAL	3,3%	226,7	5,3%	365,6

2.7.2 Viabilidad económica

Teniendo en cuenta sólo el agua no achacable al lavado de filtros, la capacidad de recuperación de agua que implica un tratamiento sencillo es de 366 m³/día.

En el caso de Gamarra, por ejemplo, dicho volumen es de 221 m³/día.

Teniendo en cuenta que estas piscinas operan durante los meses de Junio, Julio, Agosto y la mitad de Septiembre, la recuperación de agua ascendería a:

$$221 \text{ m}^3/\text{día} \times 30 \text{ días/mes} \times 3,5 \text{ meses/año} = 23.205 \text{ m}^3/\text{año} = 23.205 \text{ €/año}$$

En Gamarra, concretamente, existe un depósito enterrado de recogida de agua de piscinas, pero sin separación de lavados o de otras procedencias. En cualquier caso, se



podría contemplar la ejecución de redes separadas entre las descargas del lavado de filtros y el resto del aporte.

Además, en dicho depósito existe un grupo de bombeo conectado a la red de riego por aspersores.

En este caso concreto, visto el ahorro potencial, se podría plantear un análisis mucho más detallado de las opciones técnicas y económicas para recuperar, como mínimo, el agua de rebose no empleada en el lavado de filtros.

En el caso de Mendizorroza, habría que analizar la viabilidad técnico-económica de los depósitos de almacenamiento necesarios así como de las complejidades de conectarse hidráulicamente a la red riego existente (pista de atletismo, zona ajardinada próxima a la piscina olímpica exterior, etc....)

Aquí hay división en 2 instalaciones muy separadas físicamente (Aquamendi y Mendi exterior) con un volumen total “fácilmente” recuperable de $145,0 \text{ m}^3/\text{día} \times 30 \text{ días/mes} \times 3,5 \text{ meses/año} = 15.225 \text{ m}^3/\text{año} = 15.2225 \text{ €/año}$

En ambos casos se precisa un estudio más detallado al respecto pero presentan rentabilidades, a priori, mucho mejores que en el caso de los centros cívicos.

2.8 Ahorro por reducción del 5% mínimo en piscinas de adultos

Independientemente de todo lo expuesto anteriormente, y al margen de la recuperación de agua para riego, existe un aspecto íntimamente ligado al ahorro de agua en las piscinas cubiertas de todos los centros cívicos, especialmente en los vasos de adultos. Como contempla la normativa vigente, se puede reducir el 5% de aporte diario si la autoridad sanitaria así lo considera. Existen precedentes de operación de este tipo de piscinas con aportes inferiores cumpliendo los parámetros sanitarios. Éste es el caso de la piscina interior olímpica de Mendizorroza, que actualmente trabaja con un 1,5%

Evidentemente, en algunos casos será necesario implementar medidas de mejora de la calidad del agua tratada, como puede ser el caso de las lámparas ultravioleta para desinfección en línea, cuya instalación ya está programada en el Pliego del nuevo concurso de conducción de piscinas para los 4 próximos años.

La ventaja de las piscinas cubiertas es que trabajan durante 11 meses al año por lo que la capacidad de ahorro absoluto mucho mayor.

Suponiendo que se redujeran los aportes diarios de todas las piscinas de adultos al 2,5%, el ahorro conseguido respecto a la situación actual sería aproximadamente de $110 \text{ m}^3/\text{día}$.

$110 \text{ m}^3/\text{día} \times 330 \text{ días/año} = 36.300 \text{ m}^3/\text{año} = 36.300 \text{ €/año}$

Asociado al ahorro de agua en sí iría el **ahorro de la energía necesaria para su calentamiento**. Puesto que todas las piscinas disponen de recuperadores de energía englobados en las mejoras introducidas dentro del Contrato de Gestión Energética, el potencial de ahorro es pequeño, pero podría oscilar en torno a **165.000 Kwh**.



PCI/año, el consumo anual equivalente a un CEP Infantil de tamaño medio, que puede implicar un coste asociado de unos **6.000 €/año**

2.9 Actuaciones de mejora de la eficiencia energética en las instalaciones de piscinas

Al margen de la reutilización del agua de las piscinas para riego se está trabajando con resultados muy positivos en la optimización de los sistemas de recuperación de calor del agua renovada de piscinas.

1. El 50% de la energía térmica utilizada en una piscina climatizada se emplea en el calentamiento del agua de piscinas.
2. Mediante la recuperación de la energía del agua renovada se obtienen importantes mejoras energéticas y medioambientales.
3. El agua que se extrae de la piscina pasa por un intercambiador de calor que precalienta el agua de red que se aporta. Ahorro del 85% respecto a la situación de NO recuperación.
4. Instalación de sistemas de recuperación de calor del agua renovada de piscinas

AÑO	DESCRIPCIÓN	INVERSIÓN
2012	Recuperadores de calor en piscinas de adultos	147.000 €
2015	Ampliación de superficie de recuperadores y recuperadores de piscinas infantiles	77.000 €
2016/2017	Ampliación e integración de depósitos de recuperación	50.000 €
2017	Implantación del SEDIREC en CC Salburua e implantación de nuevo recuperador en CC Ibaiondo	15.000 €
	TOTAL	242.000 €

Inversiones en energía solar térmica por parte del Ayuntamiento: calentamiento de piscinas en CC Andrés, Agua Caliente Sanitaria en CC Aldabe.

