

ANEXO



METODOLOGÍA “SCORING ECOFATORÍAS”



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. CONTEXTO.....	4
1.2. OBJETIVO.....	4
1.3. A QUIÉN VA DIRIGIDO.....	5
1.4. METODOLOGÍA SCORING ECOFACTORÍAS.....	5
1.4.1. EJES DE ACCIÓN E INDICADORES.....	6
1.4.2. MATRIZ DE PONDERACIONES.....	7
1.4.3. CRITERIOS.....	8
1.5. CERTIFICACIÓN.....	10
1.5.1. ECOFACTORÍA BRONCE.....	11
1.5.2. ECOFACTORÍA PLATA.....	11
1.5.3. ECOFACTORÍA ORO.....	11
1.6. VERIFICACIÓN.....	11
1.6.1. OBJETIVO DE LA VERIFICACIÓN.....	12
1.6.2. ALCANCE DEL TRABAJO DE VERIFICACIÓN.....	12
1.6.3. PROCESO DE VERIFICACIÓN.....	12
1.6.4. RESULTADOS.....	13
1.7. REVISIONES Y ACTUALIZACIÓN.....	13
2. MARCO METODOLÓGICO.....	14
2.1. MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	14
2.1.1. CONSUMO. EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	15
2.1.2. AUTOCONSUMO. GENERACIÓN DE ENERGÍA VERDE.....	21
2.1.3. COMPRA DE ENERGÍA VERDE.....	22
2.1.4. PLAN DE DETECCIÓN DE EMISIONES DE METANO.....	22
2.1.5. BIOGÁS QUEMADO EN ANTORCHA.....	23
2.2. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	25
2.2.1. AGUA REGENERADA.....	25

2.2.2. PROTECCIÓN DE MASAS DE AGUA.....	27
2.3. TRANSICIÓN A LA ECONOMÍA CIRCULAR.....	29
2.3.1. GENERACIÓN DE PRODUCTOS DE ALTO VALOR AÑADIDO.....	29
2.3.2. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS.....	30
2.3.3. SEQUEDAD DEL FANGO.....	31
2.3.4. CONSUMO DE POLIELECTROLITO EN DESHIDRATACIÓN.....	32
2.4. IMPACTO SOCIAL Y GRUPOS DE INTERÉS.....	35
2.4.1. EQUIDAD.....	36
2.4.2. SOCIAL.....	37
2.4.3. COMPRA VERDE.....	38
2.4.4. SEGURIDAD Y SALUD.....	38
2.5. BIODIVERSIDAD.....	40
2.5.1. GESTIÓN ECOLÓGICA DE ZONAS VERDES.....	40
2.5.2. AUSENCIA DE FITOSANITARIOS.....	42
2.5.3. CONTROL DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS (EEI).....	42
2.5.4. PORCENTAJE DE ÁREAS PERMEABLES.....	43
2.5.5. MICROHÁBITATS.....	44

1. INTRODUCCIÓN

1.1. CONTEXTO

Las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) tradicionales han cumplido durante décadas una función esencial: tratar el agua residual antes de su devolución al medio natural. Sin embargo, el modelo convencional basado en la secuencia “tratar–verter” muestra hoy en día sus límites frente a los nuevos desafíos ambientales, económicos y sociales.

La Ecofactoría es la **respuesta estratégica y la evolución natural y necesaria** de las antiguas EDAR. En la actualidad, la planta de tratamiento debe transformarse en un auténtico centro de regeneración de recursos o “Ecofactoría”, que funcione con la filosofía de economía circular y eficiencia máximas.

Este cambio va más allá de la tecnología; significa poner la gestión del agua en el corazón de los retos de desarrollo sostenible del siglo XXI. Una Ecofactoría ayuda activamente a la transformación ecológica, permitiendo a los municipios alcanzar sus metas de sostenibilidad a través de la recuperación y valorización de recursos.

La necesidad de este cambio está impulsada por retos globales como la presión hídrica, la crisis energética, el aumento de los costes y la falta de materias primas. Existe también un marco regulatorio europeo que exige acción, incluyendo la revisión de la **Directiva sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas (UWWTD)**, **el Green Deal** y, fundamentalmente, la **taxonomía de finanzas sostenibles**.

1.2. OBJETIVO

Debido a la complejidad y al alcance de las respuestas que abarca el término Ecofactoría, se hace necesario disponer de un sistema que ayude a definir el concepto de manera objetiva, reconozca el trabajo de mejora de las instalaciones y ponga en valor las mejores prácticas y de más impacto en la línea de la descarbonización, la economía circular y el desarrollo sostenible.

El propósito principal de esta metodología es **establecer un sistema objetivo y cuantificable de evaluación** que permita definir el estado actual de una EDAR con respecto a la meta final de convertirse en una Ecofactoría. El sistema se inspira en los criterios de la **taxonomía de finanzas sostenibles de la Unión Europea**.

Este documento sienta las bases para:

1. **Diagnosticar** el nivel alcanzado por la instalación y medir su evolución a lo largo del tiempo, apoyando así una estrategia de mejora continua.

2. **Identificar** los ejes o aspectos que deben ser reforzados, sirviendo de guía para los técnicos al momento de tomar decisiones.
3. **Determinar**, mediante criterios rigurosos, objetivos, trazables y transparentes, si una EDAR puede ser oficialmente clasificada como Ecofactoría.

Tras obtener el diagnóstico y una vez identificados los aspectos a reforzar, se recomienda el análisis detallado de estos aspectos, para obtener una visión pragmática completa sobre qué acciones implementar en la EDAR y sus puntos necesarios de mejora.

1.3. A QUIÉN VA DIRIGIDO

Esta metodología está dirigida a las empresas titulares o explotadoras de EDARs, que quieren poner en valor su esfuerzo por la mejora continua, eficientes y que han emprendido acciones concretas bajo los criterios de la descarbonización, la economía circular y la sostenibilidad. Como también a las que deben tomar decisiones para avanzar en la misma estrategia sirviendo esta metodología de guía técnica para identificar las áreas de mejora en una EDAR que permitan su transformación hacia una Ecofactoría.

Esta metodología resulta de interés para un amplio abanico de profesionales y stakeholders del sector hídrico, especialmente aquellos vinculados a las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR).

Beneficiarios clave y su aplicación:

- Operadores y Técnicos: Sirve como una herramienta de apoyo para la toma de decisiones en el camino de la mejora continua, facilitando la implementación de soluciones de mejora.
- Gerentes y Responsables Estratégicos: Proporciona una visión objetiva y cuantificable esencial para la toma de decisiones estratégicas.
- Titulares de Instalaciones: Les permite plantearse nuevos modelos de negocio, objetivar el desempeño de los operadores y sustentar las decisiones de inversión de forma rigurosa, valorando tanto el impacto positivo como el negativo.

Además, al estandarizar y clarificar el modelo, actúa como una herramienta clave para promover el concepto de Ecofactoría ante clientes, entidades reguladoras y la comunidad en general.

La metodología es de todo y para todos, es pública a través de la web: www.ecofactoria.es y garantiza la confidencialidad de todos los datos operativos, ya que los datos de planta sólo son conocidos por las empresas auditores cuyo informe de auditoría sólo indica el nivel alcanzado por la EDAR.

1.4. METODOLOGÍA SCORING ECOFACTORÍAS

La metodología de scoring Ecofactorías es un sistema de evaluación verificado, desarrollado para cuantificar de forma objetiva el nivel de excelencia alcanzado por las EDAR. Se establecen unos ejes de acción, con indicadores concretos para cada uno de ellos, inspirados en la taxonomía de finanzas de la UE, y definidos en los reglamentos delegados para la actividad de *construcción, ampliación y explotación de sistemas de recogida y tratamiento de aguas residuales*. En este sentido, la metodología Ecofactorías se centra prioritariamente en la evaluación del desempeño operativo de las instalaciones. Las actuaciones de construcción o renovación se consideran de forma implícita a través de las mejoras reales que producen en la operación (como la eficiencia energética, la valorización de recursos o la calidad del efluente), que se reflejan directamente en los indicadores del sistema de scoring.

En cada uno de los ejes se concretan varios indicadores ponderados, asociados a una puntuación en **base 100** según el grado de consecución del indicador. Así, cada planta obtiene una puntuación en cada eje y una puntuación global que define objetivamente su nivel como Ecofactoría. Los indicadores son obtenidos a partir de los parámetros operacionales y estrategias seguidas por la planta y constituyen la estructura de cada pilar.

Con los indicadores se sintetizan en una puntuación libre de sesgos, todos los datos dependientes de diversos factores que dificultan el establecimiento de condiciones equitativas para la evaluación y comparación justa y objetiva de las plantas.

1.4.1. EJES DE ACCIÓN E INDICADORES

La metodología se estructura alrededor de cinco ejes e indicadores definidos para cada uno, lo que permite evaluar de forma homogénea y comparable el desempeño de cada EDAR como también en relación a otras depuradoras, en las distintas dimensiones estratégicas consideradas. A continuación se muestra un esquema resumen con los ejes y sus correspondientes indicadores.



Figura 1. Ejes de la matriz de puntuaciones ecofactorías.

Asimismo se establecen unos criterios excluyentes o líneas rojas que se consideran esenciales y previas a avanzar en cualquier otra estrategia que son: el cumplimiento de los requisitos legales de la instalación y que no hay sido sancionada por hechos constitutivos de infracciones o condenas por delitos contra el medio ambiente, así como la ausencia de accidentes graves o mortales dentro del año de verificación.

1.4.2. MATRIZ DE PONDERACIONES

Para determinar objetivamente el peso específico de cada indicador y cada eje, se diseñó una encuesta basada en una escala recomendada por Saaty, desarrollando un proceso analítico jerárquico de comparación por pares, para valorar de esta manera los pesos ponderados de cada eje y de los indicadores dentro del eje. Esta encuesta fue contestada por un panel de 32 profesionales especializados en depuración, negocio y desarrollo sostenible.

Cada experto asignó una puntuación relativa a la importancia de cada eje y de los indicadores que lo componen. Posteriormente, se realizó un promedio ponderado de todas las respuestas, que dio lugar al peso final de cada eje reflejado en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Ponderación de los ejes e indicadores

<i>Eje</i>	<i>Peso del eje - panel expertos</i>	<i>Indicador</i>	<i>Peso de indicadores - panel expertos</i>
<i>Mitigación del cambio climático</i>	28.09%	<i>Consumo</i>	10.39%
		<i>Generación</i>	10.11%
		<i>Plan detección emisiones fugitivas</i>	4.21%
		<i>Compra energía verde</i>	3.37%
		<i>Quema de biogás en antorcha</i>	-100 %
<i>Adaptación al cambio climático</i>	29.21%	<i>Protección de las masas de agua</i>	14.97%
		<i>Agua regenerada</i>	14.25%
<i>Economía circular</i>	24.72%	<i>Valorización de residuos</i>	8.90%
		<i>Reducción producción de residuos</i>	7.66%
		<i>Productos de alto valor añadido</i>	4.45%
		<i>Consumo de reactivos</i>	3.71%
<i>Impacto social-grupos de interés</i>	8.99%	<i>Seguridad y salud</i>	4.49%
		<i>Social</i>	1.71%
		<i>Compras sostenibles</i>	1.62%
		<i>Equidad</i>	1.17%
<i>Biodiversidad</i>	8.99%	<i>Uso de fitosanitarios</i>	2.70%
		<i>Gestión ecológica de zonas verdes</i>	1.80%
		<i>Control especies invasoras</i>	1.71%
		<i>Creación de microhábitats</i>	1.53%
		<i>Superficie permeable</i>	1.26%

El cálculo de cada indicador y su puntuación asociada según el nivel de consecución, se detalla en los epígrafes correspondientes en el bloque 2 del presente documento. Las puntuaciones obtenidas en cada eje se incorporan posteriormente a la fórmula de cálculo de la puntuación global, asegurando así que la evaluación global de una EDAR sea coherente con la importancia real de cada ámbito estratégico.

La puntuación global de la EDAR, según este criterio, se calcula mediante la siguiente expresión matemática, obteniendo un resultado final comprendido entre 0 y 100 puntos:

Puntuación global = 28,09% Mitigación del cambio climático + 29,21% Adaptación al cambio climático + 24,72% Transición a Economía Circular + 8,99% Impacto Social. Grupos de interés + 8,99% Biodiversidad

1.4.3. CRITERIOS

Para que una EDAR sea certificada como ecofactoría, es necesario tener en cuenta dos tipos de criterios :

1. Criterios excluyentes (líneas rojas): el incumplimiento de cualquiera de estos puntos imposibilita la certificación son:

1.- Disponer de autorización de vertidos y autorización de emisiones a la atmósfera en vigor, así como cualesquiera otras que en cada momento la normativa vigente requiera para el desarrollo de la actividad de la depuradora.

2.- No haber sido sancionado por hechos constitutivos de infracciones administrativas graves o muy graves en materia medioambiental en los dos últimos años, salvo que en ese plazo se hayan reparado los daños medioambientales y no se reincida en los hechos objeto de sanción.

3.- No haber sido condenado por delitos contra el medio ambiente de los recogidos en Título XVI, Capítulo III del Código Penal.

4.-La ausencia total de accidentes graves o mortales durante el último año

2. Criterios de puntuación mínima: es necesario alcanzar unos umbrales mínimos de puntuación que garanticen un desempeño adecuado en todos los aspectos evaluados, para lo cual se tendrá en cuenta:

- La puntuación global debe ser igual o superior a 50 puntos sobre 100
- Cada uno de los ejes de evaluación que componen la matriz debe alcanzar las siguientes puntuaciones:

Tabla 2. Puntuaciones mínimas por eje

Eje	<i>Mitigación del cambio climático</i>	<i>Adaptación al cambio climático</i>	<i>Transición a la Economía circular</i>	<i>Impacto social. Grupos de interés</i>	<i>Biodiversidad</i>
Puntuación mínima	23	45	29	51	59

Para establecer estos umbrales mínimos de cada eje, se aplicó una metodología estadística basada en el análisis de la distribución de las puntuaciones obtenidas por **52 instalaciones reales** evaluadas para el desarrollo del modelo. Para cada eje se generó su correspondiente distribución normal o “campana de Gauss”, lo que permitió visualizar la variabilidad de los resultados, la posición relativa de cada instalación dentro del conjunto y la tendencia general de desempeño en cada ámbito.

La siguiente figura representa las distribuciones para cada uno de los ejes:

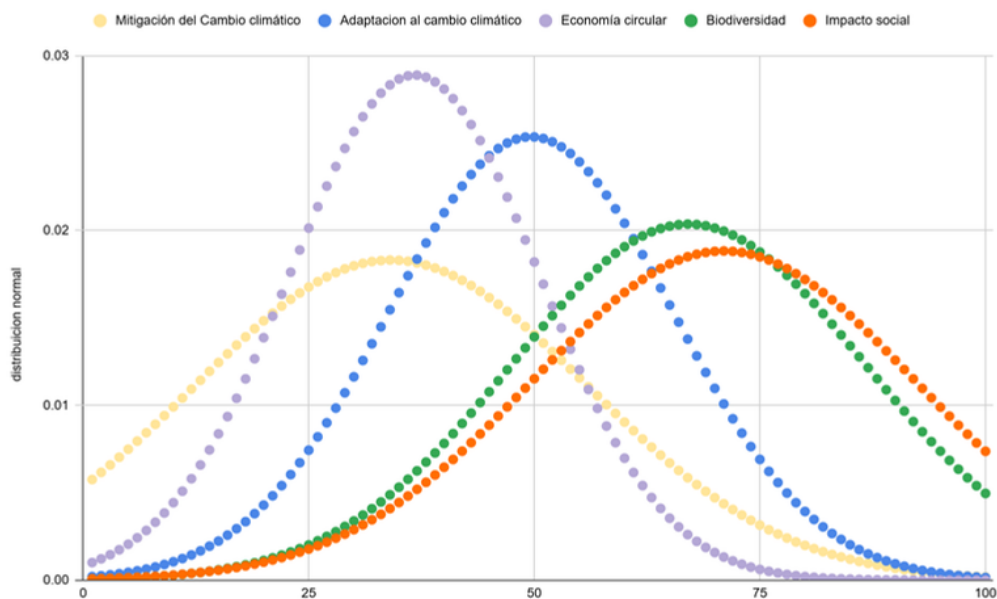


Figura 2. Distribución normal de las puntuaciones por eje

Una vez obtenida la distribución de cada eje, se calculó un percentil 30, que indica la puntuación por debajo del cual se sitúa el 30 % de las instalaciones. Este percentil se adoptó como referencia para la definición de las puntuaciones mínimas por los siguientes aspectos:

- Establece un nivel mínimo exigente pero alcanzable, evitando umbrales demasiado restrictivos.
- Se basa exclusivamente en datos reales de 52 EDAR, eliminando la subjetividad.
- Define un estándar coherente y robusto, representativo del desempeño real de las instalaciones.

A continuación, en la **Tabla 3** se muestran los valores calculados del percentil:

Tabla 3. Valores del percentil 30 por eje

Eje	<i>Mitigación al cambio climático</i>	<i>Adaptación al cambio climático</i>	<i>Transición a la Economía circular</i>	<i>Impacto social. Grupos de interés</i>	<i>Biodiversidad</i>
Valor percentil 30	22,76	45,26	29,40	51,30	58,66

1.5. CERTIFICACIÓN

La certificación **Sello Ecofactoría** es una herramienta esencial que busca poner en valor de forma transparente y acreditada el nivel alcanzado por las instalaciones de depuración que han iniciado su transformación hacia un modelo circular y sostenible.

El propósito de este sello es triple: **establecer criterios comunes y objetivos** contra el “greenwashing”, **impulsar y dar visibilidad** a las plantas que aplican medidas sostenibles con respaldo regulatorio, y **obtener una visión objetiva y estrategia común** del camino a seguir para el desarrollo de una Ecofactoría.

El Sello Ecofactoría se otorga, previa auditoría, en tres niveles de excelencia: **bronce, plata y oro** según su grado de implicación y acciones emprendidas.



Figura 3. Niveles de la Marca de certificación “ECOFATORÍA”.

1.5.1. ECOFACTORÍA BRONCE

Es el primer paso de la certificación, y reconoce a las instalaciones que han completado con éxito la transición mínima desde una planta de tratamiento convencional hacia el modelo de Ecofactoría.

Las instalaciones que logran el nivel bronce demuestran:

- ✓ Haber alcanzado una puntuación global entre **50 y 65**

1.5.2. ECOFACTORÍA PLATA

Reconoce a las ecofactorías que, además de cumplir los mínimos esenciales de sostenibilidad, demuestran un rendimiento operativo avanzado, una eficiencia significativa y una recuperación de recursos consolidada.

- ✓ Haber alcanzado una puntuación global de **65 y 80**

1.5.3. ECOFACTORÍA ORO

Es el nivel más alto, se reserva para las ecofactorías líderes que han ido más allá de la sostenibilidad y la autosuficiencia, generando un impacto neto positivo en su entorno y estableciendo un referente en innovación y economía circular.

- ✓ Haber alcanzado una puntuación global **igual o mayor que 00** (sobre un máximo de 100)

1.6. VERIFICACIÓN

Con el objetivo de garantizar la robustez, coherencia y auditabilidad del modelo de evaluación Ecofactorías, se ha sometido la metodología de scoring a un proceso independiente de verificación externa realizado por DNV, entidad internacional de referencia en aseguramiento y certificación.

Esta verificación ha constituido una fase preliminar clave para el desarrollo del Sello Ecofactorías, y tiene como finalidad validar que la metodología es técnicamente sólida, transparente y verificable, y que integra de forma adecuada los aspectos ambientales y sociales relevantes para el desempeño sostenible de las instalaciones de depuración.

1.6.1. OBJETIVO DE LA VERIFICACIÓN

El proceso de verificación tuvo por objeto evaluar el grado de alineamiento de la metodología Ecofactorías con un protocolo de principios y criterios de sostenibilidad desarrollado ad hoc por DNV, inspirado en buenas prácticas internacionales de aseguramiento. En particular, se analizó que la metodología:

- Estuviera claramente **documentada y transparente** en sus requisitos
- **Sea material y contextual**, considerando riesgos, **normativa y relevancia sectorial**,
- Basada en **evidencias objetivas y confiables**,
- **Verificable por terceros** mediante auditorías internas y externas,
- Genere **resultados consistentes y comparables** en el tiempo,
- **Alineada con estándares** y marcos internacionales relevantes,
- Incorpore **mecanismos de mejora continua**,
- Esté orientada a **resultados medibles y verificables**.

Este enfoque se inspira en los principios de la taxonomía de finanzas sostenibles de la Unión Europea, asegurando que la metodología contribuya a la mitigación y adaptación al cambio climático, la economía circular, el impacto social y la biodiversidad, sin causar perjuicios significativos a otros objetivos ambientales.

1.6.2. ALCANCE DEL TRABAJO DE VERIFICACIÓN

El alcance de la verificación comprendió la evaluación integral del sistema de scoring Ecofactorías, incluyendo sus indicadores, criterios de puntuación, ponderaciones y procedimientos de aplicación. El trabajo se realizó con un nivel de aseguramiento limitado, conforme a prácticas internacionales de verificación.

Como parte del proceso, se analizaron casos prácticos en instalaciones piloto con distintos niveles de madurez, con el fin de comprobar la aplicabilidad real de la metodología y la trazabilidad de las evidencias utilizadas para la asignación de puntuaciones.

1.6.3. PROCESO DE VERIFICACIÓN

La verificación se desarrolló mediante un proceso estructurado en varias fases:

- **Revisión documental preliminar:** análisis de la metodología, indicadores y documentación asociada, y definición del protocolo de evaluación y del plan de verificación.

- **Proceso de verificación:** evaluación de la correcta aplicación de la metodología mediante la revisión de ejemplos prácticos, evidencias y flujos de información asociados al sistema de scoring.
- **Generación de informes:** identificación y clasificación de hallazgos (no conformidades, inexactitudes u observaciones) y elaboración de un informe de verificación preliminar.
- **Revisión técnica independiente:** control de calidad interno por parte de DNV y emisión del informe final de verificación.

Durante el proceso se aplicaron criterios para asegurar que la metodología fuese transparente, basada en evidencia verificable, consistente y orientada a la mejora continua.

1.6.4. RESULTADOS

Los resultados de esta verificación externa han permitido reforzar la credibilidad y solidez del modelo Ecofactorías, identificando oportunidades de mejora y asegurando que la metodología cumple los requisitos necesarios para su futura aplicación en procesos de auditoría y certificación de instalaciones.

Esta fase ha constituido la base técnica para el desarrollo del esquema de certificación del Sello Ecofactorías, garantizando que las instalaciones que opten a la certificación sean evaluadas mediante un sistema robusto, objetivo y alineado con estándares internacionales de sostenibilidad y aseguramiento.

1.7. REVISIONES Y ACTUALIZACIÓN

Se constituye un comité de gobernanza cuya función es la revisión y actualización de indicadores y la metodología su alineamiento con los objetivos del estándar. Formado por expertos y representantes de organizaciones que velan por el cumplimiento de la misión del scoring ecofactores en la gestión sostenible del agua. Se soporta en un grupo técnico que reúne a expertos del ámbito académico y de investigación especializados en depuración y sostenibilidad para mejorar y desarrollar el estándar, aportando rigor científico a las metodologías de medición y verificación.

2. MARCO METODOLÓGICO

En los siguientes epígrafes se detallan los ejes estratégicos e indicadores definidos para cada uno de ellos, así como la metodología de puntuación de los mismos.

2.1. MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

La reducción del impacto sobre el cambio climático es uno de los principales aspectos que una EDAR debe abordar. Constituye hoy un criterio fundamental en la gestión de las EDAR, no solo como un objetivo estratégico, sino como un estándar global de actuación que toda instalación debe cumplir. Dado que el consumo energético y las emisiones directas e indirectas asociadas al proceso de depuración representan las principales fuentes de contribución al cambio climático, resulta imprescindible mejorar su desempeño.

En este contexto, el modelo Ecofactoría supone un avance decisivo al promover una gestión más eficiente y descarbonizada basada en la reducción de consumo energético, la valorización del biogás para cogeneración, la autosuficiencia energética, el uso de energías verdes y la detección y captura de gases con efecto invernadero, contribuyendo de forma significativa a la lucha contra el cambio climático a escala global.

Para llevar a cabo la puntuación de este eje, se tienen en cuenta los indicadores y las respectivas ponderaciones que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Ponderación de los indicadores de mitigación al cambio climático.

Indicador	Ponderación
Consumo. Eficiencia energética	37%
Autoconsumo. Generación de energía verde	36%
Compra de energía verde	12%
Plan de detección de emisiones de metano	15%
Biogás quemado en antorcha	-100%

Obtenida la puntuación individual de cada indicador, es posible calcular la puntuación total del eje con la siguiente expresión matemática:

Mitigación del cambio climático = 37% Consumo. Eficiencia energética + 36% Autoconsumo. Generación de energía verde + 12% Compra de energía verde + 15% Plan de detección de emisiones de metano + (-100%) Biogás quemado en antorcha

A continuación, se define cada uno de los indicadores del eje y se explica el método de puntuación respectivamente.

2.1.1. CONSUMO. EFICIENCIA ENERGÉTICA

La depuración de aguas residuales es la fase del ciclo integral del agua con mayor consumo energético, representando aproximadamente un 2% de la demanda eléctrica total en Europa. La mayor parte de este consumo se concentra en la fase aeróbica del tratamiento, donde los compresores de aire suministran el oxígeno necesario para la degradación biológica de la materia orgánica y los nutrientes.

La inversión en equipos de alta eficiencia y la optimización de procesos y la gestión de la aireación mediante controles avanzados son medidas clave para reducir el consumo eléctrico, disminuir las emisiones asociadas y mitigar el impacto climático de la instalación.

El indicador de eficiencia energética empleado para evaluar la eficiencia lo define la taxonomía como kWh/año/heq y permite valorar en qué medida la planta contribuye a la mitigación del cambio climático. La taxonomía ofrece unos valores de referencia en función de la capacidad de tratamiento de cada instalación, medida en habitantes equivalentes (h-eq).

Tabla 5. Consumos de referencia taxonomía de finanzas EU.

<i>h-eq</i>	<i>Consumo (kWh/heq)</i>
< 10.000	35
10.000 - 100.000	25
> 100.000	20

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

Este indicador evalúa la eficiencia en el consumo tratamiento referido al consumo de referencia establecido por la taxonomía (kWh año/heq). Se considera sólo consumo de tratamiento, excluyendo el consumo de tratamiento de regeneración de agua si lo hubiera y el de los bombeos de elevación, por no considerarse consumos directamente relacionados con el tratamiento agua y su carga contaminante a eliminar, que se establece en función del número de habitantes equivalentes (h-eq) reales tratados por la planta.

El habitante equivalente (h-eq) es una unidad de medida que permite cuantificar la carga contaminante que llega a una EDAR en términos comparables. Se define como la carga orgánica biodegradable con una demanda bioquímica de oxígeno de cinco días (DBO₅) de 60 gramos de oxígeno por día, que es la cantidad media de contaminación que genera una persona al día.

Para plantas de tratamiento, el cálculo del habitante equivalente se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$h-eq = Q (m^3/día) \times DBO_e (mg/L) / 60 (g DBO_5/día)$$

Donde:

- Q : El caudal de aguas residuales que entra en la planta (flujo tratado) (m³/día)
- DBO_e : Demanda Biológica de Oxígeno de entrada a planta (mg/L)
- 60: Gramos de DBO₅ por día que genera un habitante equivalente

Por otro lado, si la planta debe eliminar nitrógeno, tiene un consumo mayor, y como consecuencia, el número de habitantes equivalentes de población se ajustará considerando, además de la DBO de entrada para el cálculo de los heq, el nitrógeno de entrada (Nr) mediante la siguiente fórmula:

$$h-eq = Q (m^3/día) \times [DBO_e (mg/L) + 1,8Nr (mg/L)] / 60 (g DBO_5/día)$$

El factor 1,8 aplicado al nitrógeno se establece con la finalidad de equiparar y homogeneizar el cálculo entre plantas que eliminan nitrógeno y las que no lo hacen, considerando el mayor consumo energético asociado a los procesos de eliminación de nitrógeno. La aplicación de este factor permite una comparación equitativa del rendimiento energético, independientemente de si la instalación cuenta con medio receptor aceptable que permita el vertido sin eliminación de nitrógeno, o si por el contrario debe implementar tratamientos más exigentes. De esta forma, se evita penalizar a aquellas plantas que, por las características de su medio receptor o por requisitos normativos más estrictos, deben realizar una eliminación completa de nutrientes, lo que conlleva un aumento en el consumo energético y los costes operativos asociados.

Debido a la variedad de sistemas de toma de datos en las distintas plantas y para facilitar la homogeneización de la información, para la certificación se solicitará a cada planta los datos de DBO en kg/año. Este valor se calculará multiplicando el caudal tratado por la concentración de DBO en periodos de tiempo determinados, y con los valores resultantes, se procederá a realizar la suma anual. Por lo tanto, el cálculo de habitantes equivalentes quedará simplificado de la siguiente manera:

$$h\text{-eq} = \text{DBOe (kg/año)} / 0,06 \text{ (kg DBO}_5\text{/día)} \times 365 \text{ (día/año)}$$

Dónde:

- DBOe (kg/año): Demanda Biológica de Oxígeno total anual de entrada a la planta, expresada en kilogramos
- 0,06: Equivalente a 60 gramos (0,06 kg) de DBO₅ por día y habitante equivalente

En el caso de instalaciones con eliminación de nitrógeno, el cálculo de h-eq se ajusta incorporando los datos de DBO₅ y nitrógeno expresados en kg/año mediante la siguiente expresión:

$$h\text{-eq} = [\text{DBO (kg/año)} + 1,8 * \text{Nr (kg/año)}] / 0,06 \text{ (kg DBO}_5\text{/día)} \times 365 \text{ (día/año)}$$

El consumo en tratamiento (kWh/heq) se considera solo el consumo eléctrico de el tratamiento desde el pozo de gruesos hasta el punto de entrega de agua depurada, esto implica no considerar consumos de bombeos de entrada a planta ni de la estación de regeneración si la hubiera, dividido entre el número de habitantes equivalentes (h-eq), siguiendo la fórmula:

$$\text{Consumo en tratamiento (kWh/heq)} : \text{Consumo en tratamiento EDAR (kWh/año)} / h\text{-eq}$$

La taxonomía ha establecido consumos medios en función de la capacidad de tratamiento de cada instalación. Esto responde a una realidad operativa, las plantas de menor tamaño presentan consumos energéticos específicos (kWh/h-eq) más elevados que las instalaciones de mayor capacidad.

En las instalaciones pequeñas, existe una serie de consumos que son necesarios independientemente del volumen de agua tratada. Estos consumos fijos, al distribuirse entre un menor volumen de tratamiento, resultan en un consumo más elevado. Por el contrario, las instalaciones de gran capacidad pueden diluir estos consumos entre un mayor volumen de agua tratada. Adicionalmente, estas plantas suelen incorporar tecnologías más avanzadas y eficientes, y tienen mayor capacidad para implementar medidas de mejora energética como la digestión anaerobia con aprovechamiento de biogás, sistemas de cogeneración, o procesos de recuperación de calor.

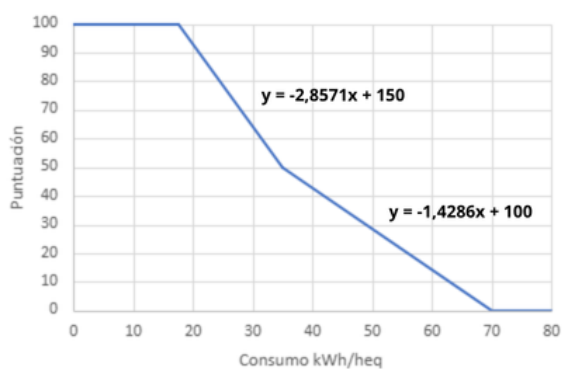
Reconociendo estas diferencias, los tres rangos establecidos por la taxonomía con sus correspondientes consumos de referencia, ajustados a la realidad operativa de cada tipología de instalación, se detallan en la **Tabla 5**.

El sistema de puntuación se estructura mediante funciones lineales que establecen una relación inversamente proporcional entre el consumo energético y la puntuación obtenida. De este modo, las instalaciones que consumen la mitad del valor de referencia establecido por la taxonomía obtienen la máxima puntuación (100 puntos), mientras que aquellas que duplican dicho valor de referencia obtienen una puntuación nula (0 puntos).

Las representaciones gráficas de la **Figura 4** ilustran la evolución de la puntuación en función del consumo específico para cada uno de los tres rangos de capacidad establecidos. Cada gráfica presenta dos tramos lineales diferenciados con pendientes distintas:

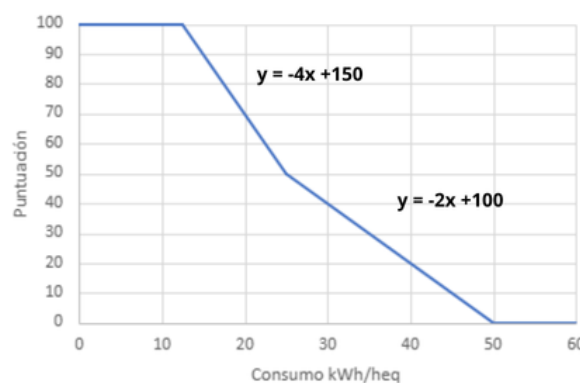
- **Primer tramo (pendiente más pronunciada):** Corresponde a consumos comprendidos entre la mitad del valor de referencia y el valor de referencia completo establecido por la taxonomía. En este tramo, las instalaciones que presentan consumos iguales o inferiores a la mitad del valor de referencia alcanzan la puntuación máxima de 100 puntos. A medida que el consumo se incrementa hasta alcanzar el valor de referencia, la puntuación desciende linealmente hasta los 50 puntos.
- **Segundo tramo (pendiente más suave):** Corresponde a consumos superiores al valor de referencia de la taxonomía. En este tramo, la puntuación continúa descendiendo de forma lineal desde los 50 puntos hasta alcanzar 0 puntos cuando el consumo duplica el valor de referencia establecido. Este tramo presenta una pendiente menos pronunciada, lo que implica una penalización más gradual para consumos superiores al valor de referencia.

h-eq < 10.000



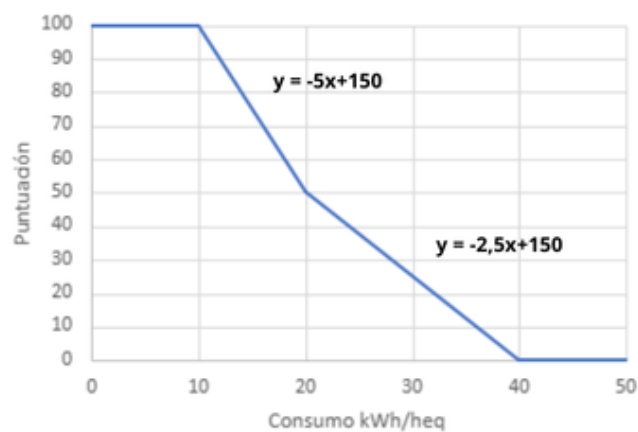
a)

10.000 < h-eq < 100.000



b)

h-eq > 100.000



c)

Figura 4. Evolución de la puntuación en función del consumo para distintos rangos de H-eq:

a) <10.000 , b) $10.000\text{--}100.000$ y c) >100.000 .

Las ecuaciones que definen cada uno de los tramos lineales mostrados en las gráficas anteriores se recogen en la **Tabla 6**.

Tabla 6. Ecuaciones lineales correspondientes al consumo de referencia de la taxonomía

Consumo de referencia Taxonomía (kWh/heq)	Consumo en tratamiento (kWh/heq)	Puntuación indicador (y)
35	≤ 17.5	$y = 100$
	< 35	$y = 150 - 2.8571x$
	≥ 35	$y = 100 - 1.4286x$
	> 70	$y = 0$
25	≤ 12.5	$y = 100$
	< 25	$y = 150 - 4x$
	≥ 25	$y = 100 - 2x$
	> 50	$y = 0$
20	≤ 10	$y = 100$
	< 20	$y = 150 - 5x$
	≥ 20	$y = 100 - 2.5x$
	> 40	0

Para ilustrar el funcionamiento del sistema de puntuación, consideremos tres instalaciones con diferentes capacidades y consumos energéticos:

a) EDAR con 8.000 h-eq (< 10.000 h-eq) y un consumo total del tratamiento de 140.000 kWh:

→ En este caso, con el número de h-eq de la planta y atendiendo a la taxonomía establecida, el consumo de referencia asociado es de 35 kWh/h-eq

→ El consumo específico, calculado como 140.000 kWh / 8.000 h-eq, es de 17,5 kWh/h-eq y representa exactamente la mitad del valor de referencia por lo que siguiendo el método de cálculo, la puntuación que le al indicador en esta instalación sería de 100 puntos (máxima puntuación por consumir la mitad del valor de referencia)

b) EDAR con 50.000 h-eq (10.000 - 100.000 h-eq) y un consumo total del tratamiento de 1.750.000 kWh:

→ Atendiendo al número de h-eq de la planta y a la taxonomía establecida, el consumo de referencia asociado es de 25 kWh/h-eq.

→ El consumo específico, calculado como $1.750.000 \text{ kWh} / 50.000 \text{ h-eq}$, es de 35 kWh/h-eq y supera el valor de referencia de 25 kWh/h-eq, situándose en el segundo tramo de la gráfica. Por lo que aplicando la ecuación: $y = -2x + 100$, la puntuación del indicador obtenida sería de 30 puntos.

c) EDAR con 150.000 h-eq (> 100.000 h-eq) y un consumo total del tratamiento de 2.400.000 kWh:

→ Atendiendo al número de h-eq de la planta y a la taxonomía establecida, el consumo de referencia asociado es de 20 kWh/h-eq.

→ El consumo específico, calculado como $2.400.000 \text{ kWh} / 150.000 \text{ h-eq}$ es de 16 kWh/h-eq, este valor se encuentra entre la mitad del valor de referencia (10 kWh/h-eq) y el valor de referencia completo (20 kWh/h-eq), situándose en el primer tramo. Por lo que, aplicando la ecuación que corresponde $y = -5x + 150$, la puntuación del indicador obtenida sería de 70 puntos.

Estos ejemplos demuestran cómo el sistema premia significativamente la eficiencia energética, otorgando puntuaciones elevadas a las instalaciones que mantienen consumos por debajo de los valores de referencia establecidos por la taxonomía europea, mientras que penaliza progresivamente aquellas que superan dichos umbrales.

2.1.2. AUTOCONSUMO. GENERACIÓN DE ENERGÍA VERDE

Las plantas de tratamiento disponen de grandes oportunidades para generar energía renovable, ya sea mediante el aprovechamiento del biogás producido o la incorporación de energías renovables tradicionales como la solar o la hidráulica.

Uno de los principales objetivos de las ecofactorías es alcanzar la autosuficiencia energética o incluso superar el consumo propio, reduciendo así la dependencia de la energía importada. Esto permite disminuir costos, aumentar la resiliencia frente a crisis energéticas (apagones, volatilidad de precios) y reducir la huella de carbono, dado que gran parte de la energía adquirida en el mercado proviene de fuentes fósiles.

El indicador mide la capacidad de la planta para auto sustentar energéticamente los procesos del tratamiento de aguas (sin incluir tratamiento terciario).

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

La puntuación de este indicador se calcula con la generación de electricidad de la planta (con biogás y con otros recursos renovables) y el consumo eléctrico de los procesos (ni terciario, ni bombeo) de esta. Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Puntuación Indicador} = \frac{\text{Electricidad generada (kWh/año)}}{\text{Electricidad consumida (kWh/año)}} \times 100$$

2.1.3. COMPRA DE ENERGÍA VERDE

La huella de carbono de una instalación depende en gran medida del origen de la electricidad consumida. Mientras que la energía generada a partir de combustibles fósiles, como el carbón o gas natural tiene un alto impacto ambiental, las fuentes renovables (solar, eólica, hidráulica) contribuyen a la descarbonización.

Para garantizar la trazabilidad y evitar prácticas de greenwashing, la electricidad adquirida externamente debe contar con un certificado de origen renovable. Este indicador evalúa el grado de compromiso de la instalación con la transición energética, asegurando que el consumo eléctrico proceda de fuentes limpias y verificadas.

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

Se da la puntuación total a este indicador sólo si la energía importada cuenta con un **certificado de energía renovable**. En caso contrario la puntuación es nula.

2.1.4. PLAN DE DETECCIÓN DE EMISIONES DE METANO

El metano es un gas de efecto invernadero con un potencial de calentamiento global unas 27 veces superior al del CO₂, además de ser altamente inflamable. La ausencia de medidas de control en una planta puede traducirse en un aumento injustificado de emisiones y en riesgos graves de accidentes por explosiones o incendios. Por ello, disponer de un plan de detección, medición y gestión de fugas de metano es esencial tanto para la sostenibilidad ambiental como para la seguridad laboral.

Este indicador valora no solo la identificación y cuantificación de las emisiones, sino también la existencia de un plan de acción estructurado que demuestre el compromiso de la depuradora con la mejora continua. Se espera que las instalaciones desarrollen estrategias de mitigación, exploren soluciones técnicas viables, elaboren presupuestos orientados a la reducción de emisiones y establezcan una hoja de ruta con objetivos claros. Lo fundamental es evidenciar una intención real de cambio, con acciones planificadas y progresivas, que

reflejen la voluntad de modificar la situación actual de manera responsable y sostenible, sin necesidad de implementación inmediata pero con un horizonte definido de actuación.

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

Se da la puntuación total a este indicador sólo si hay un *plan de detección y cuantificación de planes*, en caso contrario la puntuación es nula.

2.1.5. BIOGÁS QUEMADO EN ANTORCHA

Los fangos generados durante el tratamiento de aguas residuales poseen un alto potencial energético, al poder transformarse en biogás mediante digestión anaerobia. Las ecofactorías se distinguen por optimizar tanto la generación como el aprovechamiento del biogás

Es importante destacar que el indicador "*Biogás quemado en antorcha*" tiene una ponderación negativa del -100%, lo que significa que actúa como un factor penalizador crítico. La quema de biogás en antorcha sin aprovechamiento energético representa el desperdicio de un recurso valioso y una emisión directa de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Por ello, cualquier porcentaje de biogás quemado en antorcha respecto al total de biogás producido reduce proporcionalmente la puntuación total del eje, pudiendo incluso anular completamente los avances conseguidos en los demás indicadores si esta práctica es significativa. Esta penalización refuerza el compromiso del modelo Ecofactoría con la valorización energética del biogás y la eliminación de prácticas ineficientes.

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

Para obtener la puntuación total del eje es necesario tener en cuenta el porcentaje de este indicador, el cual mide el biogás quemado en antorcha, respecto al total generado.

$$\text{Puntuación Indicador} = (\text{Biogás a antorcha} / \text{Biogás total}) \times 100$$

Como se ha mencionado anteriormente, a diferencia de los demás indicadores del eje que contribuyen positivamente a la puntuación final, el indicador de biogás quemado en antorcha supone un factor de penalización. Esta característica singular responde a la necesidad de reflejar el impacto negativo que supone el desaprovechamiento del biogás.

El mecanismo de penalización opera de la siguiente manera:

- Si una instalación no quema biogás en antorcha (0%), este indicador no afecta a la puntuación global del eje, permitiendo que los demás indicadores aporten su contribución completa.
- Si una instalación quema el 10% del biogás en antorcha, se resta directamente - 10 puntos (10% x -100%) de la puntuación total del eje de mitigación del cambio climático.

- En el caso extremo de que una instalación queme el 100% del biogás en antorcha, la penalización sería del 100%, anulando por completo la puntuación del eje de mitigación del cambio climático, independientemente del desempeño en los demás indicadores.

2.2. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

La sobreexplotación y contaminación de masas de agua representa una amenaza creciente que debe abordarse a través de una planificación adecuada de la gestión de los recursos hídricos. La regeneración del agua para usos agrícolas, urbanos y medioambientales tiene un impacto positivo reduciendo el estrés hídrico en zonas de riesgo.

Una Ecofactoría protege los recursos hídricos mediante la reutilización del agua y la garantía de su calidad y seguridad, fomentando prácticas sostenibles en el manejo del agua.

La calidad del agua depurada es sometida a periódicos análisis para asegurar el cumplimiento de los estándares establecidos por la normativa vigente, garantizando su seguridad para el medio ambiente y la salud pública.

Tabla 7. Ponderación de los indicadores de adaptación al cambio climático.

<i>Indicador</i>	<i>Ponderación</i>
Agua regenerada	48,77%
Protección de masas de agua	51,23%

Una vez obtenida la puntuación individual de cada indicador, es posible calcular la puntuación total del eje con la siguiente expresión matemática

$$\text{Adaptación al cambio climático} = 48,77\% \text{ Agua Regenerada} + 51,23\% \text{ Protección de masas de agua}$$

2.2.1. AGUA REGENERADA

El agua regenerada es aquella que, tras el proceso de depuración, recibe un tratamiento adicional que le confiere la calidad necesaria para su reutilización en distintos usos. El uso de agua regenerada constituye una herramienta clave para garantizar la sostenibilidad hídrica, especialmente en contextos de escasez, presión climática y creciente demanda de recursos.

La regeneración y reutilización del agua tratada permite reducir la extracción de fuentes naturales, mejorar la resiliencia de los territorios, y avanzar hacia un modelo de economía circular en la gestión del ciclo integral del agua. Su destino depende de la demanda local, pudiendo emplearse en riego agrícola, usos urbanos o en la recarga de acuíferos costeros para prevenir la intrusión salina.

Este enfoque permite reducir la presión sobre los recursos hídricos en zonas vulnerables, sustituyendo parte del consumo de agua convencional por agua regenerada. En este contexto, resulta necesario medir y poner en valor los esfuerzos realizados por las estaciones depuradoras en la generación y aprovechamiento de agua regenerada. Con ese objetivo se propone el Índice de Valorización de Aguas Regeneradas (IVAR).

Índice de Valorización de Aguas Regeneradas (IVAR)

El **IVAR** es un índice diseñado para cuantificar y poner en valor el esfuerzo realizado por una estación depuradora de aguas residuales (EDAR) en materia de **reutilización y regeneración de aguas tratadas**, de acuerdo con los criterios de calidad establecidos en el **Real Decreto 1085/2024**. Este índice viene determinado por la siguiente expresión matemática:

$$IVAR = \left(\sum (Q_{i \text{ destino externo}} + Q_{i \text{ uso interno}}) \times P_i \right)$$

donde,

- $Q_{i \text{ destino externo}}$: caudal de agua reutilizada de calidad i (en m^3) destinada a usos externos a la EDAR
- $Q_{i \text{ uso interno}}$: caudal de agua reutilizada de calidad i (en m^3) destinada a uso interno de la EDAR
- P_i : ponderación asignada para una categoría de calidad i

Las categorías de calidad consideradas son las siguientes, agrupadas conforme al RD 1085/2024:

Tabla 8. Categorías de calidad y ponderaciones.

Categoría de calidad	Ponderación
A+	1,6
A	1,3
B	1,1
C - D	1

Se ha optado por estas ponderaciones para equilibrar la importancia del caudal regenerado frente a la calidad, evitando la distorsión que generarían escalas más agresivas en el indicador global. La progresión no lineal de los valores refleja que el esfuerzo técnico y energético crece exponencialmente para alcanzar la excelencia (A+), premiando la inversión en tecnologías avanzadas sin restar valor a la reutilización básica. De esta forma se reconoce el mayor esfuerzo técnico, energético y operativo requerido para alcanzar calidades superiores, incentivando así su producción y uso.

Dado que el valor absoluto del IVAR depende del volumen tratado, se propone una **versión normalizada del índice**, que permite comparar el rendimiento entre distintas EDARs de manera objetiva e independiente de su tamaño:

$$IVAR_N = \frac{IVAR}{P_{max} \times (Q_{Tratado\ EDAR} - Q_{Uso\ interno})}$$

donde,

- P_{max} : ponderación de calidad máxima posible
- $Q_{Tratado\ EDAR}$: caudal total tratado por la EDAR(m3/año)

Este índice **normalizado** tiene un valor comprendido entre 0 y 1, siendo:

0 → ninguna reutilización

1 → reutilización del 100% del caudal tratado en calidad máxima (A+)

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

La puntuación del indicador se obtiene directamente del Índice de Valorización de Aguas Regeneradas Normalizado (**IVAR_N**), y se expresa sobre una base de 100 puntos.

2.2.2. PROTECCIÓN DE MASAS DE AGUA

El objetivo principal del tratamiento de aguas residuales es garantizar que el agua vertida al medio receptor esté libre de contaminantes en niveles que puedan afectar a los ecosistemas o a la salud humana. Para ello, se realizan de manera sistemática análisis de calidad que verifican el cumplimiento de la normativa y los estándares que la autoridad competente ha establecido para esa depuradora.

El indicador de calidad del vertido evalúa si el tratamiento aplicado asegura, de forma consistente, que las descargas se mantienen dentro de los límites establecidos, contribuyendo así a la protección de masas de agua y a la preservación del equilibrio

ecológico. Se considera la totalidad de los análisis realizados, reconociendo así que todos los parámetros establecidos en la autorización de vertidos tienen el mismo nivel de relevancia para la protección del medio receptor.

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

Este indicador depende del porcentaje de análisis incumplidos durante el año y considera todos los parámetros establecidos en la autorización de vertidos, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Análisis incumplidos (\%)} = (\text{N.º total de análisis por encima de los límites legales} / \text{N.º total de análisis realizados}) \times 100$$

Para conseguir la puntuación del indicador, es necesario tener en cuenta su evolución con respecto al porcentaje de análisis incumplidos.

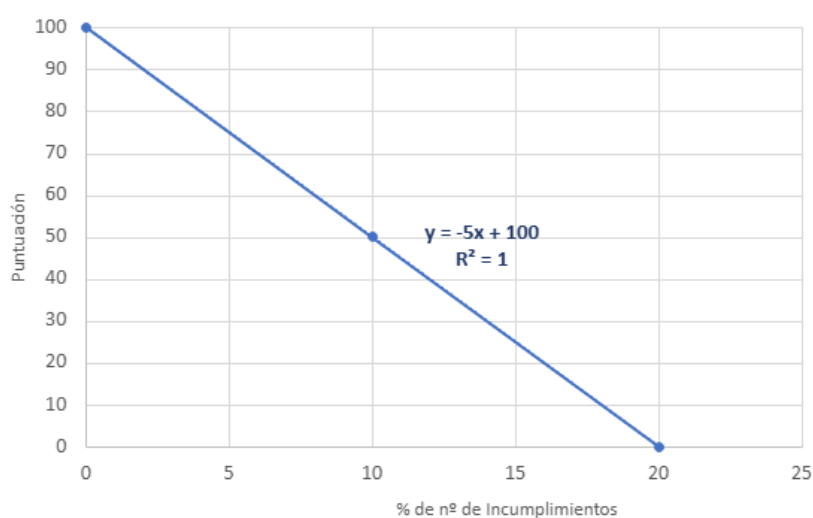


Figura 5. Evolución de la puntuación en función de nº de incumplimientos

Observando la **Figura 5**, se obtiene lo siguiente:

- Si Análisis Incumplidos (%) > 20%:

$$\text{Puntuación Indicador (y)} = 0$$

- Si Análisis Incumplidos (%) < 20%:

$$\text{Puntuación Indicador (y)} = 100 - 5 \times \text{Análisis incumplidos (\%)} (x)$$

2.3. TRANSICIÓN A LA ECONOMÍA CIRCULAR

La valorización de residuos en el tratamiento de aguas residuales y la reducción de la dependencia de materias primas, constituye un elemento fundamental para la transición hacia una economía circular.

Una Ecofactoría contribuye a una economía circular mediante la recuperación de nutrientes para su reúso como fertilizantes, la producción de biocombustibles a partir de los lodos generados y residuos orgánicos importados (cogestión), y la reintroducción de materiales separados de las aguas residuales de vuelta a la economía.

Tabla 9. Ponderación de los indicadores de transición a la economía circular.

Indicador	Ponderación
Generación de productos de alto valor añadido	18%
Valorización de residuos	36%
Sequedad del fango	31%
Consumo de polielectrolito en deshidratación	15%

Una vez obtenida la puntuación individual de cada indicador, es posible calcular la puntuación total del eje con la siguiente expresión matemática:

Transición a la economía circular = 18% Generación de productos de alto valor añadido + 36% Valorización de residuos + 31% Sequedad del fango + 15% Consumo de polielectrolito en deshidratación

2.3.1. GENERACIÓN DE PRODUCTOS DE ALTO VALOR AÑADIDO

Más allá de la regeneración de agua y la producción de energía renovable a partir de fangos, las ecofactorías exploran nuevas oportunidades de economía circular para extraer productos de alto valor añadido presentes en las aguas residuales.

Estos productos, que requieren procesos más complejos, aún no están ampliamente implantados, pero representan un campo de innovación creciente. Entre ellos destacan la estruvita, la celulosa o los ácidos grasos volátiles, así como la producción in situ de reactivos

químicos como el hipoclorito, reduciendo riesgos asociados al transporte y garantizando un suministro seguro.

Este indicador mide el grado de implantación de tecnologías para la recuperación y comercialización de dichos productos, valorando tanto el beneficio ambiental como el económico.

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

Se da la puntuación total en caso de producirse en la instalación **productos de alto valor añadido** como estruvita, celulosa, fertilizantes, CO₂ e hipoclorito. En caso contrario la puntuación es nula.

2.3.2. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS

Las depuradoras generan grandes cantidades de residuos derivados de los procesos de tratamiento, principalmente fangos, pero también arenas, desbastes y grasas. Las ecofactorías aplican los principios de la economía circular para minimizar su generación, con el objetivo final de valorizarse al 100% y reincorporarse a la economía como materias primas.

Con este indicador se evalúa el grado de valorización de los residuos generados, y representa una de las medidas con mayor impacto en una Ecofactoría. La valorización de residuos del pretratamiento, está menos extendida y se considera más innovadora. Es por ello que en este indicador se considera un peso mayor para este tipo de residuos, del que corresponde al volumen generado.

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

En este indicador se tiene en cuenta el **porcentaje de valorización del fango, el porcentaje de valorización de arenas** si la instalación lleva a cabo la **valorización de desbastes y materiales flotantes**. La puntuación total del indicador se calcula según los siguientes pesos:

$$\text{Puntuación indicador} = 40\% \text{ Porcentaje de lodo valorizado} + 20\% \text{ Porcentaje de arenas valorizadas} + 20\% \text{ Valorización de desbastes} + 20\% \text{ Valorización de materiales flotantes o tratamiento in situ}$$

2.3.3. SEQUEDAD DEL FANGO

Una de las estrategias más efectivas para reducir la generación de residuos es la deshidratación de los fangos, que están compuestos mayoritariamente por agua.

Un mayor grado de sequedad implica menores volúmenes a transportar, lo que reduce costes logísticos y emisiones de gases de efecto invernadero. Cada planta debe seleccionar la tecnología más adecuada para sus condiciones operativas.

Este indicador valora el porcentaje de materia seca en los fangos a la salida de la instalación, reflejando el compromiso con la eficiencia y la sostenibilidad.

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

Este indicador se calcula a partir de la sequedad del fango (% de Materia Sólida). En la **Figura 6** se representa gráficamente la puntuación del indicador respecto al porcentaje de materia sólida.

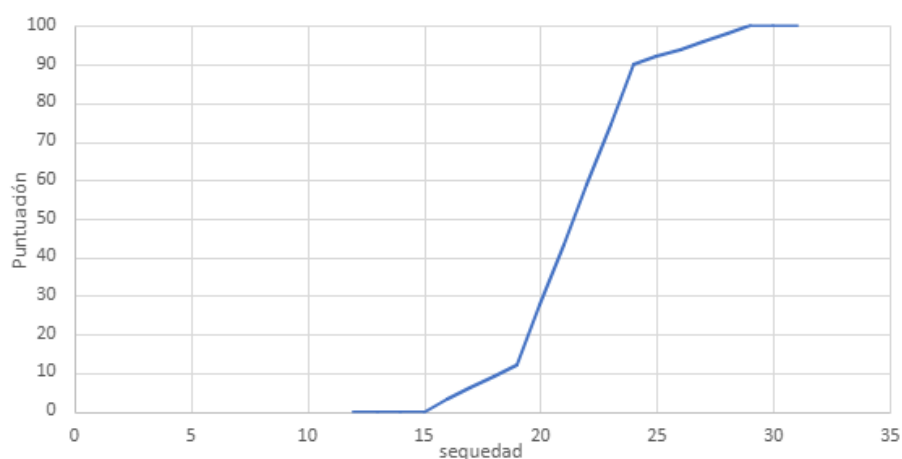


Figura 6. Evolución de la puntuación según el porcentaje de sequedad del fango

Las puntuaciones del indicador se definen mediante las pendientes mostradas en la **Figura 6**. Estas pendientes se han determinado basándose en la realidad operativa de las instalaciones y las tecnologías disponibles, permitiendo así establecer la facilidad o dificultad de lograr diferentes grados de sequedad. La forma de la curva refleja que para sequedades inferiores al 19% la puntuación es baja, indicando una infrautilización de los equipos de deshidratación y un aprovechamiento insuficiente de los recursos disponibles. A medida que el porcentaje aumenta, entre el 20% y el 25% aproximadamente, la curva presenta su mayor pendiente y la puntuación crece de forma significativa. Este rango representa el equilibrio ideal entre eficiencia operativa, consumo de recursos y beneficios ambientales. Por encima del 25%, aunque la puntuación se estabiliza cerca del máximo, sequedades superiores no suelen estar justificadas desde el punto de vista ambiental ni económico, ya que el consumo energético

adicional y el incremento en el uso de reactivos (como polímeros) no compensan la reducción de toneladas ni el impacto asociado al retorno de los centrados al proceso de tratamiento, por este motivo la puntuación se ve afectada en una pendiente más baja.

Posteriormente, en la **Tabla 10** se sintetizan los rangos de sequedad del fango y la puntuación asignada a cada uno de ellos, de acuerdo con la escala establecida para este indicador.

Tabla 10. Puntuación del indicador en función del porcentaje de materia seca.

Materia seca (%)	Puntuación indicador
< 15	0
16 - 19	3 - 12
20 - 24	27,6 - 90
25 - 28	92 -98
> 29	100

2.3.4. CONSUMO DE POLIELECTROLITO EN DESHIDRATACIÓN

Uno de los métodos más extendidos para la reducción de residuos es la deshidratación de lodos mediante el uso de floculantes y separación mecánica. La utilización de estos productos, habitualmente derivados de productos refinados del petróleo, implica la necesidad de importar grandes volúmenes para alcanzar porcentajes de sequedad del fango aceptables, resaltando la importancia de implementar estrategias para reducir su consumo, con el fin de incrementar la sostenibilidad ambiental y operativa del proceso. Este indicador representa la reducción de la dependencia de las materias primas a través del consumo de polielectrolitos en la deshidratación.

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

Para calcular el indicador de consumo de polielectrolito en deshidratación, se ha normalizado el consumo de polielectrolito por tonelada de masa seca (MS) del lodo, diferenciando el consumo según el tipo de lodo. Los valores utilizados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11. Puntuación del indicador en función del tipo de polielectrolito.

Tipología del lodo	Consumo de polielectrolito (kg poli/ton MS)
Lodo digerido + polvo	9
Lodo NO digerido + polvo	11
Lodo digerido + líquido	18
Lodo NO digerido + líquido	22

Posteriormente, se calcula la puntuación utilizando el ratio entre los kilogramos de polielectrolitos consumidos en deshidratación y las toneladas de materia seca.

$$\text{Consumo de polielectrolito en deshidratación (kg/año)} = \text{Consumo polielectrolito total (kg/año)} - \text{Consumo de polielectrolito en espesamiento (kg/año)}$$

$$\text{Ratio (R)} = \text{Consumo de polielectrolito en deshidratación (kg/año)} / \text{MS (t)}$$

Con este resultado, se realiza el siguiente cálculo para cada caso:

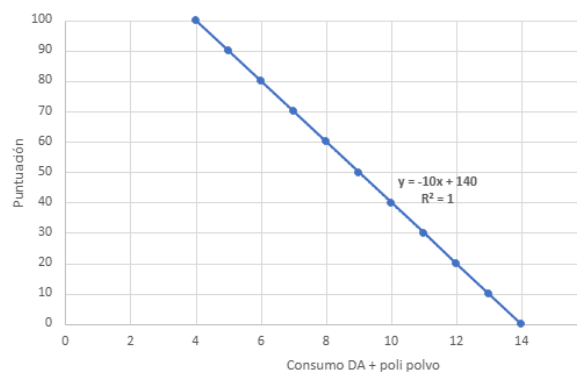
Tabla 12. Puntuación del indicador en función del tipo de polielectrolito.

Tipología del lodo	Puntuación indicador (y)
Lodo digerido + polvo	$y = 140 - 10x$
Lodo NO digerido + polvo	$y = 160 - 10x$
Lodo digerido + líquido	$y = 140 - 5x$
Lodo NO digerido + líquido	$y = 160 - 5x$

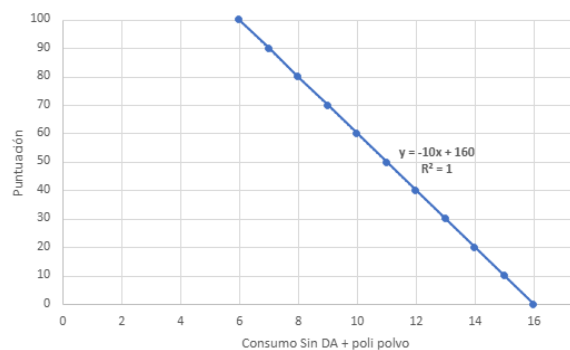
****** La puntuación del indicador deberá estar expresada sobre una base de 100 puntos.

Las ecuaciones de la **Tabla 12** se obtienen a partir de los gráficos de la **Figura 7**.

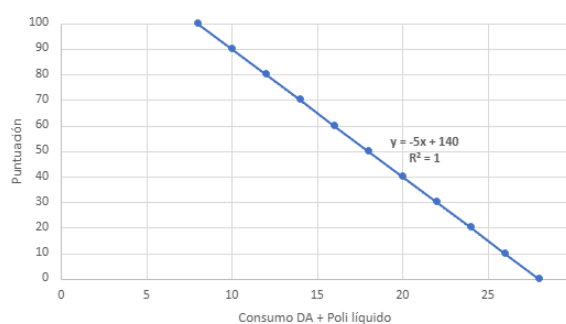
Puntuación de consumo de polielectrolito en polvo con DA



Puntuación de consumo de polielectrolito en polvo sin DA



Puntuación de consumo de polielectrolito en líquido con DA



Puntuación de consumo de polielectrolito en líquido sin DA

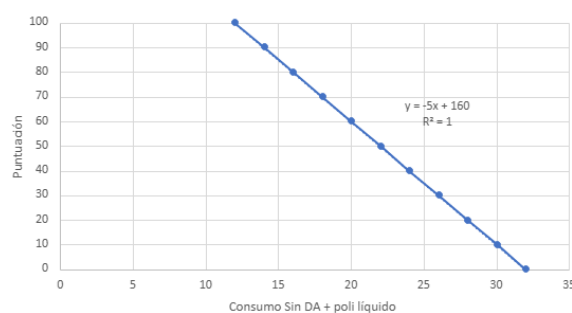


Figura 7. Puntuación de consumo de polielectrolito para las distintas combinaciones de producto (polvo o líquido) y uso de DA (con o sin DA).

2.4. IMPACTO SOCIAL Y GRUPOS DE INTERÉS

El impacto social constituye un pilar fundamental en la transformación de una EDAR hacia el modelo de Ecofactoría, ya que una instalación verdaderamente sostenible no solo debe ser eficiente en lo ambiental y lo económico, sino también justa, inclusiva y comprometida con su entorno humano y social.

Este eje busca garantizar la seguridad, la salud y el bienestar de las personas trabajadoras, mediante la implantación de protocolos adecuados, formación continua y una cultura preventiva sólida. Del mismo modo, promueve la equidad y la igualdad de oportunidades, fomentando la participación de mujeres en todos los niveles de la organización y la inclusión de personas con discapacidad, reflejando un compromiso real con la diversidad.

Además, una Ecofactoría debe ser un agente activo en su comunidad, generando concienciación social y ambiental, estableciendo canales de diálogo y cooperación con su entorno y actuando como referente en sostenibilidad. Este eje también impulsa la compra verde y responsable, priorizando proveedores, contratistas y socios que compartan los valores de sostenibilidad, ética y respeto social.

En conjunto, este eje pretende integrar la dimensión social en la gestión del agua, asegurando que la transición hacia las ecofactorías contribuya no solo a la descarbonización y la eficiencia, sino también al progreso y bienestar de las personas y las comunidades vinculadas al ciclo del agua.

Tabla 12. Ponderación de los indicadores de impacto social y grupos de interés.

Indicador	Ponderación
Equidad	13%
Social	19%
Compra verde	18%
Seguridad y salud	50%

Una vez obtenida la puntuación individual de cada indicador, es posible calcular la puntuación total del eje con la siguiente expresión matemática

$$\text{Impacto social. Grupos de interés} = 13\% \text{ Equidad} + 19\% \text{ Social} + 18\% \text{ Compra verde} + 50\% \text{ Seguridad y salud}$$

2.4.1. EQUIDAD

La equidad en el ámbito laboral se define como el reconocimiento del valor de las personas por encima de los prejuicios, asegurando que cada trabajador disponga de las herramientas necesarias para alcanzar su máximo potencial.

El fomento de la equidad es esencial en la transformación hacia el modelo de Ecofactoría, ya que una instalación verdaderamente sostenible debe ser justa e inclusiva, además de eficiente en lo ambiental y económico. La promoción de la equidad contribuye directamente al bienestar, la integración y a un clima laboral positivo, lo que se traduce en una mayor motivación y productividad.

A pesar de los avances logrados gracias a la educación y a los marcos legales que protegen a los colectivos vulnerables, es fundamental fortalecer el compromiso con políticas y acciones concretas que garanticen oportunidades reales y sin distinción. El objetivo de este indicador es evidenciar que la instalación promueve una cultura inclusiva a todos los niveles, evitando que estas iniciativas se limiten a declaraciones simbólicas sin un compromiso real.

Para asegurar este compromiso, la equidad se evalúa a través de dos aspectos claves que promueven la diversidad:

❖ Igualdad de género

Este indicador promueve la equidad y la igualdad de oportunidades fomentando la participación de mujeres en todos los niveles de la organización.

La puntuación completa de este indicador se otorga si la instalación dispone del **Distintivo de Igualdad en la Empresa (DIE)**. Si se aporta el certificado correspondiente al año de la certificación, la puntuación es total; en caso contrario, la puntuación es nula

❖ Discapacidad

La evaluación de este ámbito busca la inclusión de personas con discapacidad, reflejando un compromiso real con la diversidad e integración de los trabajadores.

La puntuación de este indicador se determina en función de la posesión del **sello Bequal o equivalente en materia de discapacidad**. Si se dispone de este certificado para el año de la certificación, se otorga la puntuación completa; en caso contrario, la puntuación es nula.

Se considera un sello equivalente al Bequal, a aquel que:

- Asegure el cumplimiento de la normativa vigente en materia de inclusión laboral de personas con discapacidad, incluyendo la acreditación del cumplimiento de la cuota de reserva legal o la aplicación de medidas alternativas reconocidas legalmente.

- Existencia de una política formal de inclusión y no discriminación de personas con discapacidad, integrada en la gestión de recursos humanos.
- Implementación de medidas activas de inclusión, tales como programas de formación y sensibilización de la plantilla, adaptación de puestos de trabajo y procesos de selección inclusivos.
- Evaluación de la accesibilidad de instalaciones, productos o servicios, junto con planes de mejora cuando proceda.
- Sistema de seguimiento y mejora continua, con indicadores verificables y auditoría periódica por una entidad independiente.

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

Si se cumple la condición de cada uno de los aspectos mencionados anteriormente, se suma la mitad de la ponderación total del indicador

2.4.2. SOCIAL

Este indicador valora la capacidad de una instalación para integrarse en su entorno como un agente de cambio positivo, fomentando la transparencia y la educación ambiental más allá de la operativa técnica. Para asegurar este compromiso, se evalúan dos aspectos claves: la concienciación y el diálogo.

❖ Concienciación

Las ecofactorías pueden desempeñar un papel clave como espacios de encuentro, formación y concienciación para la ciudadanía y las instituciones locales. La organización de visitas, campañas educativas y colaboraciones con entidades favorece la integración de la planta en la comunidad y educan a la población sobre la importancia de proteger el medio ambiente y los recursos hídricos.

Se otorga la puntuación total si la planta puede demostrar que dispone de **visitas a escolares, universidades y otras entidades o sociedad civil**. Estas deben concienciar sobre aspectos de la sostenibilidad vinculados al agua, como la mitigación y adaptación al cambio climático, la protección de los recursos hídricos, la economía circular o la protección de la biodiversidad. En caso contrario la puntuación es nula.

❖ Diálogo

Como centros de regeneración de recursos, las ecofactorías pueden generar impactos percibidos por la población, como ruidos, olores o alteraciones paisajísticas. Disponer de canales accesibles para recibir y gestionar quejas, junto con un plan de diálogo estructurado con los grupos de interés, constituye una buena práctica que refuerza la transparencia, la confianza y la convivencia con el entorno.

Se otorga la puntuación total si se demuestra que la planta tiene **canal de recepción y gestión de quejas**, así como una identificación de los grupos de interés más importantes y un plan de diálogo estructurado. En caso contrario la puntuación es nula.

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

Cada uno de los aspectos mencionados anteriormente suma la mitad de la ponderación total del indicador.

2.4.3. COMPRA VERDE

El funcionamiento de una Ecofactoría requiere el consumo de recursos y la contratación de servicios externos, siendo la energía, los productos químicos y la gestión de residuos, especialmente los fangos, los de mayor impacto económico y ambiental.

La responsabilidad de una Ecofactoría se refleja en la aplicación de criterios de sostenibilidad a la hora de seleccionar proveedores. Una herramienta eficaz para ello es la inclusión de requisitos ambientales en los pliegos de compra y contratación, contribuyendo a reducir la huella ecológica de la operación y a promover la economía circular en la cadena de valor.

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

El indicador califica la consideración de criterios ambientales en la instalación como la **gestión de fangos, gestión de residuos y compra de reactivos**. Si se cumplen, cada uno suma un tercio de la ponderación total del indicador.

2.4.4. SEGURIDAD Y SALUD

La seguridad y salud de los trabajadores es un pilar esencial en cualquier actividad empresarial, y las ecofactorías destacan por su objetivo de “cero accidentes” y por la gestión excelente en este ámbito.

Para ello, es necesario:

- Identificar riesgos mediante análisis preventivos y visitas de seguridad.
- Prevenir accidentes a través del mantenimiento de equipos y el estricto cumplimiento de protocolos.
- Preparar la respuesta con simulacros y formación continua del personal.

El indicador de seguridad y salud mide el grado de cumplimiento de estos criterios y permite evaluar la eficacia de la gestión preventiva, asegurando la protección de los trabajadores y el funcionamiento responsable de la instalación.

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

Se ponderan los siguientes aspectos relacionados con la seguridad de la planta, puntuando positivamente en caso de que sean afirmativos.

- No ha habido ningún accidente en el último año que conlleve baja laboral.
- La planta está incluida en el alcance del certificado ISO 45001.
- Todos los trabajadores participan en algún simulacro de emergencia todos los años.
- Todos los trabajadores han participado en al menos 10 charlas de bienestar y salud.
- Todos los gerentes participan en al menos 4 visitas de seguridad al año.

Cada uno suma un quinto de la ponderación total del indicador.

2.5. BIODIVERSIDAD

El vínculo entre las ecofactorías y la biodiversidad va más allá de garantizar la calidad de las aguas vertidas para mantener un buen estado ecológico del medio acuático. Las ecofactorías se diseñan y gestionan de manera que eliminen cualquier impacto negativo sobre la biodiversidad. Para ello, es necesario generar servicios ecosistémicos dentro y fuera del perímetro de la instalación como la creación de zonas verdes y la puesta en marcha de planes de gestión medioambiental.

Tabla 14. Ponderación de los indicadores de biodiversidad.

<i>Indicador</i>	<i>Ponderación</i>
Gestión ecológica de zonas verdes	20%
Uso de fitosanitarios	30%
Control de especies exóticas invasoras	19%
Porcentaje de áreas permeables	14%
Microhábitats	17%

Una vez obtenida la puntuación individual de cada indicador, es posible calcular la puntuación total del eje con la siguiente expresión matemática

$$\text{Biodiversidad} = 20\% \text{ Gestión ecológica de zonas verdes} + 30\% \text{ Uso de fitosanitarios} + 19\% \text{ Control de especies exóticas invasoras} + 14\% \text{ Porcentaje de áreas permeables} + 17\% \text{ Microhábitats}$$

2.5.1. GESTIÓN ECOLÓGICA DE ZONAS VERDES

Para transformar el entorno de la instalación en un activo ambiental, la medida fundamental es la implantación de una **carta de gestión ecológica de zonas verdes**, la cual implica una serie de compromisos y acciones tales como:

1. Designar una persona de contacto específica en la instalación

2. Proporcionar las herramientas y la información adecuadas

- Plano de la instalación o equivalente
- Guía de conservación de la biodiversidad en el ciclo integral del agua (donde se incluye la gestión ecológica de zonas verdes)
- Compromiso firmado “Espacio libre de fitosanitarios”

3. Implementar un plan de mantenimiento apropiado para cada zona de la instalación

4. Formar a empleados dedicados a la gestión de zonas verdes en la gestión ecológica

5. Minimizar el uso de recursos naturales

- Reducir el consumo del agua
- No utilizar fertilizantes químicos y optar por fertilizantes orgánicos de proximidad
- Recuperar el material generado en el mantenimiento de zonas verdes
- Eliminar el uso de fitosanitarios y promover en su lugar técnicas de gestión ecológica

6. Proteger fauna y flora

- Aplicar los métodos de gestión ecológica adecuados a cada zona, reducir la frecuencia de siega, crear prados y herbazales, utilizar mezclas de semillas de praderas florales autóctonas, plantar sólo especies autóctonas, gestionar las especies exóticas invasoras
- Mantener y crear hábitats a través de plantaciones específicas, setos mixtos, arbolado y arbustivas.
- Crear hábitats para fauna (cajas nido, rocalla y estructuras de piedra seca, madera vieja tumbada y vertical...)
- Naturalización de balsas y estanques

7. Asegurar la difusión del enfoque ecológico implementado

- Internamente entre los empleados
- Externamente, con los vecinos, colegios cercanos, asociaciones, etc.

8. Asegurar que las medidas tomadas se visibilizan

- Dejar franja segada de forma frecuente en los bordes de los herbazales y/o prados
- Instalar paneles informativos en los lugares apropiados

9. Dependiendo del entorno natural y contexto donde se encuentra la instalación, establecer colaboración con asociaciones locales naturalistas que pueden dar soporte a este enfoque

10. Monitorizar las acciones implementadas a través de la carta y formalizarla en la revisión anual

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

La puntuación de este indicador es total sólo si existe un *documento de gestión diferenciada firmado que incluya un plan de gestión* con:

- Los compromisos enumerados anteriormente
- Medidas y plan de trabajo a cumplir

No es necesario tener todos ejecutados, pero sí disponer de un plan de trabajo con acciones analizadas. Si no cumple este requisito la puntuación es nula.

2.5.2. USO DE FITOSANITARIOS

El uso de productos químicos fitosanitarios es una práctica habitual en el mantenimiento tradicional de zonas verdes, pero conlleva impactos negativos como la pérdida de biodiversidad y fomenta el uso de monoespecies o especies poco adaptadas al clima local..

Cada vez más países y municipios están prohibiendo su uso, promoviendo una gestión ecológica que favorece la biodiversidad. La eliminación de fitosanitarios implica replantear tanto las especies vegetales empleadas como las prácticas de mantenimiento, priorizando especies autóctonas y técnicas sostenibles.

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

La puntuación del indicador es total si en la instalación ***no se usan productos químicos para la gestión de zonas verdes/permeables***. En caso contrario, la puntuación es nula.

2.5.3. CONTROL DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS (EEI)

La introducción de especies exóticas invasoras es una de las principales causas de pérdida de biodiversidad a nivel global. En el caso de las plantas de tratamiento de agua, la gestión de las EEI resulta especialmente relevante, ya que suelen disponer de zonas verdes y, en ocasiones, se ubican en entornos próximos a espacios naturales protegidos. Esto puede convertirlas en focos de dispersión.

Además, el vertido de agua al medio natural puede facilitar la dispersión de semillas o fragmentos vegetales.

El indicador asociado evalúa si las instalaciones cuentan con planes de identificación, control y eliminación de EEI, asegurando la prevención del riesgo de dispersión y su integración en una estrategia de protección de la biodiversidad.

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

La puntuación del indicador es total sólo ***si en la instalación hay un plan de control y gestión de especies exóticas invasivas***. En caso contrario, la puntuación es nula.

2.5.4. PORCENTAJE DE ÁREAS PERMEABLES

Este indicador mide la proporción de áreas permeables en la instalación respecto a su superficie total. Se consideran áreas permeables las zonas verdes con vegetación, suelos de grava permeable o superficies de tierra natural. En cambio, las áreas impermeables corresponden a edificios, infraestructuras de tratamiento (decantadores, digestores, reactores, etc.) y superficies pavimentadas como carreteras o aceras.

La relevancia del indicador radica en que la fragmentación del territorio y el cambio de uso del suelo son causas críticas de pérdida de biodiversidad. Mantener espacios no pavimentados en las instalaciones contribuye a reducir dichos impactos, favoreciendo la infiltración del agua y la biodiversidad.

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

En primer lugar, para obtener el porcentaje de permeabilidad se realiza el siguiente cálculo:

$$\% \text{ Permeabilidad} = [1 - (\text{Superficie impermeable} / \text{Superficie total})] \times 100$$

El indicador se puntúa de acuerdo a la siguiente escala de rangos y puntuaciones. Las puntuaciones propuestas se basan en el estudio de las zonas impermeables de alrededor de 50 EDARs en España. Una superficie verde de más de un 65% se considera muy favorable y poco común y por ello se le otorga la máxima puntuación.

Tabla 15. Puntuación en función de la permeabilidad.

% Permeabilidad	Puntuación
0 - 5 %	15
5- 15 %	30
15 - 30 %	45
30 - 45 %	60
45 - 65 %	75
65 - 100 %	100

2.5.5. MICROHÁBITATS

Un microhábitat es una estructura o espacio específico, de pequeña escala, diseñado o adaptado intencionalmente para ofrecer refugio, alimento o condiciones de cría a especies concretas como insectos, aves, anfibios o pequeños mamíferos. En entornos industriales, urbanos o periurbanos, los microhábitats pueden incluir elementos como muros de piedra seca, troncos o madera muerta, praderas de flores silvestres, hoteles de insectos, charcas o balsas de agua, así como cajas nido para aves o murciélagos.

La creación de microhábitats en las instalaciones incrementa la biodiversidad local, mejora la salud de los ecosistemas y contribuye a la integración de la actividad industrial en su entorno natural.

CÁLCULO DE INDICADOR Y PUNTUACIÓN ASOCIADA

La puntuación del indicador es total si se considera que una instalación tiene ***hábitats/microhábitats***, es decir, si de manera intencional y coherente se han instalado **2 o más zonas/elementos** de los anteriormente expuestos. En caso contrario la puntuación es nula.