Optimización del circuito por segregación del mismo en CC Ibaiondo y sistema de disipación del exceso de calor en verano al exterior en Mendizorrosa



3. Normativa de aplicación: reutilización aguas

El Art. 109.1 del TRLA determina que el Gobierno establecerá las condiciones básicas para la reutilización de las aguas, precisando la calidad exigible a las aguas depuradas según los usos previstos, añadiendo en el 109.2 que la reutilización de las aguas procedentes de un aprovechamiento requerirá concesión administrativa como norma general. Sin embargo, en el caso de que la reutilización fuese solicitada por el titular de una autorización de vertido de aguas ya depuradas, se requerirá solamente una autorización administrativa, en la cual se establecerán las condiciones necesarias complementarias de las recogidas en la previa autorización de vertido.

El Art. 272 del RDPH en su apartado 2 y siguientes, define el concepto de reutilización de las aguas depuradas. En todos los casos de reutilización directa de aguas residuales se recabará por parte del Organismo de cuenca informe de las autoridades sanitarias, que tendrá carácter vinculante. Los títulos concesionales podrán incorporar las condiciones para la protección y los derechos de ambos usuarios.

A su vez, el Art. 273 del RDPH determina las condiciones y los trámites para la concesión de reutilización de aguas, diferentes en función de que dicha reutilización vaya a realizarse por el primer usuario o por un tercero.

Con la entrada en vigor Real Decreto 1620/20007, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, se introducen una serie de medidas destinadas establecer el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas en España. Se trata de aumentar la disponibilidad de los recursos hídricos, permitiendo disponer del agua residual depurada, como recurso alternativo en determinados sectores y lograr así, un incremento de un treinta y cinco por ciento en el uso de agua regenerada en los próximos años.

De todas formas, el riego que se lleve a cabo con aguas residuales, bien sean totalmente depuradas, deficientemente depuradas o sin depurar, no debe considerarse como vertido siempre y cuando no implique un deterioro de las aguas superficiales o subterráneas.

Es más, la autorización o concesión de aguas residuales para riego solo puede realizarse, si se demuestra que el fin perseguido es realmente realizar un riego y no encubre una eliminación de aguas residuales mediante vertido de las mismas al terreno. Para ello debería justificarse en la solicitud de reutilización mediante un estudio, cuáles son las necesidades hídricas de los cultivos que se pretende regar, de modo que se reduzca al mínimo o se elimine la percolación de los contaminantes. Por tanto sólo puede autorizarse la reutilización si se demuestra que no es un vertido, es decir la autorización de reutilización excluye la de vertido.

Incluso en la misma concesión de reutilización, el Organismo de cuenca puede exigir condiciones complementarias a la autorización de vertido (previa), entre las que podría exigirse el estudio hidrogeológico previo para determinar la no afección de las aguas subterráneas.

El Organismo de cuenca deberá llevar a cabo las labores de control del medio receptor y, en caso de detectar una afección a las aguas como consecuencia de una reutilización de aguas residuales en riego, abrir el correspondiente expediente sancionador por vertido no autorizado e incumplimiento de las condiciones de la concesión de reutilización.

Frecuencias mínimas de muestreo

En principio, el riego por aspersión está tipificado en la legislación de legionella como instalaciones de riesgo bajo; no obstante, el Real Decreto obliga a hacer una valoración de riesgos en función de la procedencia del agua (calidad microbiológica), tipo de aerosolización, materiales de la instalación, etc. En función del resultado de la



evaluación de riesgo, la legislación obliga al responsable de la instalación a realizar un programa de autocontrol para el riego en Gamarra incluyendo: plan de mantenimiento (revisiones, limpieza y desinfección...), plan de analíticas mínimo anual etc.

Conclusiones

Visto todo lo desarrollado en el presente documento se pueden extraer las siguientes conclusiones.

- El primer aspecto que hay que aclarar con las autoridades sanitarias es el de las exigencias que se aplicarán para definir el tratamiento necesario para acondicionar el agua de vertido de las piscinas como agua de riego.
- Desde el punto de vista exclusivamente técnico-económico, la capacidad de ahorro por regeneración del 100% del agua equivalente al 5% del aporte en un centro cívico convencional con 2 piscinas oscila en torno a los 2.700 m³/año. Valorando el coste unitario del agua evitada a AMVISA a 1 €/m³, el ahorro bruto máximo será de 2.700 €/año.
- El ahorro neto, incluyendo el mes de parada de los centros cívicos y siendo muy optimistas en los costes de explotación, ese ahorro se reduce a 1.812 €/año. Además, habría que analizar los costes asociados al mantenimiento, productos químicos, repuestos del sistema de tratamiento una vez definido éste y costes analíticos del seguimiento y control.

Dadas las complejidades técnicas y las inversiones necesarias para poder recuperar y reutilizar esa agua como agua de riego, se considera UN PROCESO INVIABLE desde el punto de vista estrictamente económico.

- El complejo de Gamarra tiene una capacidad de recuperación mayor, unas complejidades técnicas menores y, a priori, una posible rentabilidad, aunque habría que hacer un estudio más detallado a nivel técnico. Habría que consultar con el organismo de cuenca responsable la consideración jurídica de la reutilización de esta agua con sus condicionantes tanto de tratamiento como de control continuo, todo ello suponiendo que la adecuación del agua de rebose no asociada al lavado de filtros precise de un tratamiento físico-químico sencillo.
- Independientemente de todo ello, existen todavía posibilidades de ahorro directo en el consumo de agua y energía en las piscinas de los centros cívicos como resultado de la reducción del aporte real por debajo del 5% normativo, en cumplimiento del RD de piscinas del Gobierno Vasco, aunque eso supondrá ciertas inversiones ya contempladas y un consenso con la autoridad sanitaria.
- Los datos expuestos concluye que es técnica, medioambiental y económicamente más sostenible las inversiones en la mejora de la eficiencia energética del conjunto de las instalaciones de piscinas que en la reutilización del agua para riego.

**Departamento de Administración Municipal
Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz**