



TRABAJO FIN DE MÁSTER

REUTILIZACIÓN Y EXTENSIÓN DE AGUAS REGENERADAS.

TARIFICACIÓN Y REPERCUSIÓN ECONÓMICA EN EL ÁMBITO AGRÍCOLA

Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Autor:

Iakes Umaran Chies

Dirigido por:

D. Pedro Blázquez García

Dña. María José Rodríguez Largacha

Madrid, 2024



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, expreso mi agradecimiento a los dos directores que he tendido para la elaboración de este TFM, Pedro Blázquez García y María José Rodríguez Largacha, los cuales, con su buen hacer, atención y demostrada experiencia, han sabido guiarme y asesorarme acertadamente en el desarrollo del trabajo, proporcionando sus excelentes consejos y enfoques sobre el desarrollo proyecto.

Gracias a la Universidad Europea de Madrid y todos los profesores del master, los cuales han contribuido a disponer de mayores medios de conocimiento, imprescindibles para avanzar en las investigaciones del trabajo.

Por último, señalar mi más sincera gratitud a toda mi familia, compañeros de universidad y amigos, que con su apoyo han conseguido levantarme en esos momentos de flaqueza y apoyarme constantemente para lograr el objetivo final.

RESUMEN

De todos es sabido la deficiente situación mundial en la que nos encontramos en relación con la escasez de recursos hídricos disponibles en diversas regiones geográficas que, con alta demanda de los recursos mencionados, se encuentran cada vez menos abastecidas. La existencia de una desigualdad latente en el reparto equitativo de los recursos, según sus áreas o entorno de uso, unido al nuevo ciclo de cambio climático cada vez más evidenciado en el planeta, nos conduce a tener que redirigir las estrategias y buscar nuevas alternativas, ya que la indisponibilidad de recursos hídricos, repercutirá gravemente a la sociedad y su evolución mundial. En este contexto, la implementación de tecnologías de regeneración del agua, junto con políticas de gestión sostenible, se presenta como una solución imprescindible.

En este trabajo se examina la importancia fundamental de emplear y ampliar el uso de aguas recicladas y regeneradas para una gestión sustentable del recurso hídrico, centrándose principalmente en su aplicación en el sector agrícola. Se examina detalladamente cómo la introducción de políticas tarifarias puede influir en la adopción de prácticas de reutilización del agua y cómo estas medidas repercuten en la economía tanto a nivel local como global, especialmente a través de ese enfoque tarifario señalado.

La reutilización de las aguas es un proceso no tan novedoso, ya se dispone de plantas de tratamiento de aguas desde hace años, pero sí que se ha evolucionado mucho con procesos de diversos métodos de renovación acuíferas y derivados funcionales de segunda utilidad. Es por ello, que buscar las mejores alternativas a una buena distribución de las aguas disponibles junto con la regeneración de las mismas, será un factor determinante para solventar el grave problema que nos acecha en nuestro futuro próximo ante la escasez de agua que podríamos sufrir y sus posibles consecuencias irreversibles.

Los tratamientos de reutilización de aguas regeneradas, se podría llegar a considerar como una necesidad de futuro y carácter social.

También analizaremos los sistemas de tratamiento de aguas reutilizadas, su extensión y distribución, así como la tarificación de los métodos de tratamiento que se llevan a cabo o que podrían aplicarse según el entorno al que queramos dirigir su aplicación y más concretamente sobre su uso agrario. Será imprescindible valorar todo el proceso para saber qué factores económicos nos repercutirán y la viabilidad de los modelos o métodos de gestión. La tarificación

según sectores, necesidades y repercusión, son clave para el entorno socio-económico y por ello posee un gran impacto en la sociedad.

Se tendrán en cuenta las ventajas o inconvenientes que supone dichas medidas, así como el beneficio medioambiental, muy ligado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible implícitos en la normativa europea relacionada con la Agenda 2030, ofreciendo soluciones prácticas y económicamente viables para el manejo eficiente de los recursos hídricos.

Con todo esto lo que queremos plasmar, son los costes que suponen los procesos de tratamientos, regeneración y reutilización de las aguas, con la idea de encontrar una metodología de tarificación de la gestión de aguas regeneradas, que sea lo suficientemente competente y viable para el sector agrícola. Según los resultados que conllevan todos esos procesos, se obtiene un modelo de tarificación estándar por la cual se plantearán medidas y acciones a tomar en cuenta para una viabilidad real del sistema. Lo ideal será buscar la medida para que pueda aplicarse su implantación en la sociedad de una forma estable y por lo tanto asentada en un mercado de distribución factible, tanto para el entorno social como por las empresas distribuidoras.

Se analizarán los costos de la metodología de reutilización del agua, tanto su explotación, tratamiento como distribución de aguas regeneradas. El producto de todo ello nos hará determinar unos costos del procedimiento de regeneración que conllevará un valor económico de gestión, el cual compararemos su compatibilidad con los procesos de potabilización actuales, valorando si cumplen los requisitos mínimos de calidad y, sobre todo, si podremos comenzar a normalizar su uso, combatiendo y aportando a la mejora medio ambiental en el planeta.

Palabras clave:

Regeneración, agrícola, tarifa, reutilización, sostenibilidad.



ABSTRACT

Everyone knows the poor global situation in which we find ourselves in relation to the scarcity of water resources available in various geographic regions that, with high demand for the aforementioned resources, are increasingly less supplied. The existence of a latent inequality in the equitable distribution of resources, according to their areas or environment of use, together with the new cycle of climate change increasingly evident on the planet, leads us to have to redirect strategies and look for new alternatives, since the unavailability of water resources will seriously impact society and its global evolution. In this context, the implementation of water regeneration technologies, together with sustainable management policies, is presented as an essential solution.

This work examines the fundamental importance of employing and expanding the use of recycled and regenerated water for sustainable management of water resources, focusing mainly on its application in the agricultural sector. It examines in detail how the introduction of tariff policies can influence the adoption of water reuse practices and how these measures impact the economy both locally and globally, especially through this tariff approach.

The reuse of water is a process that is not so new, water treatment plants have been available for years, but much has evolved with processes of various aquifer renewal methods and functional derivatives of second use. For this reason, seeking the best alternatives to a good distribution of the available water, together with its regeneration, will be a determining factor in solving the serious problem that threatens us in our near future due to the water shortage that we could suffer and its possible irreversible consequences.

The reuse treatments of regenerated water could be considered a need for the future and a social nature.

We will also analyze the reused water treatment systems, their extension and distribution, as well as the pricing of the treatment methods that are carried out or that could be applied depending on the environment to which we want to direct their application and more specifically on their agricultural use. It will be essential to evaluate the entire process to know what economic factors will impact us and the viability of the management models or methods. Pricing according to sectors, needs and impact are key to the socio-economic environment and therefore have a great impact on society.



The advantages or disadvantages of these measures will be taken into account, as well as the environmental benefit, closely linked to the Sustainable Development Goals implicit in the European regulations related to the 2030 Agenda, offering practical and economically viable solutions for the efficient management of resources. water resources.

With all this, what we want to capture are the costs involved in the processes of treatment, regeneration and reuse of water, with the idea of finding a pricing methodology for the management of regenerated water, which is sufficiently competent and viable for the agricultural sector. According to the results that all these processes entail, a standard pricing model is obtained by which measures and actions will be proposed to take into account for the real viability of the system. The ideal will be to find the measure so that its implementation in society can be applied in a stable way and therefore based on a feasible distribution market, both for the social environment and for the distribution companies.

The costs of the water reuse methodology will be analyzed, both its exploitation, treatment and distribution of regenerated water. The product of all this will make us determine the costs of the regeneration procedure that will entail an economic management value, which we will compare its compatibility with the current purification processes, assessing whether they meet the minimum quality requirements and, above all, if we will be able to start to normalize its use, combating and contributing to environmental improvement on the planet.

Keywords:

Regeneration, agricultural, tariff, reuse, sustainability.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1 Contexto histórico.....	18
2. ANTECEDENTES	22
2.1 Contexto histórico.....	25
2.2. Gestión de aguas en la actualidad. Carácter normativo	27
2.2.1. Competencias de abastecimiento de aguas.....	27
2.2.2. El agua en régimen legislativo europeo	28
2.2.3. El agua en régimen legislativo nacional	29
2.3 Reutilización y regeneración de aguas. Competencia municipal	30
2.3.1. El abastecimiento de agua como materia de competencia municipal.....	31
2.3.2. El abastecimiento de agua como servicio mínimo obligatorio.....	31
2.3.3. El abastecimiento de agua como servicio esencial reservado a los entes locales susceptible de municipalización.....	32
2.4. Economía Circular de la Reutilización y regeneración de aguas	32
2.4.1. Modelo Swaps, intercambio de aguas.....	33
2.5 Problemática en España. Sequía y carencia de recursos hídricos.....	35
2.6. Estado del arte.....	38
2.6.1. Zonificación de comunidades autónomas.....	39
2.6.2. Tratamiento de reutilización.....	41
2.6.2.1. Estación de Regeneradora de Aguas Residuales (ERAR).	42
2.6.2.2. Plan de implementación y tipo de tratamiento.	43
2.6.2.3. Tratamiento 1 (TR-1).....	48
2.6.2.4. Tratamiento 2 (TR-2).....	48
2.6.2.5. Tratamiento 3 (TR-3).....	48
2.6.2.6. Tratamiento 4 (TR-4).....	49
2.6.2.7. Tratamiento 5 (TR-5) y tratamiento 6 (TR-6).	50
2.6.3. Beneficios e inconvenientes de la reutilización de aguas	50
2.6.3.1. Beneficios	51
2.6.3.2. Beneficios del agua regenerada para uso agrícola.....	52
2.6.3.3. Inconvenientes	53
2.6.3.4. Inconvenientes del agua regenerada para uso agrícola.....	54
2.7. Gestión de agua potable	55
3. OBJETIVOS	57

3.1. Objetivo principal	57
3.2. Objetivo secundario	58
4. METODOLOGÍA	60
4.1. Modelos de costes de aguas regeneradas	61
4.2. Modelos de valoración del precio de aguas regeneradas	63
4.3. Modelos de valoración del precio de aguas regeneradas uso agrícola	64
4.4. Metodología para obtención de modelo tarifario de aguas regeneradas para uso agrícola.....	65
4.4.1. Conceptos modelo de tarificación propuesto.	70
4.5. Limitaciones de la metodología	74
4.6. Evaluación de riesgos aguas regeneradas uso agrícola	75
5. DESARROLLO TARIFICACIÓN.....	79
5.1. Tarificación agua regenerada	81
5.1.1. Datos para la tarificación agua regenerada.....	82
5.2. Tarificación agua regenerada uso agrícola.....	85
5.2.1. Determinación del Precio de Agua Regenerada para Uso Agrícola.....	89
5.3. Modelo de cálculo según metodología tarifaria.....	91
5.3.1. Proceso Determinación la Tarifa Estándar de Agua Regenerada para Uso Agrícola. 92	
6. ANÁLISIS Y RESULTADOS	107
6.1. Evaluación de la efectividad de los modelos de tarificación.....	107
6.1.1. Caso 1. Riego de cultivos en Región de Murcia vs Cataluña.	107
6.1.2. Caso 2. Riego de cultivos en Andalucía para los tres tipos de calidades de tratamiento.	111
6.1.3. Caso 3. Riego de cultivos en Castilla-León con distintos consumos y tratamientos.	115
6.2. Análisis de resultados.....	120
6.2.1. Análisis Caso 1.	120
6.2.2. Análisis Caso 2.	124
6.2.3. Análisis Caso 3.	127
6.2.4. Análisis genérico.....	134
6.3. Mejoras de casos analizados.....	137
6.3.1. Mejoras Caso 1	137
6.3.2. Mejoras Caso 2	141
6.3.3. Mejoras Caso 3	143
7.4. Análisis PESTEL y DAFO.....	147

7.4.1	Análisis PESTEL	147
7.4.2.	Análisis DAFO.....	149
6.4.3.	Recomendación estratégica	150
6.5.	Análisis en base a los objetivos.....	152
6.5.1.	En base a los objetivos principales	152
6.5.2.	En base a los objetivos secundarios	154
7.	CONCLUSIONES	156
7.1.	Conclusiones generales	156
7.2.	Conclusiones específicas	158
7.3.	Limitaciones del modelo	159
7.4.	Futuras líneas de trabajo.....	161
7.5.	Conclusión final	162
8.	SOSTENIBILIDAD.....	165
8.1.	Dimensiones de la sostenibilidad	167
8.1.1.	Dimensión Ambiental.....	169
8.1.2.	Dimensión Social.....	170
8.1.3.	Dimensión Económica.....	171
8.2.	-Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	172
8.2.1.	Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con el agua regenerada para uso agrícola.	173
8.2.2.	Beneficios sostenibles de la reutilización de aguas regeneradas en la agricultura.	176
8.2.3.	Casos de éxito.....	177
8.3.	-Enfoque y estrategias	177
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	180
10.	ANEXOS	190

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:.....Evolución de la población mundial y proyección de la disponibilidad de agua en estimación para el año 2050. Fuente: (Prats, 2016).....	17
Figura 2:.. Nivel de estrés hídrico mundial, relación estimación para el año 2050. Fuente: (Melo, 2024).	18
Figura 3:.....Ciclo de gestión del agua regenerada. Fuente: (Bonet, 2022). 21	
Figura 4:... Porcentaje de aguas regeneradas según comunidades autónomas. Fuente: Infografía sostenible - INE.....	23
Figura 5:.....Ciclo de Economía Circular. Fuente: (STOA, 2017). 33	
Figura 6:..... La relación entre el sector del agua y la economía circular. Fuente: (Conama, 2024). 35	
Figura 7:.. Mapa de pronóstico y seguimiento de sequías en el mediterráneo. Fuente: (European And Global Drought Observatories, 2024).	36
Figura 8:..... Usos principales del agua en las cuencas hidrográficas peninsulares. Fuente: (Caballero, 2024).	37
Figura 9:..Zonificación según porcentaje de usos de aguas regeneradas en España. Fuente: INE – Instituto Nacional de Estadística.	40
Figura 10:.. Procedimiento sistema de reutilización de ERAR. Fuente: Guía para la aplicación del R.D. 1620/2007.....	42
Figura 11:.....Ciclo y etapas del agua regenerada. Fuente: (Regidor, 2019). 43	
Figura 12: Tecnologías de regeneración más empleadas. Fuente: Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas.	46
Figura 13:..... Tecnologías de regeneración más empleadas. Fuente: (US EPA, 2024). 47	
Figura 14:.. Tratamientos sin desalación. Fuente: Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas.....	47
Figura 15:.. Tratamientos con desalación. Fuente: Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas.....	49
Figura 16:.....Reutilización de aguas superficiales por aguas regeneradas uso agrícola. Fuente:(Solá,2019).	52
Figura 17:.....Coste medió de agua potable en distintas zonas de España (€/m ³). Fuente: (Tarifasdeagua, 2024).	56
Figura 18:..... Representación de los consumos según los usos. Fuente: Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura - FAO.....	62

Figura 19:.....Coste medio de tratamientos terciarios para aguas regeneradas. Fuente: Fuente propia.	72
Figura 20:..... Precio del agua en España (€/m ³). Fuente: (El Mundo, 2020). 79	
Figura 21:..... Estadísticas sobre el Suministro y Saneamiento del Agua, Comunidades y ciudades autónomas, Volumen total de agua reutilizada, 2020. Fuente: Instituto Nacional de Estadística – INE. 83	
Figura 22:.....Volumen total de agua reutilizada (m ³), 2020. Fuente: Elaboración propia. 83	
Figura 23:.....Porcentajes de agua regenerada por autonomía y zonificación. Fuente: Elaboración Propia.	93
Figura 24:..... Porcentajes de agua regenerada por autonomías: Fuente: Elaboración propia. 94	
Figura 25:..... Baremos de precios del agua en España. Fuente: Elaboración propia. 105	
Figura 26:..... Consumos, Región de Murcia Vs Cataluña. Fuente: Elaboración propia. 120	
Figura 27:... Costes de regeneración, Región de Murcia Vs Cataluña. Fuente: Elaboración propia. 121	
Figura 28:.....Costes demanda según consumos, Región de Murcia Vs Cataluña. Fuente: Elaboración propia.	122
Figura 29:... Tarifa total final según consumo, Región de Murcia Vs Cataluña. Fuente: Elaboración propia.	123
Figura 30:.....Costes total Agua Regenerada vs Agua Potable, Región de Murcia Vs Cataluña. Fuente: Elaboración propia.	123
Figura 31:Costes de regeneración por tipo de tratamiento, Málaga. Fuente: Elaboración propia. 124	
Figura 32:... Costes de agua regenerada según tratamiento, Málaga. Fuente: Elaboración propia. 125	
Figura 33:..... Tarifa total final según tratamiento, Málaga. Fuente: Elaboración propia. 126	
Figura 34:... Costes total Agua Regenerada vs Agua Potable, Málaga. Fuente: Elaboración propia. 127	
Figura 35:..... Consumos plantación (A), Palencia. Fuente: Elaboración propia. 128	
Figura 36:..... Costes de regeneración, Palencia. Fuente: Elaboración propia. 129	
Figura 37:.....Costes demanda según consumos, Región de Murcia Vs Cataluña. Fuente: Elaboración propia.	129

Figura 38:.....Tarifa total final según tratamiento plantación (A), Palencia. Fuente: Elaboración propia. 130

Figura 39:..... Costes total Agua Regenerad, Palencia. Fuente: Elaboración propia. 131

Figura 40:..... Costes de agua regenerada según tratamiento plantación (B), Palencia. Fuente: Elaboración propia. 132

Figura 41:.....Tarifa total final según tratamiento plantación (B), Palencia. Fuente: Elaboración propia. 132

Figura 42:..... Costes total Agua Regenerada vs Agua Potable en plantación (B), Palencia. Fuente: Elaboración propia. 133

Figura 43:..... Análisis genérico taifa según tratamiento. Fuente: Elaboración propia. 136

Figura 44:..... Análisis genérico coste según comunidad. Fuente: Elaboración propia. 136

Figura 45:..... Análisis genérico porcentaje de penalización por comunidad. Fuente: Elaboración propia. 137

Figura 46:..... Comparativo primer consumo vs consumo mejorado. Fuente: Elaboración propia. 140

Figura 47:Coste de tarifa con mejora de zona de actuación y tratamiento TR-3 (Málaga). Fuente: Elaboración propia. 143

Figura 48:. Tarifa de consumo según mejora de zona de actuación y tratamiento TR-3 (Palencia). Fuente: Elaboración propia. 146

Figura 49:.....Porcentaje de evolución del agua regenerada en el futuro. Fuente: Elaboración propia. 163

Figura 50:..... Distribución de dimensiones porcentual. Fuente: Fuente propia. 168

Figura 51:..... ODS - Objetivos de Desarrollo Sostenible. Fuente: (Desarrollo Sostenible, 2017). 172

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Volumen de aguas reutilizadas y regeneradas en España. Fuente: Elaboración propia.	41
Tabla 2: Clases de calidades de las aguas regeneradas y uso agrícola y método de riego permitidos. Fuente: (Marcuello,2020).	44
Tabla 3: Requisitos de calidad de las aguas regeneradas para el riego agrícola. Fuente: (Marcuello, 2020).	45
Tabla 4: Intervalos de costes de instalación y explotación aguas regeneradas. Fuente: (Prats, 2015).	66
Tabla 5: Intervalos para los tipos de tratamientos en la Comunidad Valenciana y Región de Murcia. Fuente: (Prats, 2015).	67
Tabla 6: .Términos fijos y variables que incurren en la regeneración de aguas residuales. Fuente: (Baeza, 2007).	68
Tabla 7: Técnicas que permiten identificar, analizar y gestionar los posibles riesgos Fuente: Organización Mundial de la Salud – OMS.	77
Tabla 8:Modelo de matriz de riesgo. Fuente: (Leal, 2020).	78
Tabla 9: ..Estimación de coste medio general para el tratamiento de aguas regeneradas. Fuente: Elaboración propia a partir de varios datos.	85
Tabla 10: Tabla de modelo tarifario para la gestión de aguas regeneradas de uso agrícola. Fuente: Elaboración Propia.	92
Tabla 11: Ponderaciones según porcentaje de agua reutilizada de zonificación. Fuente: Elaboración propia.	95
Tabla 12:Cuadro de porcentajes de bonificación por zonas según Comunidad Autónoma. Fuente: Elaboración propia.	95
Tabla 13:Casilleros indicativos de zonificación según Comunidad Autónoma. Fuente: Elaboración propia.	96
Tabla 14: .. Casilleros indicativos del periodo a tarificar y el consumo medio del periodo. Fuente: Elaboración propia.	96
Tabla 15: Estimación media de costes de producción y distribución. Fuente: Elaboración propia.	97
Tabla 16: Estimación de costes de tratamiento de aguas regeneradas según calidad para uso agrícola. Fuente: Elaboración propia. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2010). Plan Nacional de Calidad de las Aguas: Informe de sostenibilidad ambiental. 58	97
Tabla 17: Tipos de tratamientos para desarrollo de estudio tarifario. Fuente: Elaboración propia.	98
Tabla 18: Tipos de ponderación aplicada a los tratamientos y tipos de calidad. Fuente: Elaboración propia.	99

Tabla 19:Tipos de tratamientos según calidad y su coste medio (€/m ³). Fuente: Elaboración propia.	99
Tabla 20: Cuadro cálculo coste fijo (€/día) vs la valoración de consumo (m ³ /día). Fuente: Elaboración propia.	100
Tabla 21: Cuadro cálculo coste fijo (€/día) en función de la valoración de consumo (m ³ /día). Fuente: Elaboración propia.	101
Tabla 22:Cuadro ponderaciones según consumo agua regenerada (m ³). Fuente: Elaboración propia.	102
Tabla 23: Cuadro cálculo coste variable (€/día) en función de baremos de consumo (m ³). Fuente: Elaboración propia.	102
Tabla 24: Cuadro cálculo tarifa final (€) en base al consumo trimestral (m ³). Fuente: Elaboración propia.	103
Tabla 25: .Modelo tarifario final para el consumo de agua regenerada para uso agrícola. Fuente: Elaboración propia.	104
Tabla 26: ...Modelo tarifario final para el consumo de agua potable. Fuente: Elaboración propia.	106
Tabla 27: Modelo tarifario final Cieza (Murcia). Fuente: Elaboración propia.	109
Tabla 28:Modelo tarifario final Arbeca (Cataluña). Fuente: Elaboración propia.	110
Tabla 29: Modelo tarifario tratamiento 2 (TR-2) Málaga. Fuente: Elaboración propia.	112
Tabla 30: Modelo tarifario tratamiento 3 (TR-3) Málaga. Fuente: Elaboración propia.	113
Tabla 31:Modelo tarifario tratamiento 5 (TR-5) Málaga. Fuente: Elaboración propia.	114
Tabla 32: Modelo tarifario plantación(A) tratamiento 2 (TR-2) Palencia. Fuente: Elaboración propia.	116
Tabla 33: Modelo tarifario plantación(A) tratamiento 3 (TR-3) Palencia. Fuente: Elaboración propia.	117
Tabla 34: Modelo tarifario plantación(B) tratamiento 2 (TR-2) Palencia. Fuente: Elaboración propia.	118
Tabla 35: Modelo tarifario plantación(B) tratamiento 3 (TR-3) Palencia. Fuente: Elaboración propia.	119
Tabla 36: Análisis genérico comparativo de distintos escenarios. Fuente: Elaboración propia.	134
Tabla 37: Análisis genérico canon y tarifa total de distintos escenarios. Fuente: Elaboración propia.	135
Tabla 38: Análisis genérico tarifas totales de distintos escenarios. Fuente: Elaboración propia.	135



Tabla 39:	Modelo tarifario mejorado Cieza (Murcia). Fuente: Elaboración propia.	139
Tabla 40:	Modelo tarifario mejorado tratamiento TR-3 (Málaga). Fuente: Elaboración propia.	142
Tabla 41:	Modelo tarifario mejorado nueva zona y tratamiento TR-3 (Palencia). Fuente: Elaboración propia.	145
Tabla 42:	Modelo PESTEL de aguas regeneradas uso agrícola Fuente: Elaboración propia.	148
Tabla 43:	DAFO Cruzado para el caso. Fuente: Elaboración propia.	150



1. INTRODUCCIÓN

Es una evidencia que el agua es uno de los elementos más imprescindibles para el desarrollo humano y natural en la vida, pero como lo es también en su aspecto meramente económico. En la actualidad estamos en un momento preciso de encontrar unos tipos, modelos o metodologías eficientes de tratamiento y consumo de agua, tanto para un nivel de consumo humano como para un tipo de consumo agrícola, industrial o recreativo, donde se pueda tratar las aguas de una forma eficaz, medioambientalmente sostenible y con una repercusión coherente de su gestión económica.

Cabe destacar que además de la importancia que tiene como recurso esencial, tiene el agravante de ser un recurso que se agota, no siendo permanente de por vida. Factores como la contaminación, el cambio climático o la mala gestión hídrica que se realiza, conlleva a un desperdicio y utilización deficitaria del entorno, llegando a unos valores alrededor del 15 % de escasez de agua en España, que ligados con unos datos que rondan el 30% en modo de alerta por falta de precipitaciones medias globales (Martínez y Tena, 2023), hacen que la oferta vaya en detrimento y que podamos llegar a establecer en un futuro próximo para el año 2030, unos valores de déficit entorno al 40 % de disponibilidad de agua.

La población mundial, evoluciona en constante desarrollo, donde ya se refleja en los informes de Naciones Unidas, unas estimaciones que señalan el avance del crecimiento mundial de habitantes, el cual se encuentra situado en el entorno de 83 millones de personas más cada año (United Nations. 2023). Con esto, extrapolado al nivel poblacional en España, nos encontramos que tenemos en la actualidad y según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), una población total de 48 millones de habitantes (INE. 2024), lo que supondría un crecimiento medio de 0,5 millones de personas al año en el país.

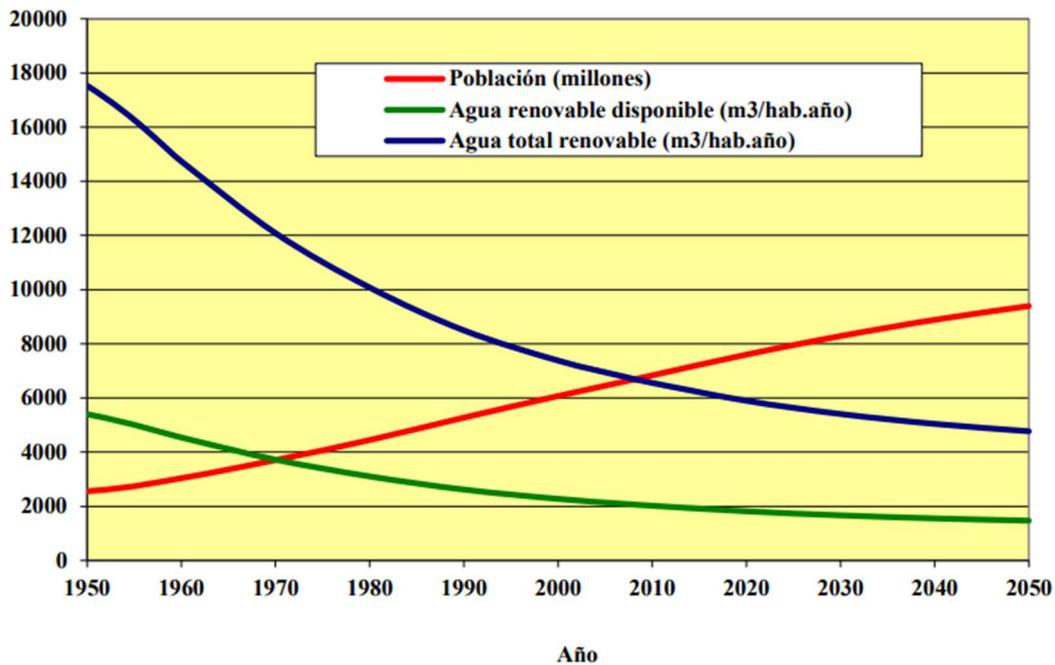


Figura 1: Evolución de la población mundial y proyección de la disponibilidad de agua en estimación para el año 2050. Fuente: (Prats, 2016).

Todos estos factores hacen que las perspectivas a un mantenimiento lo suficientemente estable de preservar los recursos hídricos y la calidad de las aguas, sea una faceta difícil de poder conseguir. Únicamente dependiendo de los agentes geológicos naturales o con tratamientos de aguas residuales no lo suficientemente dimensionados para la demanda existente de agua para el consumo humano, no se podrán cubrir las necesidades que realmente habría que abastecer.

Por ello, cada vez más se aprecia el cambio de producción de aguas residuales, donde se evoluciona con una finalidad en su idea primogénita. Impulsarlo a ejercer las funciones de reutilización y recuperación de recursos como medio alternativo es primordial, siendo un papel esencial a llevar a cabo de manera inminente a nivel mundial.

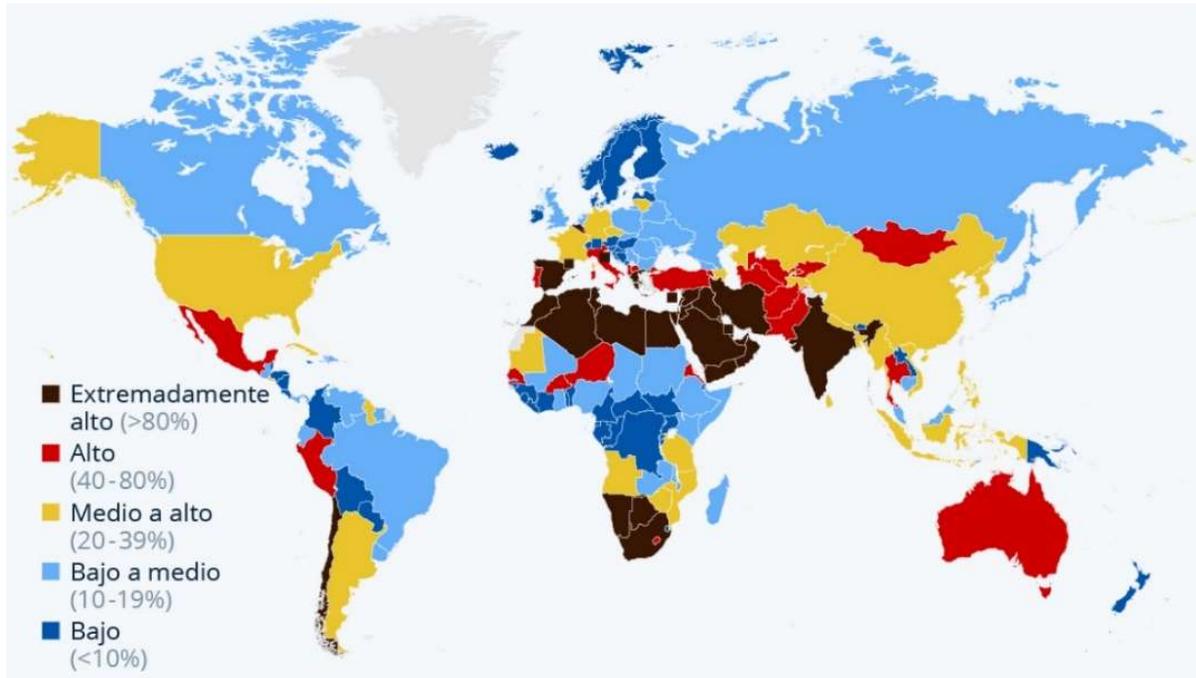


Figura 2: Nivel de estrés hídrico mundial, relación estimación para el año 2050. Fuente: (Melo, 2024).

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la reutilización y extensión de aguas recicladas en el ámbito agrícola, centrándose en la tarificación y su repercusión económica. La importancia de este estudio radica en la necesidad de buscar alternativas sostenibles para el uso de los recursos hídricos, en particular en el sector agrícola que demanda grandes cantidades de agua. Se examinará el marco teórico y los beneficios económicos de la reutilización de aguas regeneradas, así como los aspectos legales y normativos que regulan esta práctica. Se presentará una metodología específica para llevar a cabo el análisis y se realizará un estudio de casos que permitirá comprender la repercusión económica de esta técnica en el ámbito agrícola. Finalmente, se ofrecerán conclusiones y recomendaciones basadas en la información recopilada y analizada a lo largo del trabajo.

1.1 Contexto histórico

Según se expone en el Real Decreto 1620/2007 (SL, 2007), se encuentran las distintas definiciones de los conceptos más elementales que se desarrollan en este proyecto, los cuales señalamos a continuación:

a) Reutilización de las aguas.

Es la aplicación, antes de su devolución al dominio público hidráulico y al marítimo terrestre para un nuevo uso privativo de las aguas que, habiendo sido utilizadas por quien las derivó, se han sometido al proceso o procesos de depuración establecidos en la correspondiente autorización de vertido y a los necesarios para alcanzar la calidad requerida en función de los usos a los que se vayan a destinar.

b) Aguas depuradas:

Son las aguas residuales que han sido sometidas a un proceso de tratamiento que permita adecuar su calidad a la normativa de vertidos aplicable.

c) Aguas regeneradas:

Corresponde con las aguas residuales depuradas que, en su caso, han sido sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permite adecuar su calidad al uso al que se destinan.

d) Estación regeneradora de aguas:

Pertenece al conjunto de instalaciones donde las aguas residuales depuradas se someten a procesos de tratamiento adicional que puedan ser necesarios para adecuar su calidad al uso previsto.

e) Infraestructuras de almacenamiento y distribución:

Es el conjunto de instalaciones destinadas a almacenar y distribuir el agua regenerada hasta el lugar de uso por medio de una red o bien depósitos móviles públicos y privados.

f) Sistema de reutilización de las aguas:

Es el conjunto de instalaciones que incluye la estación regeneradora de aguas, en su caso, y las infraestructuras de almacenamiento y distribución de las aguas regeneradas hasta el punto de entrega a los usuarios, con la dotación y calidad definidas según los usos previstos.

g) Primer usuario:

Formaría parte la persona física o jurídica que ostenta la concesión para la primera utilización de las aguas derivadas.

h) Usuario del agua regenerada:

Persona física o jurídica o entidad pública o privada que utiliza el agua regenerada para el uso previsto.

i) Punto de entrega de las aguas depuradas:

Lugar donde el titular de la autorización de vertido de aguas residuales entrega las aguas depuradas en las condiciones de calidad exigidas en la autorización de vertido, para su regeneración.

j) Punto de entrega de las aguas regeneradas:

Será el lugar donde el titular de la concesión o autorización de reutilización de aguas entrega a un usuario las aguas regeneradas, en las condiciones de calidad según su uso previsto en esta disposición.

k) Lugar de uso del agua regenerada:

Zona o instalación donde se utiliza el agua regenerada suministrada.

l) Autocontrol:

Programa de control analítico sobre el correcto funcionamiento del sistema de reutilización realizado por el titular de la concesión o autorización de reutilización de aguas.

Con estos procesos lo que se quiere conseguir es optimizar la gestión de los recursos hídricos, sobre todo para aquellos lugares donde las condiciones ambientales no son nada prosperas y las necesidades no son tan fáciles de abastecer.

La regeneración trata las aguas residuales para convertirlas en aptas para su consumo mediante tecnologías de tratamientos avanzados eliminando contaminantes y patógenos. Por otro lado, el reúso implica la utilización de agua regenerada en diversos usos, dando una segunda vida a las aguas, desde el riego de cultivos hasta usos ambientales (Ruiz, 2024).

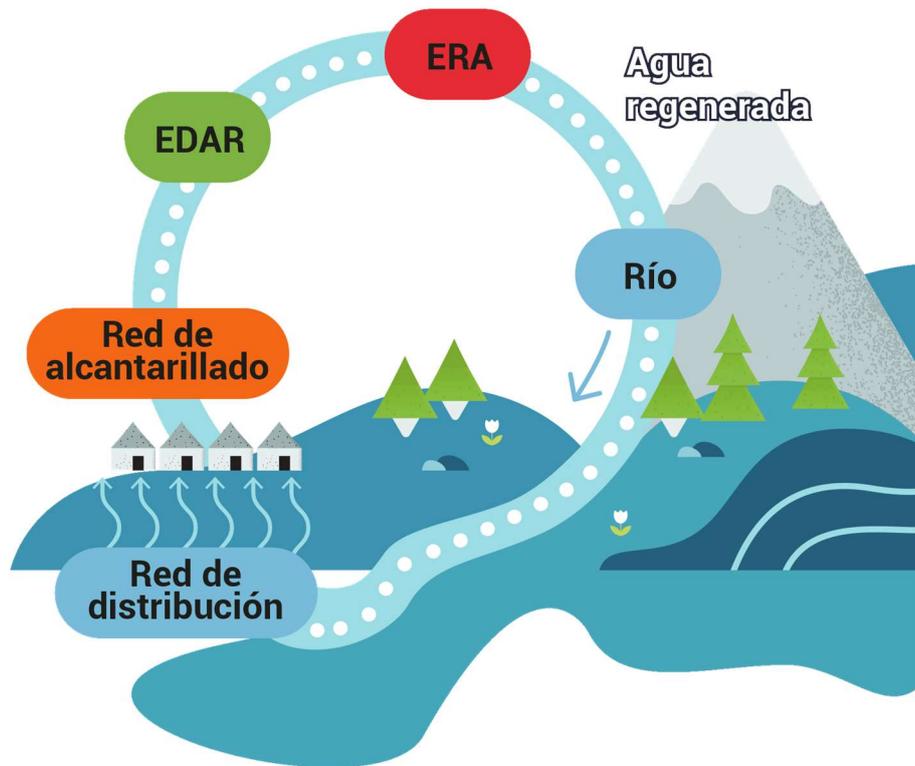


Figura 3: Ciclo de gestión del agua regenerada. Fuente: (Bonet, 2022).

Es cierto que en la actualidad el mayor porcentaje de usos de las aguas regeneradas van implícitas a la explotación del sector agrícola. Con esta premisa se incentiva un modelo de economía circular, aplicando un uso eficiente y sostenible a la gestión de aguas, acarreando grandes beneficios al medio ambiente.

Ahora bien, queda un escollo por superar y es el de incentivar a la sociedad para que este uso de aguas regeneradas se consiga establecer en el marco del agua potable. Uno de los desafíos más significativos es la desconfianza pública hacia el uso de aguas regeneradas para consumo humano. Superar la percepción de que estas aguas son menos seguras o “sanas” que las fuentes tradicionales, es crucial para su aceptación generalizada (Amengual, 2024). Pudiendo alcanzar este objetivo de aceptación pública, sería un gran logro para la gestión y tratamientos de aguas, ya que se podrían dotar de más recursos para los abastecimientos y con mayores garantías de disponibilidad y procesos de distribución.

2. ANTECEDENTES

Comenzaremos citando a la responsable directa de la reducción de riesgos de las Naciones Unidas, Mami Mizutori, que predijo la siguiente afirmación en base al futuro mundial de la gestión de aguas, donde afirmo para la agencia Reuters:

“La sequía está a punto de convertirse en la próxima pandemia y no existe una vacuna para curarla” (Administración, 2021).

Da la sensación que la situación es grave y, si no ponemos ningún remedio lo antes posible, las consecuencias repercutirían muy negativamente en la sociedad. El cambio climático está latente y cada vez son más las zonas que lo sufren y se ven afectadas por sus consecuencias. Se convierte en una gran amenaza tanto para tierras de cultivo, la actividad industrial como para el propio consumo humano. Su escasez hace que, en determinadas regiones de España, como sucede en las zonas sur y este del Mediterráneo, puedan ocasionarse prolongadas sequias en los próximos años.

Por ello, las soluciones de una gestión controlada y un aprovechamiento de aguas residuales tratadas, será una gran oportunidad para paliar estos desastres medioambientales que se predicen. Una buena política de tratamiento de aguas no solo podrá abastecer en épocas de gran sequia o necesidades, sino también en épocas estacionales donde exista demanda de recursos hídricos, que de esta forma podríamos mantenerlos almacenados para cuando sean realmente necesarios y no agotarlos sin necesidad alguna. Se tendrá que corregir el aprovechamiento que se realiza, ya que revisando los datos que se nos ofrecen desde distintos medios, no se está haciendo una distribución tan extensa y eficiente como se esperaba y por lo tanto no se está gestionando debidamente los recursos de regeneración.

La ineficiencia en su utilización no solo desperdicia una valiosa fuente de agua, sino que también agrava problemas de escasez y afecta negativamente al medio ambiente.

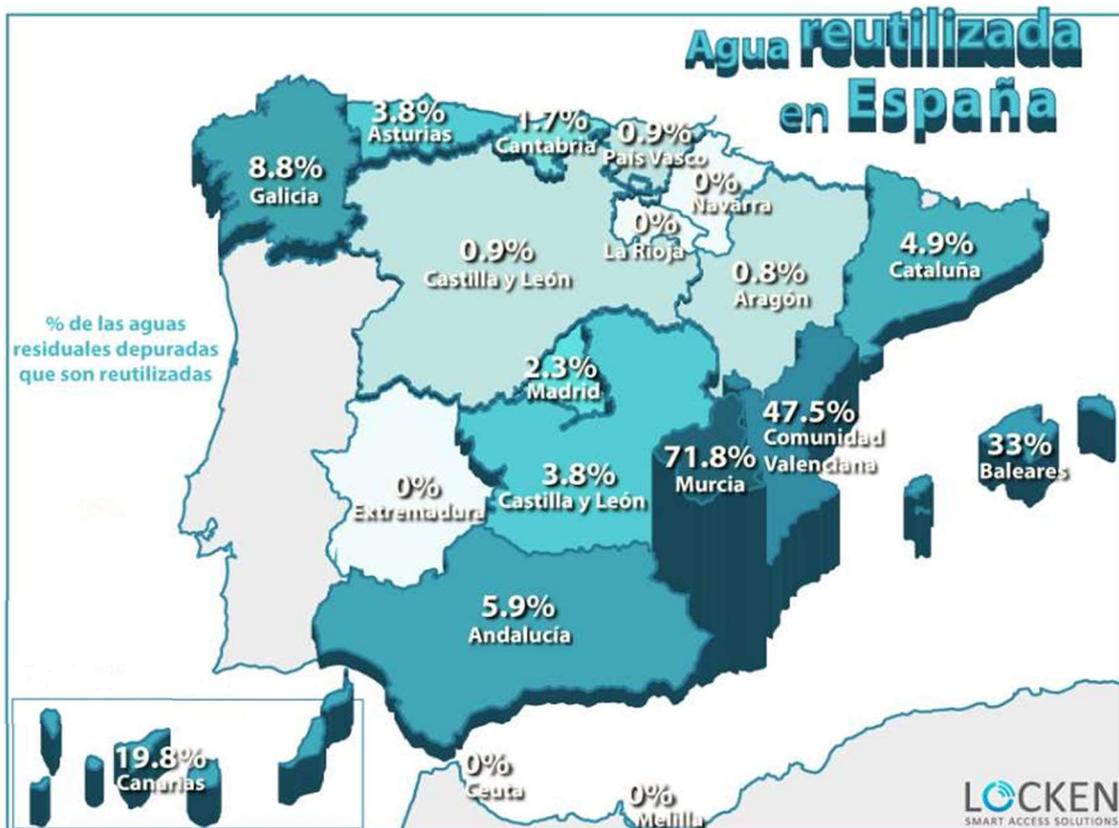


Figura 4: Porcentaje de aguas regeneradas según comunidades autónomas. Fuente: Infografía sostenible - INE.

Un ejemplo sobre esto lo aportan los estudios de agua que se depuran en la actualidad donde de los 4.066 hectómetros cúbicos (hm³) que se someten a la depuración al año, solo se reutilizan en España 289 hm³, es decir, un 7,1% de esa agua depurada. (TecnoAqua, 2023)

Este dato es crucial porque si no se aprovechan correctamente los medios y recursos disponibles, se estará desperdiciando un trabajo valioso, agotando constantemente recursos naturales y económicos sin generar un impacto positivo en el medio ambiente y la sociedad. Es esencial utilizar de manera eficiente y sostenible los recursos disponibles para garantizar un beneficio duradero tanto para el entorno natural como para la comunidad en general.

Una idónea programación de recursos hídricos y de las aguas regeneradas, podrían influir beneficiosamente en los usos que se le pueden dar en el entorno natural, no solo con afecciones directas hacia el uso agrícola, sino también para abastecimiento en la industria, infraestructuras de regadío de zonas verdes en núcleos urbanos contribuyendo con la sostenibilidad, así como la aportación para los equipos y sistemas de generación de energías renovables.

Según en las distintas regiones del país, cada una de ellas soporta distintos tipos de afecciones de estrés hídrico y por lo tanto las acciones a llevar a cabo no corresponde de formas similares en unas zonas u otras. La mayor parte de actividad de regeneración y tratamiento de aguas corresponde con las comunidades de Valencia, Andalucía y Región de Murcia, seguidos de Cataluña e Islas Canaria. Son en estos entornos donde históricamente siempre existen mayor número de restricciones y problemas hídricos y por lo tanto donde primero han tenido que adoptar soluciones para poder abastecerse en épocas de grandes sequías o incluso con el desarrollo y evolución poblacional, que no deja de ser muy amplio, sobre todo en épocas estivales. El turismo afecta de lleno a estos enclaves, que evidentemente, se ven mayormente agravados, al juntar la escasez de recursos con una alta demanda de habitantes temporales.

Situación cortoplacista.

Para contrarrestar la problemática de falta de agua en los territorios, ya disponemos actualmente de la tecnología y medios industriales necesarios para poder impulsar, más de lo que se hace, la reutilización de las aguas regeneradas. Por ello nos planteamos la siguiente cuestión:

¿Cuál es el motivo de no incidir más en esta solución?

Parece que todos los indicios conducen a la misma respuesta, un aspecto en base al coste económico cortoplacista.

El sobrecoste que puede suponer el proceso de regeneración de las aguas, pesa mucho más en las instituciones (posiblemente extrapolado en sus presupuestos), sin percatarse o dándole valor y evidenciando que no se tienen en absoluto en cuenta los grandes y potenciales beneficios que ello supone para el entorno.

Por lo tanto, es cuando nos planteamos si realmente, ¿es un gasto desorbitado?, ¿está justificado?, ¿es asumible?

Estas cuestiones son las que estudiaremos y valoraremos, analizando de la misma manera qué repercusión tiene la implantación tarifaria al respecto de las aguas regeneradas y su viabilidad ante el entorno de actuación del uso agrícola.

Uno de los factores que afectan negativamente a la toma de decisiones es la falta de acuerdos políticos. Las desavenencias del entorno político, que muchas veces no mira más allá de su bienestar social y no en el bienestar de la sociedad, hace que las acciones o acuerdos económicos o de inversiones que puedan estar beneficiando al desarrollo de nuevos estudios, modelos de negocio, subvenciones o cualquier otro aspecto de ayuda a la gestión de reutilización de aguas; no se avance en absoluto, más bien evidenciando formas poco efectivas y pasajeras sobre proyectos de reutilización.

Nuevas políticas de abastecimiento, o reglamentaciones estatales, donde se apliquen unas reglas claras para todos los actores de estos procesos, harían que se pudiese desarrollar metodologías claras y eficientes de regeneración. Estas posiblemente estarán muy en la línea de poder ser económicamente viables, ya no solo en el costo que pueda suponer, si no yendo más allá, en relación con las repercusiones positivas a futuro que conlleva tanto para la población como para el medio ambiente.

Ya existen ejemplos en el país en donde unas buenas relaciones público-privadas dan fruto a grandes resultados medioambientales, como sucede en la ciudad de Alicante, donde una doble red de agua regenerada permite un abastecimiento a mayor densidad de zonas verdes y contemplando un uso prácticamente total de todo el proceso de reutilización (*Redacción, 2023*).

Los primeros pasos ya se expusieron en el Parlamento Europeo en 2020, donde se presentaron y aprobaron las primeras leyes de normativas europeas sobre el tratamiento de aguas regeneradas, adaptando y señalando los requisitos mínimos que se deben tener en cuenta para este tipo de actuaciones de reutilización. De esta forma se generaría un protocolo de seguimiento y control preventivo, garantizando la calidad. En esta ocasión ya se comenzó a tratar el tema de la gestión de riesgos en las aguas regeneradas y considerar este proceso como un factor importante para las políticas de reutilización de las aguas. (Comisión Europea, 2024)

Por todo ello, valoraremos el cambio de paradigma existente de los usos y pretratamientos, viendo cuanto de productivo podría llegar a ser el proceso y su tarificación monetaria para un uso de agua regenerada de carácter agrícola.

2.1 Contexto histórico

Desde sus inicios y a lo largo del pasado siglo XIX, la responsabilidad del abastecimiento de agua a la población recaía en las autoridades municipales, centrándose básicamente en proporcionar

garantizar el acceso a recursos hídricos básicos para satisfacer las necesidades cotidianas de la comunidad, como beber, lavar y proveer agua para el ganado. Con el paso de los años evoluciono a dar los primeros pasos en la incorporación de servicios ligados a la evacuación de las aguas residuales y los inicios de tratamientos y depuración de aguas negras.

Tanto los ayuntamientos como los particulares tenían la posibilidad de llevar a cabo el abastecimiento de agua como:

- Uso privativo.
- Uso de aguas públicas por prescripción posesoria.
- Concesión perpetua de aguas públicas.
- Concesión por periodo de 99 años de aguas públicas.

Con ello se proporcionaba flexibilidad en la gestión del recurso hídrico, adaptando las necesidades y circunstancias tanto municipales como privativas. Las legislaciones de la época otorgaban las competencias de los Ayuntamientos sobre los servicios de agua sin atribuir la titularidad. Las gestiones de servicios se imponían garantizando un cierto grado de independencia, donde la concesión a empresas privadas era la práctica estándar para la prestación ordinaria. A modo excepcional la municipalización y gestión directa, requerían procedimientos que debían ser puestos en marcha y aprobados por los gobiernos estatales.

A partir del siglo XX llegan las nuevas premisas de declarar como un servicio público municipal el abastecimiento de agua, aun no estando obligados los ayuntamientos a asumirlo directamente, pero si a su municipalización. Incluso si la infraestructura se volviera de uso comunitario, el ayuntamiento estaba obligado a reconocer y respetar el servicio privado proporcionado por la compañía proveedora a sus usuarios, manteniéndose durante varios años hasta que se aprobaron la Ley 7/1985 que regulaba las Bases de Régimen Locales (LBRL) y la Ley 29/1985 de aguas, siendo refundida por el Real Decreto Legislativo 1/2001, TRLA - Texto Refundido de la Ley de Aguas.

Actualmente el abastecimiento de agua a la población es un tema crucial y de máxima relevancia, donde generalmente es considerado como un servicio público, que mayoritariamente deriva a una forma de gestión municipal, pero según las circunstancias también puede evolucionar hacia un ámbito autonómico.

Los abastecimientos deberemos diferenciarlos según su régimen competencial, entre los que se encuentran los siguientes casos:

Competencia Municipal:

Autoridades locales responsables de garantizar que sus ciudadanos tengan acceso seguro al agua potable.

Servicio Mínimo Obligatorio:

Deben asegurarse y asegurar el proporcionar este servicio esencial a sus residentes, la comunidad que se rige.

Servicio Esencial Reservado a los Entes Locales:

Reconocimiento y conexiones cercanas entre la gestión del agua y la administración local.

Evolución Niveles Autonómicos:

Situaciones que puedan originarse con el paso de los años como un aumento demográfico, gestión más eficiente o recursos hídricos compartidos, pueden propiciar la transición de la gestión del suministro de agua hacia niveles administrativos más amplios, con la búsqueda de una organización de gestión más autonómico.

La gestión del abastecimiento de agua es un proceso dinámico que puede adaptarse a las necesidades cambiantes de la población y del entorno. Su evolución hacia niveles autonómicos puede deberse a situaciones que van más allá de los márgenes municipales.

2.2. Gestión de aguas en la actualidad. Carácter normativo

Para una aplicación contextual para los gestores y operadores del sector del agua en España, es esencial examinar las regulaciones ya aprobadas o próximas a instaurar. Estas normativas implicarán considerables esfuerzos técnicos y económicos, especialmente para el sector del ciclo integral del agua español, conocido por su riguroso cumplimiento normativo.

2.2.1. Competencias de abastecimiento de aguas

REGIMENES PÚBLICOS MUNICIPALES Y LEYES BASES DE RÉGIMEN LOCAL (LBRL.)

Hoy en día es habitual que las competencias municipales en base a la gestión del abastecimiento de aguas, vayan ligadas con la gestión por concesión de las Administraciones Publicas o gestores autorizados del servicio otorgados por los estamentos oficiales.

Realmente estas medidas no fueron efectivas hasta el año 1985 cuando se instauraron las Leyes de Aguas de régimen transitorio Ley 29/1985 y la Ley 7/1985.

Las aguas recicladas en España, se ha regido durante muchos años por la guía de aplicación del Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por la cual se establece el

Para el uso agrícola, se delimitan los procedimientos necesarios para obtener la concesión o autorización correspondiente, tal como lo exige la legislación vigente. Esto incluye la determinación de los requisitos necesarios para la utilización de aguas regeneradas y los estándares mínimos de calidad que deben cumplirse.

Como acciones más recientes se dispone Reglamento Europeo de Reutilización 2020/741, donde se señalan un mayor número de pautas y mayor exigencia en los controles relacionados con el tratamiento del agua regenerada, los que incurren directamente a los gestores ya que todos estos procesos generan mayores gastos y por lo tanto económicamente repercute en los costos de producción.

Otra normativa más actual es la aprobación del RD 3/2023 sobre aguas de consumo. Este Real Decreto modifica y hace mayor hincapié en la importancia de la realización de estrictos controles del agua potable que genera, de forma más exhaustiva y con mayor número de controles de calidad que hasta hoy en día no se realizaban, incluyendo una acreditación de su veracidad y transparencia de resultados según las normas UNE-EN ISO 17025 y UNE-EN ISO 17020.

A estas directrices habría que añadir también el RDL 4/2023 sobre sequía. Este decreto amplía la complejidad de la gestión documental al requerir concesiones de aguas regeneradas en una variedad de áreas mucho más extensa que anteriormente, abarcando prácticamente todos los usos posibles planteados por el operador.

2.2.2. El agua en régimen legislativo europeo

Marco Legal Europeo

Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Se trata de una directriz que establece los requisitos de calidad para las aguas residuales urbanas y las condiciones regulatorias que deben observarse. Por mediación del RD Ley 11/1995, se

incorpora al marco jurídico español que establece las normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas.

Directiva 2000/60/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

Se refiere a la gestión integral de las aguas superficiales, continentales y subterráneas, con el objetivo de prevenir y mitigar la contaminación. La reutilización de agua se considera una estrategia clave para fomentar su uso sostenible, mejorar los sistemas hidrológicos y, por ende, reducir los impactos de las sequías potenciales.

2.2.3. El agua en régimen legislativo nacional

Marco Legal Nacional

La legislación española, en materia referente a aguas, es muy diversa y variada, y se persiguen una serie de objetivos:

- Eficiencia y sostenibilidad en la gestión del agua.
- Disponer de un elemento más en la gestión integrada de los recursos hídricos.
- La creación de un marco flexible adaptado a la continua actualización de los diferentes aspectos a considerar en la reutilización de aguas.
- Habituar la reutilización de aguas regeneradas en todo el territorio español.
- Sinergia real entre las administraciones con competencias sobre el agua y entre administraciones cuyas competencias implican demanda y usos del agua.
- Crear conciencia a la ciudadanía sobre la reutilización de agua regenerada.
- Garantizar la participación pública.

Real Decreto de Reutilización 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

El decreto mencionado establece los valores admisibles de los parámetros según los diferentes usos del agua regenerada, diferenciando entre distintas las categorías para uso urbano, industrial, recreativo, ambiental o agrícola. En este último se realizará el enfoque principal del presente trabajo, en el cual se propondrá un plan para reutilizar el agua regenerada para el riego agrícola necesario.

Ley de Aguas.

- **Real Decreto Legislativo 1/2001** de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. Se plantea la necesidad de desarrollar los parámetros esenciales para la reutilización del agua y definir los criterios de calidad requeridos para las aguas regeneradas, adaptándolos a los distintos propósitos de uso previstos.
- **Real Decreto 907/2007**, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica. Según este decreto se incluye la reutilización para calcular las necesidades hídricas, analizar los métodos de gestión de recursos, promover la eficiencia y sostenibilidad en el uso del agua, así como en las acciones adicionales requeridas para cumplir objetivos ambientales.
- **Real Decreto Ley 11/1995**, de 28 de diciembre, por el que se establecen las Normas Aplicables al Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas. Esta norma es el resultado de la transposición de la Directiva 91/271/CEE.
- **Real Decreto 509/1996**, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas, modificado por el Real Decreto 2216/1998 de 2 octubre.

2.3 Reutilización y regeneración de aguas. Competencia municipal

Si hablamos de regeneración y reutilización de aguas residuales, se dividirán en dos tipos de modelos de gestión (Reutilización, s. f.).

- **Reutilización Indirecta:**

Se origina continuamente de efluentes a los cursos de agua y una vez se ha realizado el proceso de depuración se vierte al caudal existente o medio natural que, tras su paso por el dominio público hidráulico, se puede volver a comparar para nuevos usos como pueden ser la recarga de acuíferos, agricultura, y en algunos casos hasta en el abastecimiento urbano.

- **Reutilización Directa:**

Es aquella en que el segundo uso se produce a continuación del primero, sin que entre ambos el agua se incorpore a dominio público hidráulico, esto permite un control más preciso sobre la calidad del agua y puede reducir significativamente los costos de tratamiento y transporte.

La regeneración y reutilización de aguas residuales, tanto directa como indirecta, constituyen estrategias esenciales para la gestión sostenible de los recursos hídricos, especialmente en un escenario de creciente demanda y cambio climático, proporcionando importantes ventajas ambientales y económicas. Las competencias municipales juegan un papel crucial en este contexto, ya que los gobiernos locales son responsables de implementar y gestionar las infraestructuras necesarias para el tratamiento y reutilización del agua, garantizando así una distribución eficiente y sostenible del recurso hídrico en sus comunidades.

2.3.1. El abastecimiento de agua como materia de competencia municipal

La LBRL de 1985 señalaba que el suministro de agua es una materia en relación con la cual los municipios han de tener algún grado de competencia. Con la implantación de la Ley 27/2013 de racionalización y sostenibilidad de la Administración Local, delimita las materias de competencia municipal como:

- Abastecimiento de agua potable a domicilio.
- Evacuación y tratamiento de aguas residuales.

Realmente la Ley de Aguas española no regula este servicio público, como tampoco el de saneamiento de aguas residuales urbanas, por lo que se contempla y regula como un bien de dominio público (Inap, 2020).

2.3.2. El abastecimiento de agua como servicio mínimo obligatorio

El suministro domiciliario de agua potable es un servicio mínimo de prestación obligatoria por parte de los ayuntamientos de cualquier municipio, independientemente del número de su población (Solà, 2019).

Su titularidad y la gestión supramunicipales está expresamente contemplada, tanto para el abastecimiento de agua potable como para el saneamiento de aguas residuales. Estas últimas según el Real Decreto-Ley 11/1995, indica que el servicio de saneamiento de estas aguas tiene que ser asumida por un “ente público representativo.

2.3.3. El abastecimiento de agua como servicio esencial reservado a los entes locales susceptible de municipalización

La definición de un servicio municipal obligatorio, establece las responsabilidades básicas que el legislador debe asignar a los municipios. La gestión y depuración de aguas residuales urbanas, junto con su tratamiento y reutilización, deben ser de carácter público, tal como lo exige la legislación específica en materia de aguas.

La Ley de Contratos del Sector Público exige que, antes de proceder a la concesión de un servicio público, deberá establecerse su régimen jurídico, declarando expresamente que la actividad que se trata ha sido asumida por la Administración, determinando el alcance de las prestaciones en favor de los usuarios y así regulando los aspectos jurídicos, económicos y administrativos relativos a la prestación del servicio (Solà, 2019).

2.4. Economía Circular de la Reutilización y regeneración de aguas

Consideraremos como economía circular del agua un modelo de evolución económica, relacionada con el cuidado de recursos naturales, gestión de aguas residuales y su mediación ambiental y sostenible (Lázaro-Carrasco, 2021). Teniendo como objetivo el valorar los recursos y materiales utilizados, explorando las estrategias para asegurar una estabilidad sostenida en el ciclo económico a lo largo de la mayor duración posible, minimizando la generación de residuos y a su vez estos puedan ser tratados para darles una segunda vida. Este enfoque busca establecer un nuevo paradigma de gestión, producción y consumo que priorice la sostenibilidad ambiental.

Con métodos como la osmosis inversa, o la ultrafiltración, seremos capaces de reutilizar las aguas y de esta forma minimizar o agotar los recursos naturales, sobre todo para desempeños relacionados con usos recreativos, limpiezas o riegos.

Podríamos decir que el uso sustituye al consumo, con lo que recursos necesarios se generan dentro del ciclo del agua o se recuperan gracias a la reutilización, los cuales, ligados con regímenes de gestión de energías renovables, los residuos se transforman en nuevos recursos (Telwesa, 2022).

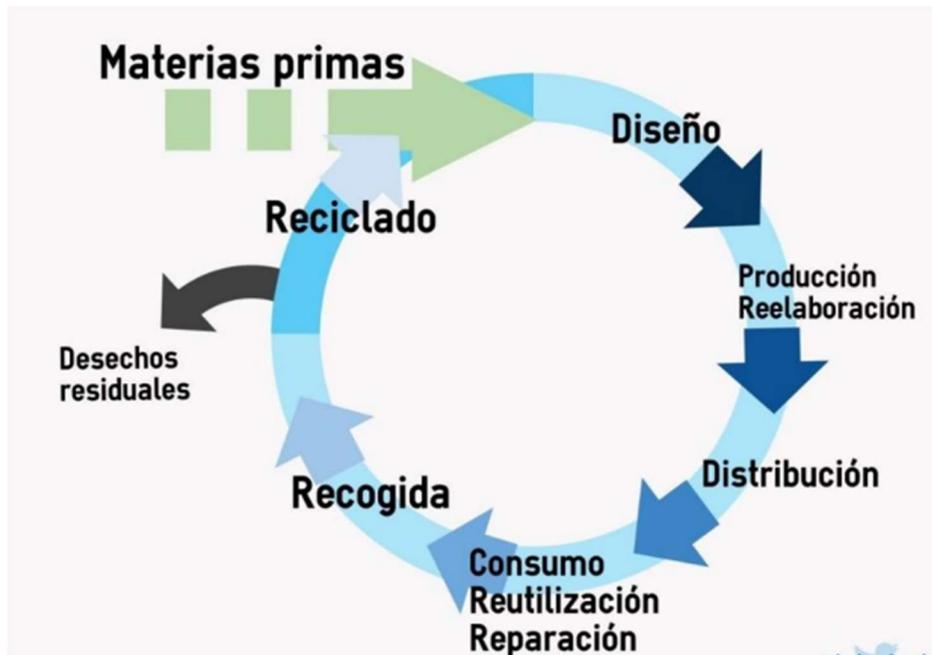


Figura 5: Ciclo de Economía Circular. Fuente: (STOA, 2017).

Con esto se quiere exponer que el tratamiento de regeneración va implícito a un ciclo de economía circular, ofreciendo un camino a un desarrollo sostenible que puede proporcionar importantes beneficios ambientales, económicos y sociales.

En este estudio, analizaremos los métodos de reutilización de agua que se implementarán para establecer una tarificación equitativa y ambientalmente eficiente, con el objetivo de mitigar la creciente escasez de agua que enfrenta el país. Cuando el tratamiento de aguas residuales, además de proporcionar beneficios para la salud y el medio ambiente, resulta financieramente rentable (Mundial, 2020), podemos afirmar que el uso de aguas residuales presenta una propuesta de valor dual, aportando directamente a una economía circular referida a la gestión de aguas regeneradas.

2.4.1. Modelo Swaps, intercambio de aguas

Otro de los métodos que se disponen en la actualidad para una gestión de aguas, corresponde con los *swaps* (siglas en inglés - “permutas”), que es un sistema de transferencias de aguas que corresponden a la gestión de un modelo de intercambio comercial de fuentes de abastecimiento de agua, donde su finalidad es la de proporcionar agua tratada a los agricultores a cambio de suministro de agua potable para usos residenciales e industriales.

La evolución de sistema de gestión de aguas regeneradas, evoluciona primordialmente siguiendo un paradigma de "modelo de negocio social", fundamentado en la preservación de la salud pública y del medio ambiente. No obstante, se observa una diversidad significativa de alternativas para transitar de un modelo de ingresos a otro de negocios, donde la recuperación de costos y la generación de valor proveen una ventaja económica considerable. Esta transición no solo implica la participación del sector privado, sino también del sector público, resultando en una colaboración más amplia y una gestión más eficiente de los recursos hídricos

Este enfoque de intercambio de agua a través de swaps no aumenta la disponibilidad total del recurso, pero facilita la asignación del suministro de agua dulce hacia usos de mayor valor económico. Esta práctica se está convirtiendo en una solución versátil y sostenible para abordar la crisis hídrica, aprovechando las características del agua tratada, que es adecuada, presentándose como una herramienta innovadora y efectiva para mitigar los efectos de la crisis hídrica (Mch, 2023).

La capacidad de recuperación de costos mediante el aprovechamiento de aguas residuales se incrementa proporcionalmente al grado de tratamiento, lo que se traduce en una mejora en la calidad del agua y la potencial recuperación de recursos. La obtención de diversos productos a partir de las aguas residuales conlleva la generación de nuevas oportunidades, aumenta los ingresos y sitúa al negocio en un nivel más favorable dentro de la escala de propuestas de valor económico. Así todo, aún queda margen de mejora en dicho sistema, tanto para la mejora de estos procesos y los avances que generarán nuevas oportunidades para la recuperación de costes en la gestión y reutilización de aguas residuales.

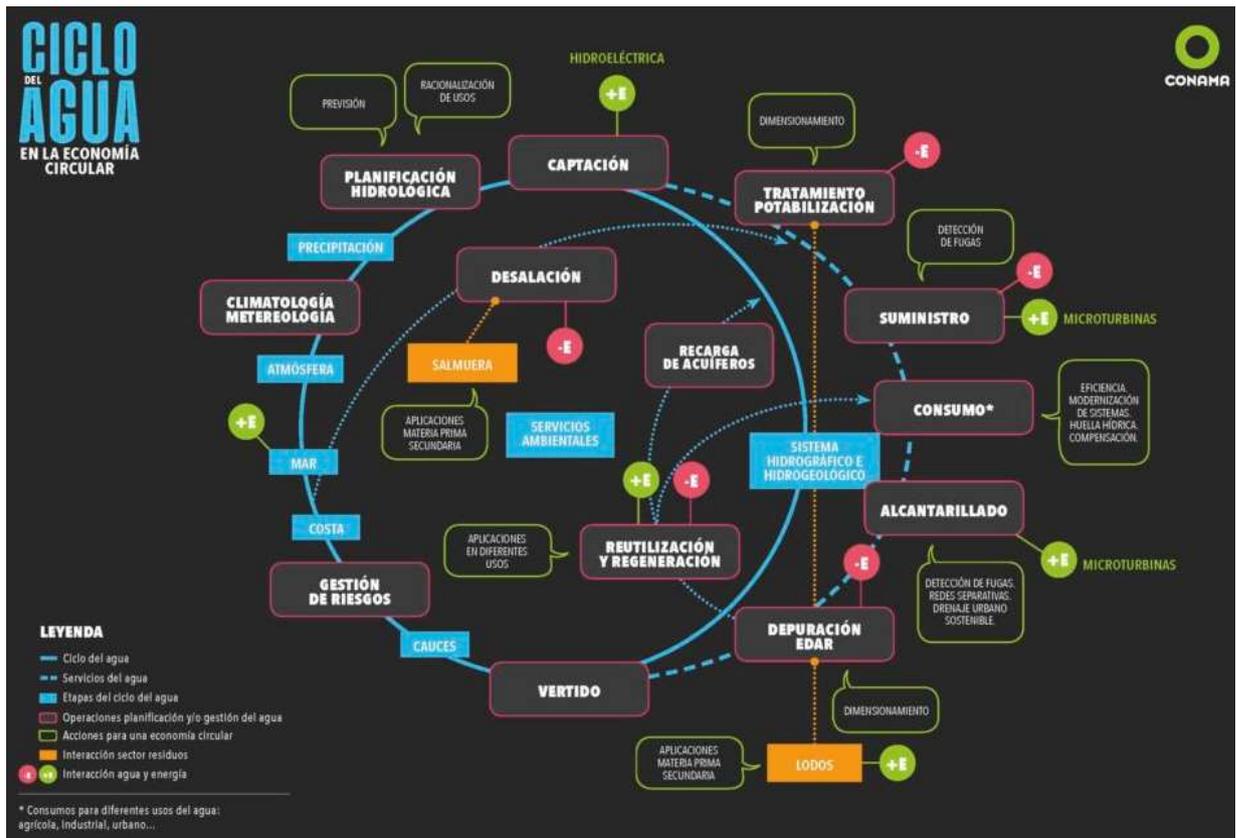


Figura 6: La relación entre el sector del agua y la economía circular. Fuente: (Conama, 2024).

2.5 Problemática en España. Sequía y carencia de recursos hídricos

Actualmente nos encontramos con una realidad en el país donde los problemas de abastecimiento y los episodios de sequías que se dan, cada vez son más recurrentes, teniendo profundas repercusiones en diversos sectores y en especial en el sector agrícola. El clima mediterráneo, caracterizado por veranos calurosos y secos junto con precipitaciones irregulares, hace que la disponibilidad de agua sea un recurso limitado y altamente variable. Estas condiciones climáticas, combinadas con la creciente demanda de agua para la agricultura, generan un escenario de estrés hídrico frecuente.

Los problemas con el sistema hídrico del país se están volviendo cada vez más frecuentes, llevando alrededor de diez años consecutivos enfrentando condiciones extremadamente difíciles. Cada año que pasa, la situación empeora, afectando no solo al suministro de agua, sino también teniendo un impacto significativo en la economía, la seguridad alimentaria y la salud pública.

Por esa situación tan preocupante, debemos abandonar la idea de que el agua es un recurso ilimitado. Porque si hoy por hoy algunas administraciones aún piensan en el agua como un recurso infinito tenemos un problema más grande del que pensábamos (Jiménez, 2024).

A modo de ejemplo, uno de los casos más críticos actualmente es el que nos encontramos hoy en día en Cataluña, con los embalses de las cuencas internas de Barcelona y Girona en el mínimo histórico del 16,1% a finales de enero, con los embalses encontrándose en el umbral de alerta con alrededor de menos de 99,89 hectómetros cúbicos acumulados (Efe, 2024). Con estos datos lo que sucede es el decretar restricciones de agua y declarar a la comunidad en estado de emergencia por sequía.

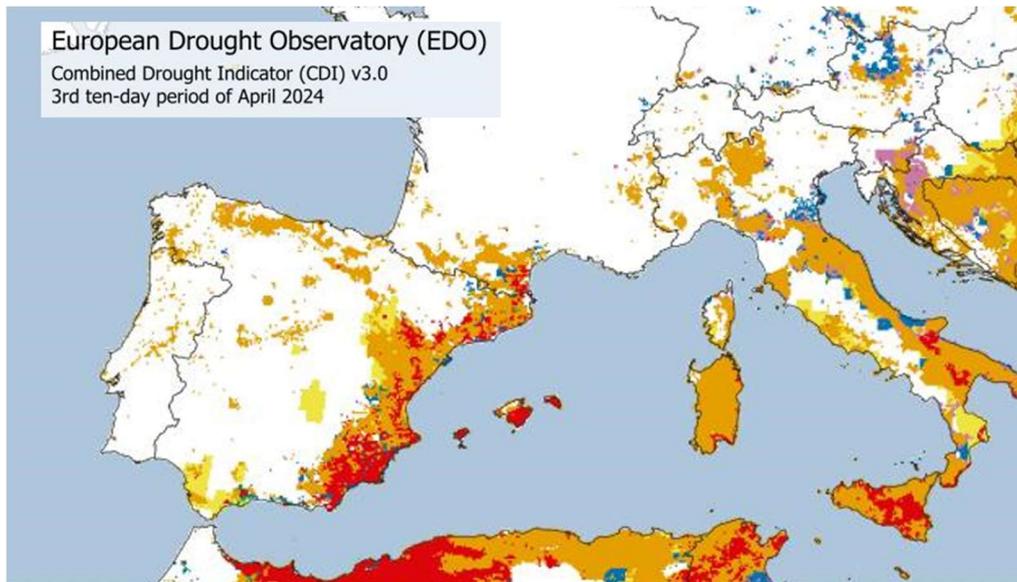


Figura 7: Mapa de pronóstico y seguimiento de sequías en el mediterráneo. Fuente: (European And Global Drought Observatories, 2024).

Con estas premisas se influye directamente en el consumidor, al cual, entre otras prohibiciones, se le determinan reducciones de abastecimiento para los diferentes usos que se le quiera aportar al agua (Pimec, 2024).

- Reducción de la dotación de riego agrícola en un 80%.
- Reducción del uso del agua para usos ganaderos del 50%.
- Reducción del 25% de los consumos de agua de los usuarios industriales.
- Reducción del consumo de agua en los usos recreativos (25% en usos asimilables a urbanos).

Si nos fijamos, se aprecia que estas reducciones según el estado de emergencia, podrían estar debidamente suministradas con metodologías de regeneración de aguas, de esta forma no afectar al resto de consumos como podría ser el del agua potable.

Lo que habrá que conseguir ante la falta de precipitaciones en los entornos más áridos, es la de búsqueda alternativas de regeneración de las aguas, de esta forma poder dar a los aprovechamientos de agua unos usos acordes con las necesidades y calidades que se demanden, siendo a su vez un factor fundamental el ahorro de suministro y la mínima afección al medio ambiental.

El sector agrícola constituye uno de los mayores consumidores de recursos hídricos en España llagando a alcanzar en el país un porcentaje de un 79,1 % (Caballero, 2024). Con estos datos señalados en la Figura 8, cabe destacar que una época de escasez hídrica impacta de manera directa en la productividad agrícola, disminuye la calidad de las cosechas, lo que provoca pérdidas económicas para los productores agrícolas.

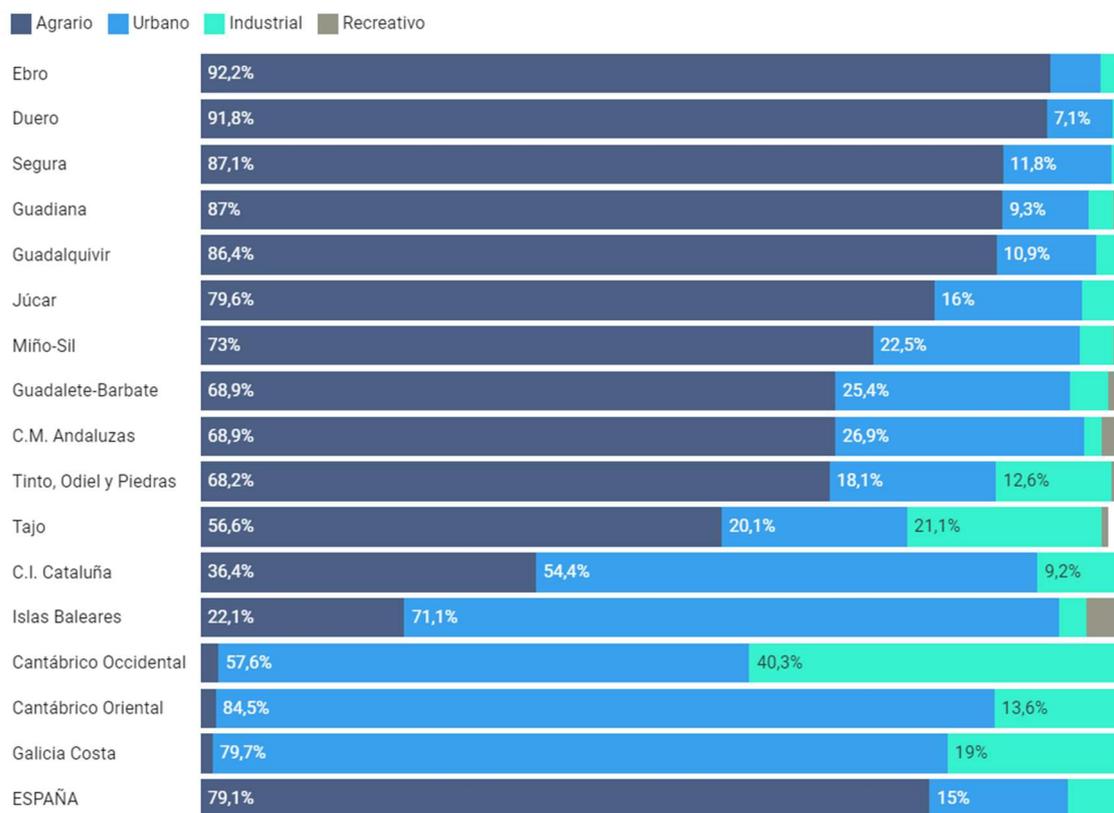


Figura 8: Usos principales del agua en las cuencas hidrográficas peninsulares. Fuente: (Caballero, 2024).

Por lo tanto, la gestión de aguas regeneradas será un factor importante a considerar la optimización de su uso, siendo esencial contar con un modelo tarifario que se ajuste a las necesidades. Esto podría resolver algunos de los problemas causados por la escasez de agua en el país, ya que, al integrar estas fuentes alternativas en la gestión hídrica, se puede reducir la presión sobre los recursos naturales y asegurar una disponibilidad más constante de agua para diversos sectores, especialmente la agricultura. De la misma forma se contribuye a una sostenibilidad ambiental, así como, a mantener la productividad y economía agraria.

Una tarificación justa y eficiente podría dar rédito a consumos justos y por lo tanto promoviendo el ahorro y el reparto adecuado de los recursos hídricos entre los usuarios. Asimismo, asignar las aguas regeneradas para la gestión agrícola permitiría maximizar el uso de otros tratamientos hídricos para diversas aplicaciones en otros sectores. Por todo esto, veremos en este trabajo las repercusiones del uso de aguas regeneradas según su tarificación y las posibilidades que nos pueden aportar, contribuyendo a su vez a una mejora de servicios y aportando directamente hacia un mayor desarrollo sostenible de los recursos.

2.6. Estado del arte

Este trabajo se desarrolla según un modelo de investigación y análisis sobre la gestión y tarificación de aguas regeneradas y su uso agrícola, donde se identifica y centraliza la información recopilada para su implementación. El propósito es conseguir la mayor información existente, clasificar los procesos de regeneración actuales y construir el modelo estándar tarifario para los usos de riego agrícola en las diferentes comunidades de España.

Al abordar el tema de la reutilización, es imprescindible analizarlo con un enfoque multidimensional y fundamentado en diversos parámetros. Esto se debe a que su aplicación no siempre se orienta hacia el mismo desempeño, lo que implica que las metodologías de tratamiento pueden divergir significativamente en términos de proceso e implementación.

Por ello, para este trabajo, se van a estudiar los datos obtenidos desde distintas fuentes oficiales de todo el país, con las cuales vamos a realizar un estudio exhaustivo para determinar un modelo tarifario estándar que nos sirva para una implantación a futuro, aportando el establecimiento de un consumo justo y sostenible.

Según la información recopilada, se hará un desglose de costes asociados a las aguas regeneradas de las cuales sacaremos una medición estandarizada, mediante varios parámetros

definidos y con su repercusión variable según las zonas de tratamiento, consumos realizados, usos y calidades.

Mediante una metodología de desarrollo, iremos calibrando el modelo y adaptándolo a las pautas que queremos obtener para lograr nuestro objetivo.

Una vez realizada la matriz, observaremos como resultaran las tarifas relacionadas con los condicionantes que correspondan. Posteriormente se hará una comparativa con tratamiento tradicional de aguas potables y de esta forma valorar si el modelo es óptimo o por el contrario genera más controversia. Según los resultados, llegaremos al apartado de plasmar las conclusiones finales y valorar la viabilidad del modelo.

Con todos estos condicionantes, determinaremos el modelo tarifario para la gestión de aguas regeneradas para el uso agrícola.

2.6.1. Zonificación de comunidades autónomas.

Uno de los primeros análisis a realizar es el de zonificar las distintas áreas donde se produce un auge de utilización de aguas regeneradas en su distribución. Esto ocurrirá en las distintas políticas de incentivos que utilicemos para las estimaciones de tarificación, ya que se primara las zonas que ya dispongas de implantación de este tipo de sistemas y que de esta forma ya infieren en un abastecimiento de aguas reutilizadas.

En el España ya son varias las comunidades que se dedican a la generación de recursos por mediación de los tratamientos de aguas regeneradas y, por lo tanto, en disposición de medios de producción y gestión de los recursos.

La mayor parte de ellos se encuentran en los entornos del mediterráneo, lugares donde históricamente se generan climatologías más cálidas y sobre todo con mayores épocas de sequía. Es evidente que la adversidad hace buscar alternativas para cubrir la necesidad, por eso en estas regiones se han tenido que poner medios y sistemas de abastecimiento desde hace años, contribuyendo a ser pioneros en el sector y una fuente de referencia para el desarrollo futuro de otras localizaciones a nivel estatal.

Zonas % Uso Agua Regenerada

■ Zona 2 ■ Zona 3 ■ Zona 1



Figura 9: Zonificación según porcentaje de usos de aguas regeneradas en España. Fuente: INE – Instituto Nacional de Estadística.

Esta distribución la recogemos según los datos que nos aporta el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), correspondientes al último registro que se dispone del año 2020.

Con ellos se realiza una recopilación de los datos aportados (Tabla 1) y de esta forma proceder a determinar la zonificación a la que pertenecen, en base a los valores porcentuales de regeneración que ejercen.



Comunidad Autónoma	Volumen total agua reutilizada 2020	% de Agua Regenerada	Zonificación Según (%) Uso Agua Regenerada
Andalucía	99968	6,86	Zona 2
Aragón	10043	0,69	Zona 3
Asturias	26285	1,80	Zona 3
Islas Baleares	140682	9,65	Zona 2
Canarias	75336	5,17	Zona 3
Cantabria	4911	0,34	Zona 3
Castilla y León	11429	0,78	Zona 3
Castilla-La Mancha	15501	1,06	Zona 3
Cataluña	105070	7,21	Zona 2
Comunidad Valenciana	545832	37,45	Zona 1
Extremadura	0	0,00	Zona 3
Galicia	89700	6,15	Zona 2
Madrid	36320	2,49	Zona 3
Murcia	286754	19,67	Zona 1
Navarra	220	0,02	Zona 3
País Vasco	9569	0,66	Zona 3
La Rioja	0	0,00	Zona 3
Ceuta y Melilla	0	0,00	Zona 3
Total:		1457620	

Tabla 1: Volumen de aguas reutilizadas y regeneradas en España. Fuente: Elaboración propia.

2.6.2. Tratamiento de reutilización

Para poder dar pasos en firme dando salida y validez al proceso de tarificación, habrá que desarrollar e implementar un sistema de reutilización de agua con el fin de elevar el estándar de calidad del efluente tratado en la planta de tratamiento de aguas residuales, asegurando que cumpla con los requisitos necesarios para su reutilización. Esto implica la introducción de procesos avanzados que complementen la infraestructura de tratamiento existente, con el objetivo de reducir los niveles de contaminación residual a valores aceptables para los diferentes usos previstos del agua reutilizada (Salazar, 2023), siendo el relacionado con los usos agrícolas uno de los requisitos principales que se deben tener en cuenta.

Para alcanzar este objetivo, el proceso de regeneración se enfocará en disminuir la presencia de agentes patógenos que puedan haber resistido a los tratamientos previos de depuración. Asimismo, se trabajará en la reducción de los niveles de sólidos en suspensión y turbidez del agua tratada, asegurando que cumpla con los estándares mínimos requeridos para su uso previsto.

2.6.2.1. Estación de Regeneradora de Aguas Residuales (ERAR).

Una estación regeneradora de aguas residuales (ERAR), es la instalación cuya función es aplicar ese tratamiento complementario a las aguas residuales depuradas en la estación de aguas residuales (EDAR), como se aprecia en la Figura 10. El tratamiento complementario aplicado a las aguas residuales depuradas se conoce también como tratamiento terciario de depuración (Hidrotec, 2024).

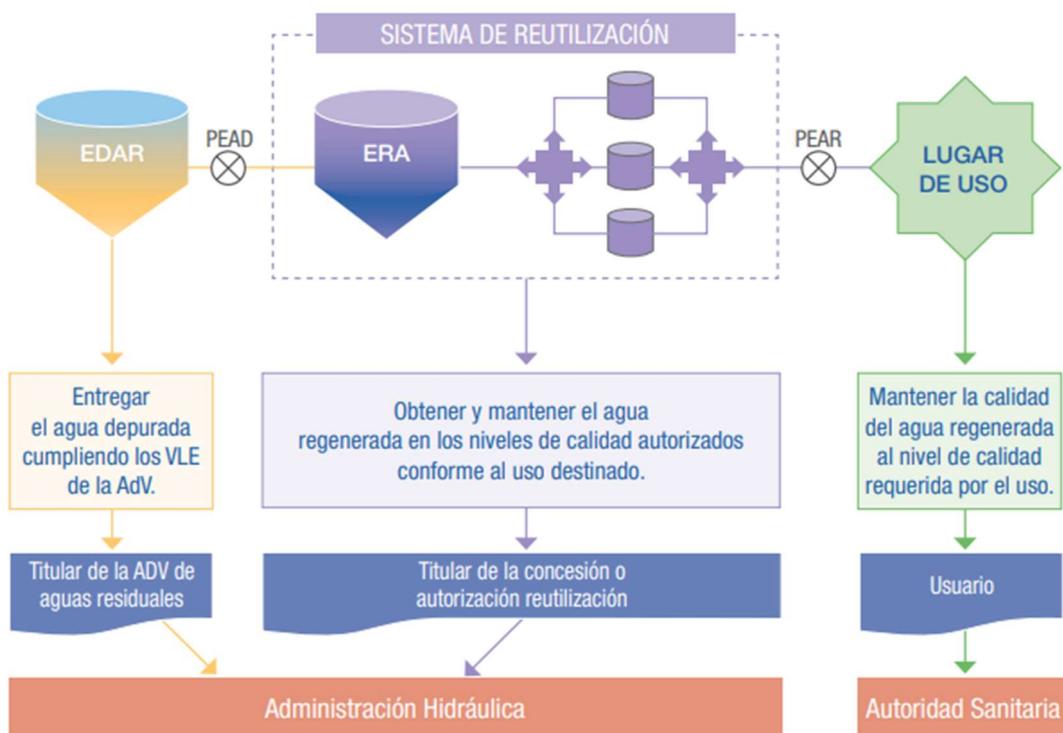


Figura 10: Procedimiento sistema de reutilización de ERAR. Fuente: Guía para la aplicación del R.D. 1620/2007.

Determinar cuánto cuesta y cuánto se debe pagar por el agua regenerada es crucial al planificar y operar una ERAR. Aunque es posible calcular con detalle su costo de operación, establecer el precio del agua regenerada es más complicado. La ausencia de un mercado dedicado al agua regenerada dificulta la determinación de su precio. Como resultado, el precio del agua regenerada suele basarse en el costo del agua convencional, que sirve como el único punto de referencia disponible, aunque no es exactamente el costo que le corresponde. Por ello, se asume que el coste por metro cúbico (m^3) debe ser igual al precio máximo de venta (Melgarejo, 2009),

con la intención de poder tener rédito económico más allá de las funcionalidades para las que se ha planificado su uso y explotación.

En lo referido a la gestión del agua regenerada, especialmente en la agricultura, al comparar los costos asociados con las alternativas convencionales de suministro de agua, es fundamental evaluar el potencial económico y las ventajas que ofrece su uso.

En este sentido, al evaluar las estructuras de costos, se debe tener en cuenta no solo el costo directo de tratamiento y suministro del agua regenerada, sino también los beneficios adicionales que puede ofrecer en términos de seguridad hídrica, sostenibilidad ambiental y reducción de la dependencia de fuentes de agua convencionales. Además, es importante considerar aspectos como la calidad del agua regenerada y su idoneidad para diferentes usos, así como los posibles incentivos o subsidios disponibles para fomentar su uso en sectores como la agricultura.

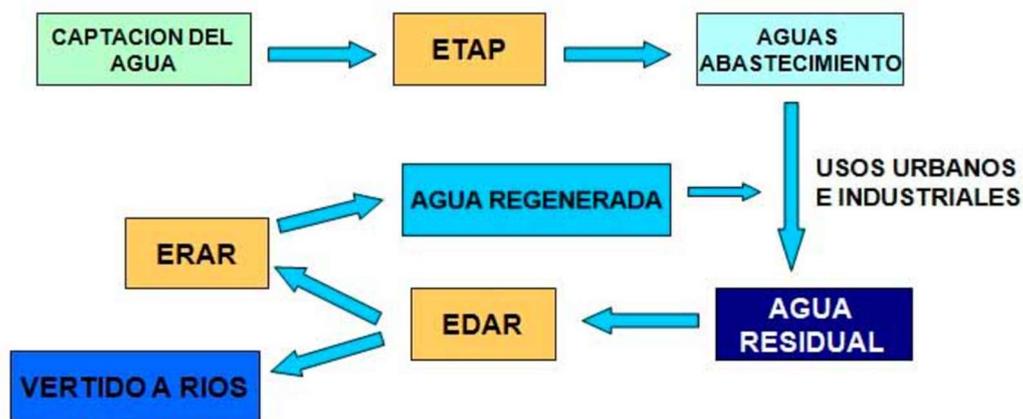


Figura 11: Ciclo y etapas del agua regenerada. Fuente: (Regidor, 2019).

2.6.2.2. Plan de implementación y tipo de tratamiento.

Para la reutilización de las aguas se llevan a cabo diversos procesos o tratamientos sobre las que anteriormente hayan tenido otro tipo de usos, principalmente un uso municipal o industrial. Para poder ofrecer este segundo uso útil a estas aguas es necesario aplicar un tratamiento adicional al tratamiento convencional de depuración.

El diseño del tratamiento de regeneración se adapta en función del uso futuro del agua regenerada, puesto que los parámetros de calidad varían según se regula en el R.D. 1620/2007 de reutilización.

Clase de calidad mínima de las aguas regeneradas	Categoría de cultivo (*)	Método de riego
A	Todos los cultivos de alimentos que se consumen crudos en los que la parte comestible está en contacto directo con las aguas regeneradas y los tubérculos que se consumen crudos	Todos los métodos de riego
B	Los cultivos de alimentos que se consumen crudos cuando la parte comestible se produce por encima del nivel del suelo y no está en contacto directo con las aguas regeneradas, los cultivos de alimentos transformados y los cultivos no alimenticios, incluidos los cultivos utilizados para alimentar a animales productores de carne o leche	Todos los métodos de riego
C	Los cultivos de alimentos que se consumen crudos cuando la parte comestible se produce por encima del nivel del suelo y no está en contacto directo con las aguas regeneradas, los cultivos de alimentos transformados y los cultivos no alimenticios, incluidos los cultivos utilizados para alimentar a animales productores de carne o leche	Riego por goteo (**) u otro método de riego que evite el contacto directo con la parte comestible del cultivo
D	Cultivos destinados a la industria y a la producción de energía y de semillas	Todos los métodos de riego (***)

(*) En caso de que un tipo determinado de cultivo regado corresponda a varias categorías del cuadro 1, se le aplicarán los requisitos de la categoría más estricta.

(**) El riego por goteo es un sistema de microrriego capaz de suministrar el agua en gotas o pequeños chorros a los vegetales y consiste en un goteo de agua sobre el suelo o directamente bajo la superficie en cantidades muy pequeñas (2-20 litros/hora) con un sistema de tubos de plástico de pequeño diámetro provistos de unos orificios denominados goteros de riego.

(***) En el caso de métodos de riego que imitan la lluvia, debe prestarse especial atención a la protección de la salud de los trabajadores o los transeúntes. A tal efecto, se aplicarán las medidas preventivas adecuadas.

Tabla 2: Clases de calidades de las aguas regeneradas y uso agrícola y método de riego permitidos.
Fuente: (Marcuello,2020).

Actualmente se pueden clasificar los procesos de reutilización más comunes en 4 tipos (Aedyr, 2019):

- **Reutilización básica:** está basada en tratamientos biológicos secundarios para la reducción de materias en suspensión y la eliminación de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo.
- **Tratamientos terciarios:** son los tratamientos en los que además de la reutilización básica, se añade un proceso de filtración para eliminar mayor cantidad de materias en suspensión y posteriormente se realiza un proceso de desinfección. En este tipo de proceso también podríamos incluir los Reactores Biológicos de Membranas (MBR) que combinan el tratamiento biológico y la filtración en la misma etapa de tratamiento
- **Tratamientos terciarios avanzados:** son los tratamientos que además de incluir los dos anteriores, añaden también Oxidaciones Avanzadas (AOP) y posteriormente una etapa de absorción de los subproductos generados.

- **Tratamientos multi-barrera, multi-membrana o triple-barrera:** estos tratamientos de reutilización incluyen etapas de Micro o Ultra-Filtración, Nano-Filtración u Ósmosis Inversa, seguidas de una Desinfección o AOP.

Los tratamientos terciarios para aguas regeneradas consisten en procedimientos especializados que se llevan a cabo posteriormente a los tratamientos primarios y secundarios. Su objetivo es generar agua de excelente calidad, adecuada para aplicaciones particulares, como la irrigación en la agricultura o la recarga de acuíferos. Todo ello para garantizar que se cumpla con los estándares de calidad requeridos, reduciendo posibles riesgos para la salud humana, cultivos y el medio ambiente, como se señala en la siguiente Tabla 3.

Clase de calidad de las aguas regeneradas	Tratamiento indicativo	Requisitos de calidad				
		E. coli (número/100 ml)	DBO ₅ (mg/l)	STS (mg/l)	Turbidez (UNT)	Otros
A	Tratamiento secundario, filtración y desinfección	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 5	Legionella spp.: < 1 000 UFC/l cuando exista un riesgo de aerosolización Nematodos intestinales (huevos de helmintos): ≤ 1 huevo/l para el riego de pastos o forraje
B	Tratamiento secundario y desinfección	≤ 100	De conformidad con la Directiva 91/271/CEE (anexo I, cuadro 1)	De conformidad con la Directiva 91/271/CEE (anexo I, cuadro 1)	–	
C	Tratamiento secundario y desinfección	≤ 1 000			–	
D	Tratamiento secundario y desinfección	≤ 10 000			–	

Tabla 3: *Requisitos de calidad de las aguas regeneradas para el riego agrícola. Fuente: (Marcuello, 2020).*

Son a partir de este proceso de tratamiento, desde donde comenzamos a tener en cuenta los costes adicionales para poder ir englobando las necesidades que se requieren, asociándolo a las calidades y los costes que conlleva. Desde este momento se podrá obtener un orden de magnitud monetario para buscar una tarificación que asuma este proceso de tratamiento de aguas regeneradas.

Nos basaremos en los distintos tipos de regeneración, teniendo en cuenta la desalación o no, de los procesos depurativos y el nivel de calidad que se quiere conseguir.

La representación esquemática de lo mencionado se muestra en la siguiente Figura 12:

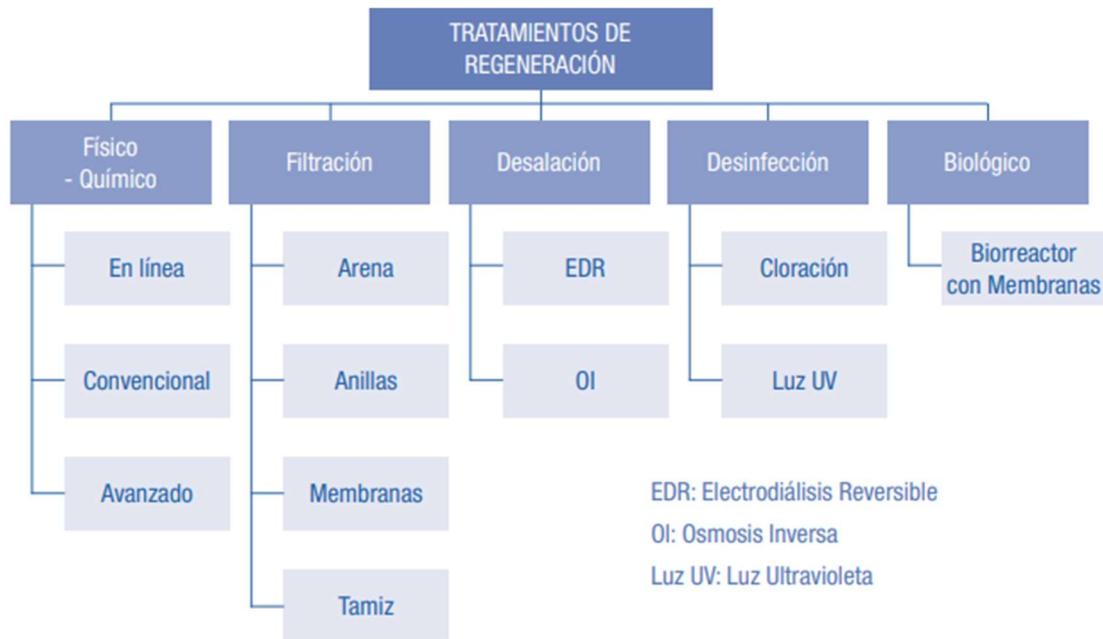


Figura 12: Tecnologías de regeneración más empleadas. Fuente: Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas.

El aspecto fundamental en los procesos de regeneración es el grado de desinfección. En primer lugar, se clasifican las categorías establecidas en el Real Decreto 1620/2007 según los estándares de calidad bacteriológica requeridos.

Entre los tipos de tratamientos distinguimos los referidos a desalación y los no referidos a desalación, junto con los límites establecidos ante los distintos patógenos que puedan existir en las aguas y puedan filtrarse con seguridad.

Según el uso adecuado a su finalidad, se realizan distintos procesos de tratamiento que, dependiendo su uso, se consumen los recursos necesarios sin exceder en el proceso, logrando así una actividad más eficiente, económicamente viable y sostenible con el medio ambiente (US EPA. 2024).

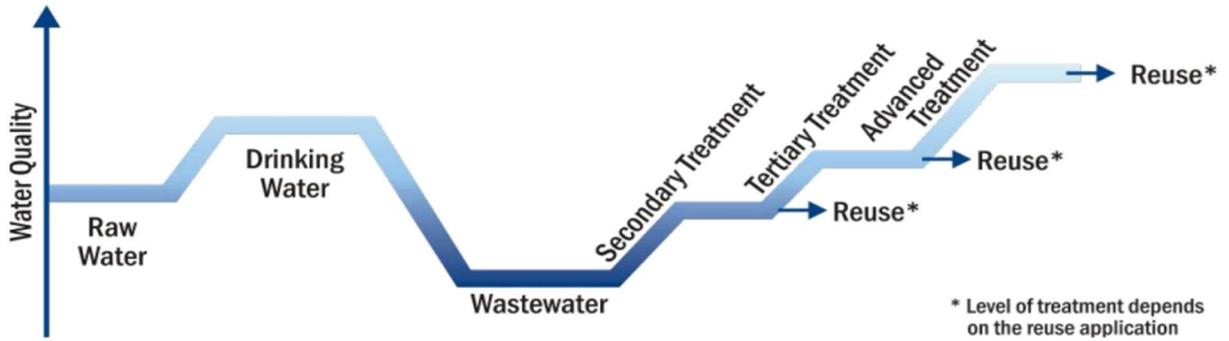


Figura 13: Tecnologías de regeneración más empleadas. Fuente: (US EPA, 2024).

Según los usos y calidades señalados en la Figura 14 y la Figura 15, tendremos la siguiente relación descriptiva de tratamientos tipo.

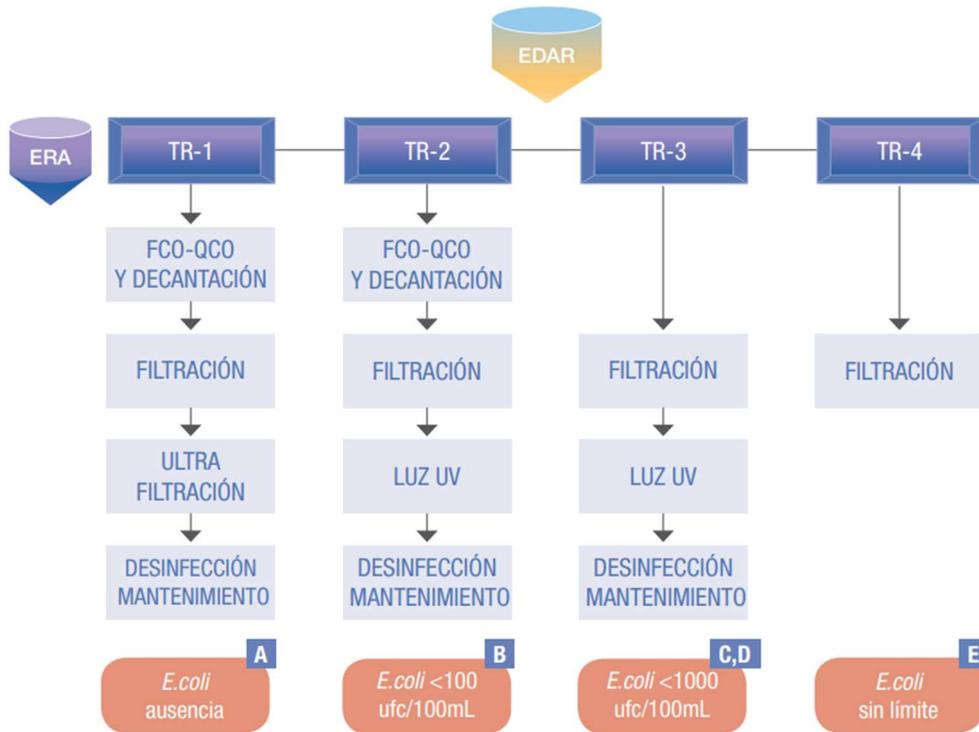


Figura 14: Tratamientos sin desalación. Fuente: Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas.

2.6.2.3. Tratamiento 1 (TR-1).

Para la búsqueda de eliminación total de la bacteria e.colie, en tratamientos que requiera dicha ausencia en el uso de la aguas.

Son tratamientos que buscan un tipo de uso:

- Urbano Residencial, para riego de jardinería o usos como aguas grises.
- Industrial, para aportes de refrigeración o condensación.
- Ambiental, para la recarga de acuíferos.

El agua filtrada se somete a un proceso de ultrafiltración para que, en el proceso final, se aplique una desinfección de mantenimiento, asegurando la erradicación de microbiológicos y así garantizar la calidad del agua regenerada.

2.6.2.4. Tratamiento 2 (TR-2).

Requerido para un tipo de uso donde se dé un valor máximo admisible bacteriológico sea inferior a 200 UFC/100 mL, sin buscar su total erradicación:

Son tratamientos que buscan un tipo de uso:

- Urbano de servicios, riego de zonas verdes, lavados y limpieza de calles.
- Agrícola, para tratamiento de productos de consumo humano fresco o no fresco y de animales.
- Industrial, para procesos y limpieza industrial.
- Recreativo, riegos campos y césped.
- Ambiental, para la recarga de acuíferos.

Tratamiento donde el proceso de desinfección se realiza por métodos de luz ultravioleta. Con este modelo de filtración se consiguen lo parámetros deseados y a su vez consiguiendo un ahorro de costes considerable.

2.6.2.5. Tratamiento 3 (TR-3).

Para la búsqueda de aguas regeneradas menos exigentes y que se requieran menores calidades con valores máximos admisibles bacteriológicos inferiores a 10.000 UFC/100mL,

Son tratamientos que buscan un tipo de uso:

- Agrícola, para cultivos leñosos y no alimentarios.
- Industrial, para procesos y limpieza industrial.
- Recreativo, estanques.
- Ambiental, riego bosques sin acceso al público.

Al carecer de un tratamiento previo físico-químico y decantación, su calidad es menor y por lo tanto algo más restringida. También el proceso es más económico y supone grandes ahorros.

2.6.2.6. Tratamiento 4 (TR-4).

Tratamiento donde no se exijan límites bacteriológicos y la calidad no sea la óptima para el público.

Son tratamientos que buscan un tipo de uso:

- Ambiental, riego bosques sin acceso al público.

Es el tratamiento con la calidad mínima exigible, más económica pero la menos recomendada.

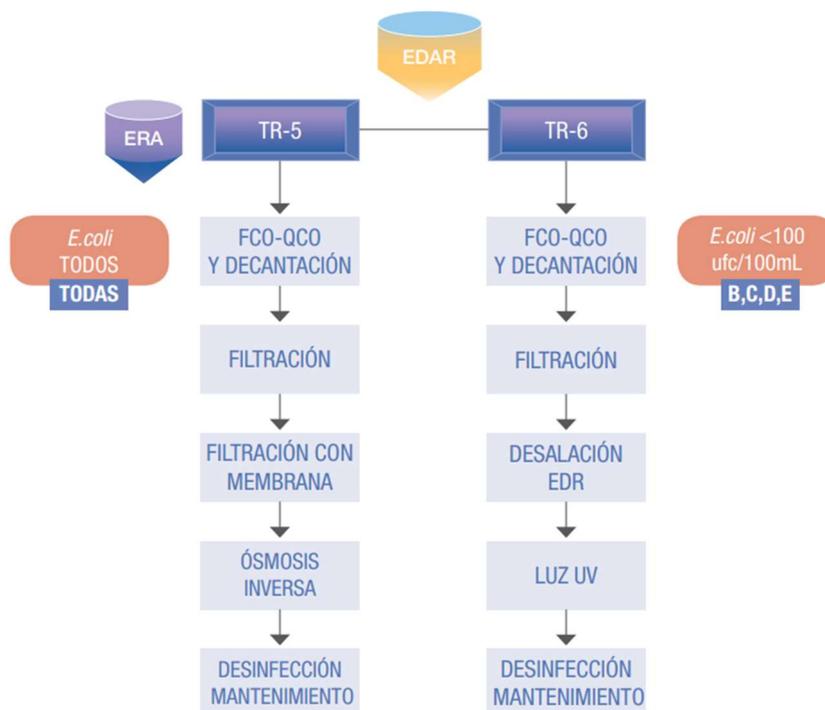


Figura 15: Tratamientos con desalación. Fuente: Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas.

2.6.2.7. Tratamiento 5 (TR-5) y tratamiento 6 (TR-6).

Tratamientos de reutilización para procesos de desalación de aguas regeneradas, mediante metodologías de ósmosis inversa y electrodiálisis reversible. La opción de estos procesos debe ser valorado previamente a tenor de los distintos factores que puedan afectar al aprovechamiento que se quiera destinar. Así todo, los tratamientos que se llevan a cabo, originan buenas calidades de agua y para prácticamente todos los usos que se le quieran dar, excepto el consumo humano. Como factor en contrata, este proceso de tratamiento de agua regenerada, si conlleva mayores gastos y por lo tanto su gestión incurre en mayores costos.

Señalar que el **tratamiento 2 (TR-2) y tratamiento 3 (TR-3)**, son los más factible para el estudio que vamos a realizar sobre las aguas regeneradas para el uso agrícola. Con ellos haremos las simulaciones de tarificación respecto al modelo a estudio y sus distintos condicionantes.

El tipo de **tratamiento 2 (TR-2)**, es el más extendido a nivel global y por lo tanto el más habitual para la gestión de las aguas regeneradas.

A su vez, se valora también el caso específico del **tratamiento 5 (TR-5)**, para tener diversas comparativas según este modelo de gestión y poder valorar debidamente las distintas alternativas existentes.

2.6.3. Beneficios e inconvenientes de la reutilización de aguas

La disponibilidad de agua está determinada por la cantidad física de agua disponible y por las prácticas relacionadas con su almacenamiento, gestión y distribución, afectando tanto a los recursos hídricos de aguas superficiales como subterráneos, así como con los procesos de reciclaje y reutilización.

Dada la gran importancia del agua en la producción agrícola y la seguridad alimentaria, su disponibilidad es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria y nutricional tanto en el presente como en el futuro. No obstante, nos encontramos con el hecho donde los suministros de agua dulce cada vez escasean más, llegando a una tasa de déficit alarmante y preocupante. Al considerar la reutilización del agua, es esencial examinarla desde diversas perspectivas que abarcan aspectos sanitarios, agronómicos, hidrogeológicos, técnicos y económicos.

A continuación, se presentarán los aspectos pertinentes relacionados con la reutilización de las aguas regeneradas, evaluando tanto sus ventajas como desventajas en función de diversos criterios.

2.6.3.1. Beneficios

En un contexto del aumento de consumo sobre los recursos hídricos, el agua regenerada surge como una herramienta estratégica en la gestión integrada del agua. Su adopción no solo responde a la necesidad de solventar la escasez de agua, sino que también conlleva una serie de ventajas como son los aspectos ambientales, económicos y sociales. Desde la reducción del agotamiento de fuentes naturales de agua y la carga contaminante hasta llegar a optimizar los recursos disponibles, el agua regenerada se posiciona como un elemento esencial para promover la sostenibilidad e igualdad en la gestión hídrica a nivel global.

A continuación, se señalan varios aspectos beneficiosos para el desarrollo de reutilización de las aguas regeneradas.

- **Conservación de Recursos Hídricos:** La reutilización del agua regenerada reduce la demanda de agua dulce, conservando así los recursos hídricos naturales.
- **Seguridad del Suministro:** El agua regenerada emerge como un recurso alternativo y confiable de abastecimiento de agua, particularmente beneficiosa en zonas que sufren períodos de sequía. Este proceso ofrece una solución resiliente y sostenible para garantizar el suministro de agua en momentos de necesidad.
- **Reducción de la Contaminación:** Al reutilizar el agua tratada, se reduce la descarga de otras aguas residuales, lo que puede ayudar a prevenir la contaminación y mejorar la calidad del agua.
- **Beneficios Económicos:** La reutilización del agua regenerada tiene el potencial de optimizar los costos asociados al tratamiento de aguas residuales, al tiempo que reduce la dependencia de otras fuentes de agua potable, como pueden ser las aguas desalinizadas. Este enfoque eficiente no solo impulsa el ahorro económico en el proceso de tratamiento, sino que también promueve una gestión más sostenible y equitativa de los recursos hídricos, asegurando un suministro confiable de agua para las comunidades.



Figura 16: Reutilización de aguas superficiales por aguas regeneradas uso agrícola. Fuente:(Solá,2019).

2.6.3.2. Beneficios del agua regenerada para uso agrícola.

El empleo de agua regenerada para riego agrícola ofrece una serie de ventajas destacadas, entre las que se incluye la preservación de recursos hídricos de agua dulce para otros usos. Otros factores son el del aprovechamiento de nutrientes que aporta el agua regenerada como fertilizante para las plantaciones y terrenos, así como la reducción de vertidos en hábitats acuáticos sensibles.

La disponibilidad con mayor continuidad de agua regenerada es otro factor importante ya que proporciona un suministro confiable para la irrigación de los cultivos, independientemente de las condiciones climáticas o las estaciones del año.

Como se ha comentada, la fertilización natural es una característica a destacar, ya que el agua regenerada a menudo contiene nutrientes beneficiosos como nitrógeno, fósforo y potasio, que actúan como fertilizantes naturales, reduciendo la necesidad de fertilizantes químicos y mejorando la salud del suelo. Tanto los microorganismos, como la materia orgánica biodegradable, son beneficios adicionales que pueden enriquecer el agua regenerada. (Candela et al., 2007).

El aspecto de la reducción de la contaminación ambiental también se debe tener en cuenta, ya que, en la descarga de aguas residuales en ríos, lagos y acuíferos, contribuye a preservar la calidad del agua y proteger los ecosistemas acuáticos.

Por todos estos factores podemos decir que la utilización del agua regenerada puede resultar beneficiosa para el entorno agrícola, ya que afecta directamente en ahorros significativos sobre los costos de tratamiento de aguas residuales y a favor como alternativa de la compra de agua potable, beneficiando a los agricultores y a las comunidades en general. El riego con aguas regeneradas es generalmente seguro y debe ser promovido. Los posibles riesgos dependen de varios factores entre los que se incluyen la calidad del agua, las características de suelo y planta, el método de riego, las prácticas de cultivo y las condiciones ambientales. Estos riesgos pueden ser controlados mediante unas adecuadas prácticas de gestión de los riegos.

2.6.3.3. Inconvenientes

Desde una mirada global, es importante reconocer que la identificación de ciertos efectos adversos en casos específicos no debería eclipsar los considerables beneficios generales que conlleva el uso del agua regenerada. Sin embargo, es crucial aplicarla de manera responsable, ya que, al tener una calidad inherente diferente a la del agua potable, existe la posibilidad de que surjan problemas potenciales.

Cuando hablamos de tratamientos de regeneración por desalinización, se debe tener en cuenta que estas aguas pueden llegar a contener una concentración de sales disueltas, que incluyen cloruros, sulfatos, carbonatos. Es cierto que los porcentajes son reducidos, pero no por ello hay que dejarle de prestar atención y tenerlo en cuenta. Un control exhaustivo es importante para garantizar que cumplan con los estándares de calidad y que sean seguras para su uso previsto.

A continuación, se señalan varios inconvenientes en el desarrollo de reutilización de las aguas regeneradas.

- **Riesgos sanitarios:** El uso de aguas regeneradas plantea un riesgo significativo para la salud pública y para los trabajadores involucrados debido a la mayor exposición a microorganismos patógenos y sustancias tóxicas. Este riesgo es considerablemente más alto en comparación con el uso de aguas de alta calidad.

Las aguas residuales contienen una variedad de microorganismos como bacterias, virus, protozoos y nematodos, los cuales pueden ocasionar diversas enfermedades, una situación que

se da especialmente en algunos países en desarrollo, que usan aguas parcialmente procesadas para riego de cultivos (Asano y Cortuvo, 1998)

- **Percepción pública:** Existe resistencia o preocupación por parte del entorno social respecto al uso de agua regenerada debido a percepciones sobre su calidad y seguridad para el consumo humano.

Para una implantación adecuada, aun se requiere una educación y concienciación pública para poder lograr una aceptación y comprensión del agua regenerada sobre la ciudadanía.

- **Costos de Tratamiento:** El tratamiento del agua regenerada puede ser costoso, especialmente cuando se necesitan tecnologías avanzadas para eliminar contaminantes específicos y asegurar su adecuada calidad.

- **Impacto Ambiental:** Aunque la reutilización del agua regenerada puede reducir la extracción de agua dulce, el proceso de tratamiento y distribución puede tener un impacto ambiental negativo, especialmente si se requiere una gran cantidad de energía. Las energías renovables en estas prácticas, serían una gran combinación de recursos.

- **Desafíos regulatorios:** Para una adecuada gestión de aguas regeneradas se implican el desarrollo y la implementación de normativas que aborden aspectos como la calidad del agua tratada, su uso previsto y la protección de la salud pública y el medio ambiente.

2.6.3.4. Inconvenientes del agua regenerada para uso agrícola.

El riego con aguas regeneradas es generalmente seguro y debe tenerse en cuenta.

Los riesgos potenciales están determinados por una variedad de factores, como la calidad del agua, las condiciones del suelo y de la planta de tratamiento, las técnicas de cultivo y el entorno ambiental. Estos riesgos pueden mitigarse con prácticas de riego apropiadas.

La atención respecto al riego con agua regenerada en la agricultura se concentra principalmente en tres áreas de preocupación (IQS,2023):

- La posible salinización de suelos y plantaciones.
- La acumulación de metales tóxicos en el suelo y su posterior absorción por las plantas.
- La contaminación del agua subterránea con sales y contaminantes emergentes.

Por ello controlar la conductividad eléctrica (CE) y la Relación de Adsorción de Sodio (RAS) en el agua de riego es vital para evitar posibles problemas de salinidad y sodicidad en los suelos agrícolas (INTAGRI,2017). Estos parámetros nos proporcionan información crucial sobre la cantidad de sales disueltas y la proporción de sodio en el agua, lo que nos ayuda a tomar medidas preventivas para proteger la salud del suelo y garantizar el éxito de los cultivos.

Asimismo, existe inquietud por los riesgos para la salud pública asociados con la presencia de patógenos.

Las características de aguas reutilizadas para el riego afectan a las propiedades de los cultivos de forma directa e indirecta, como podría ser la posible modificación de sus propiedades.

2.7. Gestión de agua potable

Según los datos en la actualidad que se aprecian en la Tabla 17, tenemos un coste medio de agua en España es de 1,97 €/ m³, siendo la Comunidad Autónoma más barata Castilla y León con 1,16 €/ m³ y la más cara Cataluña con 2,68 €/ m³ (Zvik, 2024).

Comunidad autónoma	Coste unitario €/m ³	Suministro €/m ³	Alcantarillado y Depuración €/m ³
Andalucía	1,8	1,08	0,72
Aragón	1,52	0,74	0,78
Asturias	1,27	0,68	0,59
Baleares	2,32	1,28	1,04
Canarias	2,3	1,9	0,4
Cantabria	1,72	0,9	0,82
Castilla y León	1,16	0,65	0,51
Castilla-La Mancha	1,26	0,8	0,46
Cataluña	2,69	1,49	1,2
Comunitat Valenciana	2,23	1,31	0,92
Extremadura	1,36	0,93	0,43
Galicia	1,24	0,76	0,48
Madrid	2,07	1,32	0,75
Murcia	2,61	1,79	0,82
Navarro	1,33	0,72	0,61
País Vasco	1,94	0,95	0,99
La Rioja	1,17	0,52	0,65
Ceuta y Melilla	1,95	1,46	0,49

Figura 17: Coste unitario del agua potable en España (€/m³). Fuente: (Zvik, 2024).

El precio del agua potable en España varía significativamente según la región, debido a factores como la disponibilidad de recursos hídricos, la infraestructura necesaria para su distribución y

tratamiento, y las políticas tarifarias locales. Este coste se mide en euros por metro cúbico ($\text{€}/\text{m}^3$), lo que permite a los consumidores evaluar su gasto basado en el volumen de agua utilizado, no siendo posible calcular una estimación precisa para cada individuo sin considerar varios parámetros, tales como:

- La localidad de residencia siendo la zona norte del país donde las tarifas son más económicas.
- El consumo realizado, donde mayor consumo mayor es el coste económico.
- Costes según diámetro de acometidas de distribución, cuando su diámetro sea mayor, más caudal suministra y por lo tanto su tarificación también es más alta.
- Bonificaciones o incentivos, mediante ayudas locales, planes de sociales o financiación europea.

Según datos de la OCU y como se señala en la Figura 18, para cada una de las principales ciudades de España, se dispone de una tarificación en base a los parámetros señalados.



Figura 18: Coste medio de agua potable en distintas zonas de España ($\text{€}/\text{m}^3$). Fuente: (Tarifasdeagua, 2024).

Con todas estas premisas nos dispondremos a desarrollar nuestra metodología para la obtención del modelo tarifario propuesto para la gestión de aguas regeneradas y su uso agrícola.

3. OBJETIVOS

En cumplimiento con las regulaciones sobre el tratamiento de aguas residuales, es necesario garantizar que los vertidos públicos de agua cumplan con los estándares mínimos de calidad establecidos. En consecuencia, se desarrollan nuevos métodos de reutilización de aguas para adaptarse a las necesidades de la población y perfeccionamiento de los sistemas con la finalidad de llegar a los objetivos y rendimientos deseados, pero siempre ligado a la afección directa de su coste económico.

Por todo ello el objetivo principal de este TFM consistirá en la búsqueda de una tarificación de modelo guía para la gestión y aprovechamiento de aguas regeneradas en España para el desarrollo agrario. Nos basaremos en las necesidades que se demandan, en función de los consumos, así como las técnicas de depuración empleadas, teniendo en cuenta los distintos marcos de actuación según los requerimientos o posibilidades en diversas regiones del país.

Según análisis multicriterio se cotejarán distintos estándares de tarificación basados en las demandas, los usos y las necesidades de cada ubicación a estudio, con la obtención de resultados clave y la búsqueda de mejores alternativas.

3.1. Objetivo principal

Como ya hemos comentado, este trabajo consistirá en la búsqueda de una metodología de tarificación de aguas regeneradas para su reutilización en el sector agrícola, con la intención de buscar alternativas sustitutivas al consumo de agua potable y a su vez aportar metodologías más sostenibles y amigables con el medio ambiente para el abastecimiento de recursos hídricos.

Se estudiará la viabilidad de los costes que supone una alternativa de aprovechamiento de aguas regeneradas, en comparación con los suministros de agua potable actuales usados para los mismos conceptos, buscando así, como evitar en lo máximo posible el perjuicio que acarrear dichos consumos excesivo a día de hoy.

Según los resultados obtenidos, la intención es valorar su idoneidad para poder incurrir en su protocolización y utilización, aumentando ampliamente las alternativas de abastecimiento. Por ello se analizarán y valorarán metodologías de buenas prácticas y su relación en la monetización de los sistemas de regeneración de las aguas, con la intención de determinar la implantación más idónea y corroborar que es una opción viable o por el contrario no resulta realmente

atractiva, manteniendo los sistemas actuales o proponer otro tipo de modalidades de abastecimientos.

Nos centraremos en un desarrollo metódico para la búsqueda de procesos creativos, que vincule los consumos a los costos de reutilización de aguas, donde podamos disponer de distintas opciones a comparar y evaluar para una toma de decisión lo más factibles posibles, dotando de la información suficiente para optar por la opción más consecuente y posible para los consumidores.

Los pasos a seguir de los objetivos principales se guiarán a través de los siguientes conceptos para la búsqueda de implantación de un modelo tarifario:

- 1) Creación y desarrollo de un modelo de tarificación que refleje los costos de producción, tratamiento y distribución, donde resulte una tarificación estándar para el uso de las aguas regeneradas a nivel genérico. Se buscará la capacidad de realizar un análisis comparativo de costos entre múltiples alternativas y propuestas, considerando las diversas metodologías de tratamiento disponibles, así como sus beneficios ambientales y sociales.
- 2) Evaluación de la viabilidad económica y técnica de la producción y distribución de agua regenerada en el sector de la agricultura, según sistemas de tarificación sobre los procesos de reutilización de las aguas, los ahorros de consumo según las metodologías y la repercusión económica que conlleva.
- 3) Como objetivo final plantearemos unos ejemplos con casos prácticos basándonos en un núcleo de población concreta, donde utilizando los enfoques descritos con los estándares de elección ajustados a las demandas y desafíos específicos, evaluar la efectividad de los análisis y valorar si se podrían aplicar en futuras iniciativas.

3.2. Objetivo secundario

Aparte de abordar los objetivos principales previamente mencionados, durante la elaboración del trabajo se explorarán en un segundo término los siguientes aspectos secundarios.

- 1) Recabar todos los datos completos sobre diversos tipos de sistemas de reutilización de aguas que se desarrollan, su forma de operatividad, así como sus ventajas o desventajas según los ámbitos de actuación.
- 2) Desarrollar una metodología que sea especialmente accesible y fácil de entender, con intención promover el uso de este tipo de sistemas de selección en contextos prácticos, con el fin de establecer un marco de referencia económico para evaluar los distintos enfoques de aplicación.
- 3) Extraer conclusiones a partir de los estudios ejecutados, proponer direcciones de investigación y recomendaciones para la implementación y ajuste continuo del modelo de tarificación, en función de la evolución de las condiciones locales y los objetivos de sostenibilidad.

La idea es buscar el diseño y desarrollo de actuaciones para el tratamiento de aguas regeneradas con unos costos justos y admisibles, buscando a la vez una reducción y regularización de los consumos.

La tarea consistirá en la optimización de un sistema de selección mediante el uso de una matriz, priorizando la identificación de los criterios más apropiados para la evaluación de sistemas de depuración en función de sus costos. Con este fin, se requiere que estos criterios sean predominantemente cuantificables y demostradamente influyentes en la toma de decisiones respecto a la idoneidad de las alternativas disponibles.

4. METODOLOGÍA

El presente TFM se ha desarrollado tomando y estudiando la información necesaria, así como referencias de estudio e investigación, a través de las indagaciones realizadas mediante las distintas herramientas de búsqueda bibliográfica en diversas fuentes de bases de datos académicas, profesionales y de expertos en la materia.

Se ha realizado una recopilación de datos pertinentes sobre la tarificación del agua reciclada tanto a nivel nacional como internacional, junto con análisis de estudios técnicos y económicos asociados. Además de una recopilación de la literatura científica y técnica que aborda el concepto de tarificación del agua reciclada y su importancia en la gestión de los recursos hídricos.

Durante la exploración de la literatura académica tanto nacional como internacionalmente, se ha procurado priorizar la selección de artículos más recientes. Sin embargo, se ha observado una notable limitación, especialmente en la información técnico-económica, donde se aprecia que las indagaciones realizadas hasta la fecha aún no han sido lo suficientemente esclarecedoras ni productivas. No existe la suficiente información en la que se pueda valorar fehacientemente el caso a estudio, siendo por ello este hecho, uno de los motivos de por el cual se ha decidido desarrollar el estudio referido en este el TFM.

La documentación e información tratada ha correspondido a criterios normativos y legislativos, así como los distintos enfoques técnicos de explotación y tratamientos de gestión de aguas regeneradas.

La metodología a seguir corresponderá con las siguientes tres líneas de actuación:

- **Análisis técnico-económico:**
Evaluación de los costos asociados con la producción, tratamiento y distribución del agua regenerada, incluyendo posibles inversiones en infraestructura y gastos operativos.
- **Desarrollo del modelo de tarificación:**
Elaboración de un sistema tarifario que incorpore tanto los costos como los beneficios asociados al uso de agua regenerada, contemplando diversas situaciones y posibilidades de adaptación. Creación de un modelo de tarificación específico para el uso agrícola del agua regenerada, tomando en cuenta variables como la calidad del agua, los gastos de tratamiento y distribución, así como la justicia social.

- **Validación y ajuste del modelo:**

Presentar el modelo propuesto para su aceptación o revisión, análisis de sensibilidad y recomendaciones para su implementación, seguido de ajustes según sea necesario para garantizar su viabilidad y eficacia.

El objetivo es obtener el compromiso y respaldo de los principales actores para la aplicación del modelo tarifario, lo que implica involucrar a autoridades locales, proveedores de servicios de agua y usuarios finales.

Para cotejar y validar el modelo de tarificación desarrollado, aplicaremos unos ejemplos prácticos de cómo afectaría el modelo de tarificación propuesto y sus resultados, en unas determinadas regiones de España, donde se dedican de forma habitual a la gestión comercial agraria. Con los datos obtenidos y las distintas alternativas planteadas, se realizará un análisis para resumir las posibles variaciones. Finalmente, se redactará una sección de conclusiones para evaluar si se han alcanzado los objetivos planteados, identificar las posibles limitaciones y proponer áreas de investigación para mejorar la metodología en el futuro.

4.1. Modelos de costes de aguas regeneradas

El costo asociado al agua regenerada está directamente influenciado por el propósito específico para el cual será utilizada y la tecnología requerida para su tratamiento. Cuanto mejor tratamiento se le quiera dar y su calidad vaya en aumento, su costo ira creciendo de forma exponencial. Los tratamientos terciarios que se pueden desarrollar, irán en consonancia con los futuros usos que se le quisiera dar a esa agua regenerada, que, dependiendo tanto el origen como el uso destinado, variara en los costes asociados de la reutilización.

Los gastos relacionados con los sistemas de tratamiento y reutilización de agua residual están sujetos a variaciones que obedecen al volumen total de agua tratada en todo el proceso de regeneración, su aplicación prevista a futuro, así como la disposición específica de los métodos de tratamiento implementados.

Para tener una estimación de cálculo global tendremos en cuenta estos 4 puntos:

- Coste implementación
- Coste personal

- Coste operacional
- Coste conservación y mantenimiento

Según datos obtenidos de distintas fuentes podríamos concretar que el uso más extendido del agua regenerada se afianza de forma notable en el ámbito de la agricultura.

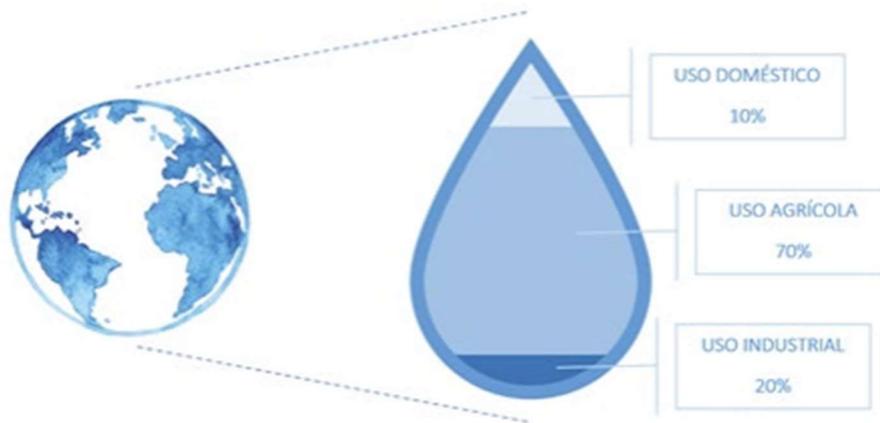


Figura 19: Representación de los consumos según los usos. Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO.

En España, el precio del agua se disgrega según su determinado uso (Mas, 2016):

- Usos agrícolas se sitúa entre 0,006 y 0,012 €/m³.
- Abastecimiento es de 0,77 €/m³.
- Agua desalada está alrededor de 0,6 €/m³.
- Tratamiento de aguas residuales (incluyendo tratamiento terciario) se encuentra entre 0,6 y 0,8 €/ m³ (Melgarejo, 2009).

Como observamos y ya hemos comentado anteriormente en el desarrollo del trabajo, no existe una concordancia tipo para las tarificaciones del agua regenerada, por ello es crucial implementar una política de costes que integre tanto los gastos de tratamiento de aguas residuales como los de gestión de aguas recicladas, para así determinar un valor de consumo total.

Dado que los gastos asociados al agua regenerada a menudo representan un obstáculo significativo para su utilización, hace que disminuya su competitividad en comparación con los recursos convencionales. El establecimiento de precios para el agua reciclada debería considerar

no solo los costos asociados, sino también el valor inherente del recurso hídrico, sus efectos ambientales y el coste de oportunidad que conlleva su utilización (Melgarejo, 2009).

Es esencial trasladar al receptor final que una tarificación de agua inadecuada tiene un impacto negativo en la gestión efectiva del recurso y por lo tanto sin poder suministrar con garantías un producto de calidad.

4.2. Modelos de valoración del precio de aguas regeneradas

Para incentivar el uso de aguas regeneradas, resulta esencial implementar un marco de valoración sólida donde se determinen precios equitativos y competitivos, ofreciendo una base metodológica rigurosa para la toma de decisiones.

Este trabajo aborda los principales modelos de valoración del precio de aguas regeneradas, analizando sus metodologías, ventajas y limitaciones. Mediante el análisis, se buscará proporcionar una visión integral que facilite la optimización de la gestión de los recursos hídricos y se promueva un uso eficiente y sostenible de las aguas regeneradas.

Para valorar el precio del agua regenerada en España, hay varios enfoques a considerar:

1. Costo de producción:

Para la determinación de los gastos relacionados con la producción, se tendrán en cuenta aspectos como el consumo energético, la utilización de productos químicos, la conservación y mantenimiento de las instalaciones y su personal. Este método establece un punto de partida para fijar el precio mínimo requerido para cubrir los costos de producción.

2. Precio del agua regenerada:

Evalúa el valor del agua regenerada en comparación con el del agua potable en la misma región geográfica. En áreas donde el suministro de agua es limitado o más caro, el precio del agua regenerada podría reflejar una variante más rentable.

3. Beneficios económicos:

Analiza las ventajas económicas resultantes del empleo del agua reciclada, tales como la disminución de los costos de tratamiento de aguas, la reducción en el consumo de agua potable y la ampliación de la disponibilidad de agua para otros fines.

4. Valor ambiental y social:

Se considerará en cuanto a la preservación de los recursos hídricos, la mitigación de la contaminación y la garantía de un suministro seguro de agua, considerando su contribución positiva al medio ambiente y a la sociedad.

5. Política y regulación:

Se tiene en cuenta las políticas y regulaciones locales, regionales y nacionales que puedan influir en el precio del agua regenerada, como los subsidios, los impuestos y los objetivos de sostenibilidad.

Al combinar estos enfoques y considerar el contexto local, los recursos disponibles y las necesidades del mercado, es como se puede calcular una valoración integral del precio del agua regenerada en España.

4.3. Modelos de valoración del precio de aguas regeneradas uso agrícola

Encontrar el precio preciso del agua regenerada destinada a la agricultura en España puede resultar desafiante debido a las diferencias regionales, normativas locales y particularidades en el suministro de agua en cada zona.

No obstante, vamos a valorar una serie de consideraciones generales que se tendrán en cuenta para este trabajo:

1. Subvenciones y programas de apoyo:

En determinadas áreas de España, particularmente aquellas afectadas por la escasez de agua o que promueven prácticas agrícolas sostenibles, es común encontrar programas gubernamentales que otorgan subvenciones o respaldo financiero para el empleo de agua regenerada en la agricultura. Estas iniciativas tienen el potencial de incidir en el coste que los agricultores asumen por el agua regenerada.

2. Costos de producción y tratamiento:

El costo del agua regenerada destinada a fines agrícolas estará determinado por los gastos inherentes a su producción, tratamiento y distribución. Como pueden ser la implantación, prácticas de tratamiento de calidad y costes operativos en base su conservación y mantenimiento.

3. Competencia con otras fuentes de agua:

También puede estar condicionado por la disponibilidad y el costo de otras fuentes de suministro, como el agua de riego tradicional o desalinizada. La alternativa del agua regenerada dará una alternativa ventajosa para el riego de cultivos.

4. Calidad del agua y requisitos de tratamiento:

El valor del agua regenerada y los costos asociados con su tratamiento para ser utilizada en actividades agrícolas pueden variar en función de su calidad y los procesos necesarios para adecuarla a los estándares requeridos. Si se requieren tecnologías adicionales para mejorar la calidad del agua hasta cumplir con los estándares necesarios para su uso agrícola, esto puede aumentar los costos y, por lo tanto, el precio final del agua.

En resumen, el precio del agua regenerada para uso agrícola en España puede variar significativamente según varios factores. Estos incluyen el costo del tratamiento de las aguas residuales, la distancia de transporte desde la planta de tratamiento hasta el punto de suministro, la infraestructura necesaria para distribuir el agua regenerada y las regulaciones locales que afectan la tarificación. Además, el precio puede estar influenciado por la disponibilidad de fuentes de agua alternativas y la demanda específica de agua regenerada en diferentes regiones agrícolas.

Otro factor importante es el marco regulatorio que puede influir en los costos a través de tarifas e impuestos asociados con el uso de agua regenerada. Además, las políticas de subsidios o incentivos para promover el uso de agua regenerada en la agricultura, también pueden impactar el precio final. Por último, la estacionalidad y las condiciones climáticas locales afecta a la demanda de agua regenerada, y por lo tanto, influye en su precio.

4.4. Metodología para obtención de modelo tarifario de aguas regeneradas para uso agrícola.

Basándonos en la variedad de información disponible hasta la fecha, que abarca diversas comunidades autónomas, tipos de servicios, métodos de tarificación y posibles incentivos, independientemente del tipo de gestión de aguas regeneradas que se implemente (ya sea para la industria, uso recreativo o agrícola), se presenta una recopilación de datos analizados para el

estudio. Estos nos servirán como fundamento para la creación del modelo estándar de tarificación de aguas regeneradas destinadas al uso agrícola.

Tomando como referencia la Comunidad Valenciana y la Región de Murcia, reconocidas por su liderazgo en la gestión y consumo de aguas regeneradas para uso agrícola, junto con la obtención de datos aportados por el Instituto Universitario del Agua y de las Ciencias Ambientales sobre la reutilización de aguas residuales (luaca,2016), procederemos a desglosar los distintos procesos de recopilación de datos con el fin de construir un modelo de tarificación estándar para el objetivo de este estudio.

Tipos de costes

a) Costes de implantación:

Los tamaños y tipos de la planta de tratamiento, junto con la calidad inicial del agua y la calidad que se desea alcanzar, son factores importantes para determinar el coste total del proceso de tratamiento terciario. Estos elementos resultan cruciales para cumplir con los objetivos establecidos, ya que, según los costes de implantación y operación para cada tipo de tratamiento, se indica que se encuentran directamente relacionados con su ubicación, tamaño de la planta y calidad del agua. (Prats, 2015)

PROCESO DE REGENERACIÓN	Costes de instalación (€/m3/día)	Costes de explotación (€/m3 producido)
Sin desalación	10-350	0,05-0,15
Con desalación	270-700	0,25-0,50

Tabla 4: Intervalos de costes de instalación y explotación aguas regeneradas. Fuente: (Prats, 2015).

Como recapitulación de los datos y en base a los valores de referencia según el tratamiento de regeneración llevado a cabo, se identifican en la Tabla 5 los diversos tipos de rangos que se considerarán para un proceso regenerativo de aguas. Los intervalos de referencia incluirán un rango de costes mínimos y otro de costes máximos, los cuales estarán condicionados por la inclusión o no de un sistema de desalación en el proceso de regeneración. Además, otros factores como el tratamiento terciario y el nivel de calidad del agua a alcanzar, serán determinantes e importantes para la obtención de los costes.

PROCESO DE REGENERACIÓN	Tipo de tratamiento	Costes de instalación (€/m ³ /día)	Costes de explotación (€/m ³ producido)
Sin desalación	Filtración + Desinfección	66-106	0,02-0,05
	Físico/Químico + Filtración + Desinfección	140-245	0,05-0,26
Con desalación	Ultrafiltración + Ósmosis Inversa	385-610	0,23-0,47

Tabla 5: *Intervalos para los tipos de tratamientos en la Comunidad Valenciana y Región de Murcia.*
Fuente: (Prats, 2015).

b) Costes de gestión:

Los costes de gestión (medidos en €/m³) de una Estación de Regeneración de Aguas (ERA) se dividen en costes fijos y variables. Los costes fijos incluyen gastos de personal de operación y mantenimiento, seguridad y salud, y control, entre otros. Por otro lado, los costes variables, que dependen de la cantidad de agua tratada, abarcan el costo energético, reactivos químicos y membranas para los tratamientos (AzeDigital & AzeDigital, 2021)

Los costes asociados al tratamiento y evacuación pueden abarcar tanto los gastos operativos directos como aquellos relacionados con la disposición final de los residuos tratados. El consumo de energía eléctrica en tratamientos convencionales de desinfección y en procesos físico-químicos, como la decantación y la filtración lenta, tiende a ser relativamente bajo. Sin embargo, la situación cambia significativamente al utilizar tecnologías avanzadas, como las membranas para la filtración y purificación del agua. Si atendemos al coste económico, el de desalinizar es de 2,3 veces mayor que el de reutilizar y respecto al impacto ambiental, el agua desalinizada duplica a la regenerada (Martín, 2023). A diferencia de las plantas de desalación de agua de mar, que generalmente están equipadas con sistemas de recuperación de energía, las instalaciones que emplean membranas no siempre disponen de estos sistemas, lo que resulta en un mayor consumo energético neto.

Todos estos aspectos deben ser cuidadosamente considerados al planificar y gestionar instalaciones de tratamiento de aguas, especialmente en escenarios donde la eficiencia energética y la sostenibilidad operativa son prioritarias.

Principales Costes	Fijos	Variables
Energía	Cuota potencia	Cuota energía
Personal	Nóminas	
Residuos		Transporte
Consumo de reactivos		Reactivos químicos
Mantenimiento	Electromecánica y Obra Civil	
Varios	Gastos oficina, combustible, laboratorio, vehículos, etc..	

Tabla 6: *Términos fijos y variables que incurren en la regeneración de aguas residuales. Fuente: (Baeza, 2007).*

c) Costes de depuración y reutilización

En la Comunidad Valenciana, como se refleja en la Figura 20 y la Figura 21, se dispondrían de unos costes de explotación aproximados según los procedimientos de tratamientos que de forma general a los siguientes valores (Mas, 2016).

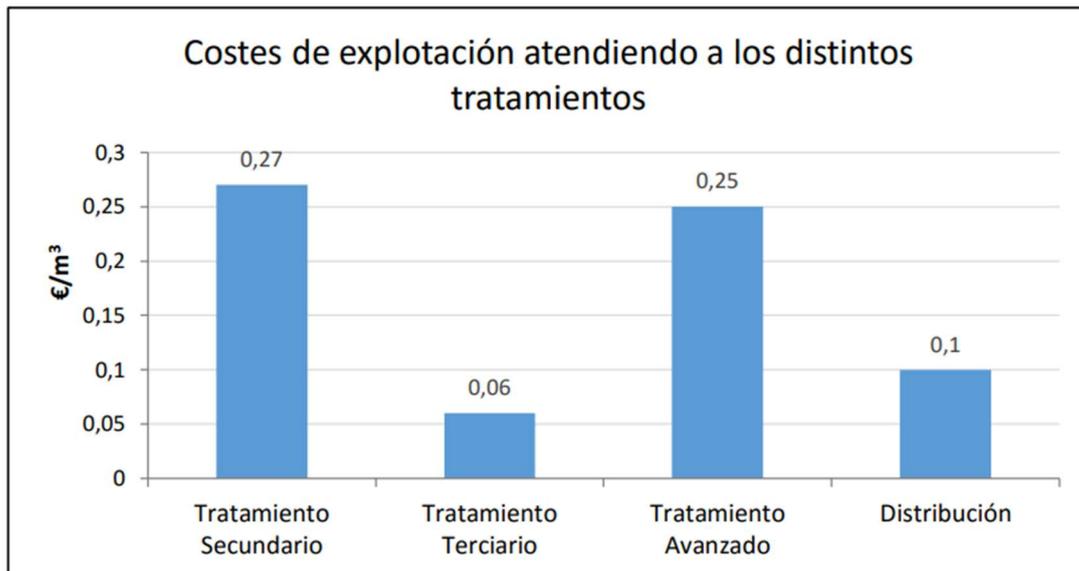


Figura 20: *Costes de explotación según tratamientos y distribución en la Comunidad de Valencia. Fuente: (Mas, 2016).*

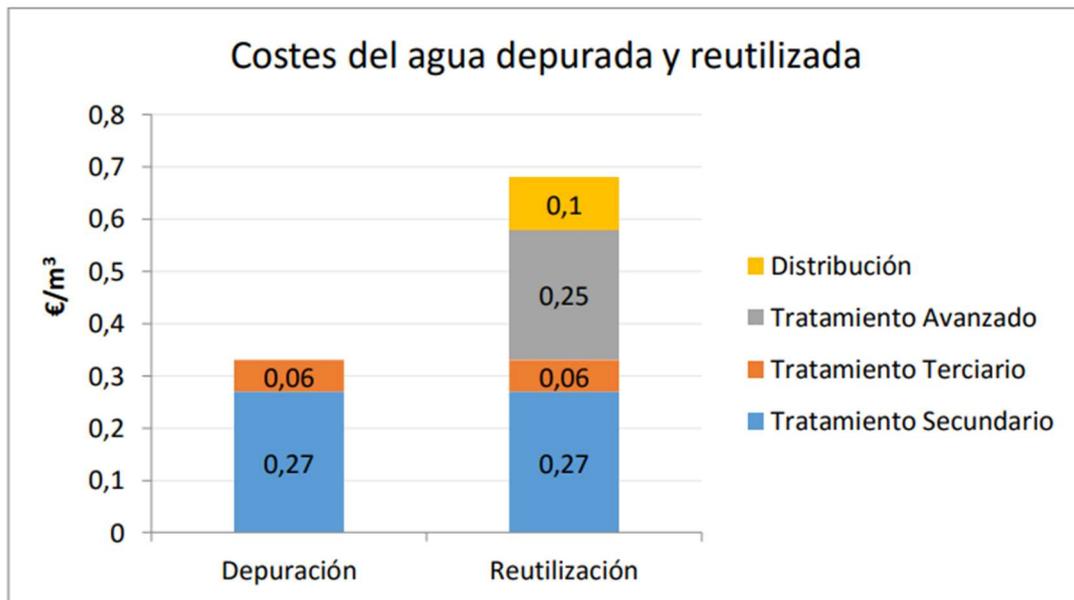


Figura 21: Costes de depuración y reutilización en la Comunidad de Valencia. Fuente: (Mas, 2016).

Por lo tanto, con estos datos y en base al tratamiento que queramos realizar para según qué servicios ofrecer, nos resultará unos valores de tarificación media estimada para el uso aguas regeneradas que se señalan a continuación.

La mayor parte de los gastos relacionados con la inversión y la operación de las instalaciones son asumidos por las entidades gestoras, salvo en el caso de la distribución de agua residual tratada y la operación de tratamientos avanzados, que son cargados a los usuarios finales.

La información presentada hasta ahora desempeñará un papel crucial, ya que nos servirá de base para elaborar las evaluaciones estimadas necesarias en la creación de un modelo tarifario estándar para el consumo de aguas regeneradas con fines agrícolas. A partir de los datos recopilados de diversas fuentes, desarrollaremos nuestro enfoque tarifario para diseñar el modelo de estudio propuesto en este trabajo.

Por lo tanto, la propuesta destinada a determinar el proceso de tarificación del agua regenerada, requerirá una visión general sobre el enfoque para desarrollar un modelo de tarificación del agua regenerada en el sector agrícola en España. Esto implica la creación de un cuadro comparativo que analice y contraste los diferentes aspectos tarifarios relacionados con la reutilización del agua reciclada, considerando las especificidades de cada localidad o región, donde se permitan establecer precios justos y equitativos.

4.4.1. Conceptos modelo de tarificación propuesto.

Para establecer un modelo estándar de tarificación, a continuación, presentaremos los conceptos fundamentales que se van a considerar para desarrollar una guía sistemática. Esta, basada en parámetros específicos, proporcionará una estimación precisa de los costos asociados con el suministro de aguas regeneradas para uso agrícola, basándonos en los siguientes conceptos.

a) Zonificación.

Según las zonas y en base a las superficies correspondientes de las distintas comunidades autónomas donde se suministre el agua regenerada, consideraremos su impacto directo sobre la gestión de regeneración que se desarrolle. Se primará a aquellas zonas que ya disponen de infraestructuras de regeneración de agua, por lo tanto, estén debidamente integradas en los procesos regenerativos.

Se implementará una estrategia de zonificación en tres áreas específicas (Figura 22) otorgando prioridad a aquellas que contribuyan en mayor medida a los procesos de regeneración del agua. Estas áreas recibirán bonificaciones como incentivo para desarrollar prácticas sostenibles que mejoren directamente el proceso de reutilización del agua. Aquellos que no estén involucrados en el tratamiento de aguas regeneradas y no se beneficien de las bonificaciones correspondientes, enfrentarán repercusiones negativas en su estructura tarifaria. Esta medida está diseñada para crear conciencia sobre la importancia de estos procesos y, en última instancia, incentivar su participación en los sistemas de regeneración a quienes no lo realicen a día de hoy.

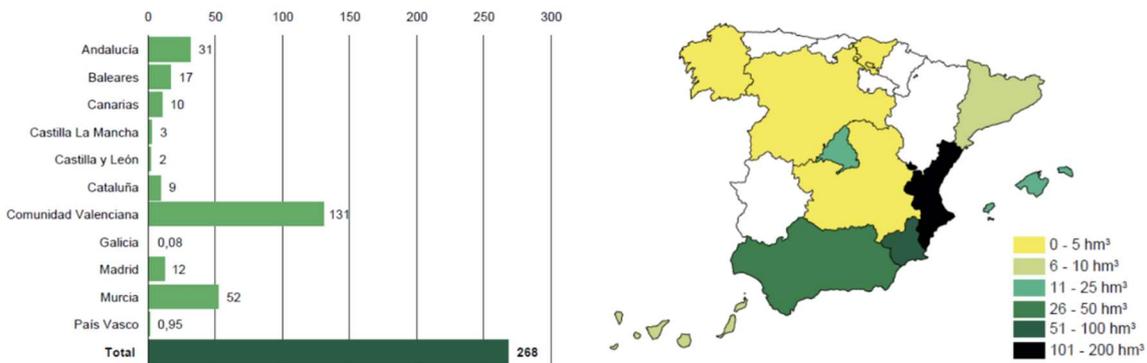


Figura 22: Volumen de agua regenerada realizadas en España según comunidades autónomas, 2020.
Fuente: Instituto Nacional de Estadística – INE.

Se establecerá una asignación diferenciada del valor a disponer por cada zona, priorizando aquellos entornos que demuestren una inversión significativa en la regeneración del agua y, por ende, sean más propicios al uso del agua regenerada. Según exista mayores estaciones ERAR o posibilidad de gestión aguas regeneradas, mayores ventajas en tarifas. Como ejemplos de estas regiones serán entre otras, la Comunidad Valenciana, Cataluña, la Región de Murcia y las Islas Baleares.

b) Periodo y Consumos.

Para el análisis, se considerará la capacidad y demanda en un periodo de evaluación medio de 90 días. Esta metodología permitirá realizar estimaciones tarifarias trimestrales, divididas en cuatro periodos que podrían corresponder con las distintas estaciones del año. Esta segmentación es relevante, ya que reflejará las variaciones en las necesidades de suministro, influenciadas directamente por factores climatológicos, los tipos de cultivos y las posibilidades de abastecimiento adicional por parte de terceros involucrados en el proceso de regeneración.

Los consumos se registrarán directamente según lo indicado por los dispositivos de medición y monitoreo correspondientes, expresados en metros cúbicos (m³).

c) Tratamientos según Producción y Distribución.

De acuerdo con los tratamientos aplicados y las calidades requeridas para el suministro de agua regenerada en zonas agrícolas, se implementarán una serie de valores tarifarios que variarán según el tipo de tratamiento utilizado. Cada modalidad de tratamiento influirá en la estructura tarifaria, estableciéndose criterios de tarificación más estrictos o relajados en función de la complejidad y los costos asociados a cada proceso.

Como se presenta en la siguiente Figura 23, los métodos de tratamiento más avanzados, como la ultrafiltración y la ósmosis inversa, que aseguran una calidad superior del agua regenerada, conllevaran costos operativos y de mantenimiento más altos, lo que se refleja en tarifas más elevadas. Por el contrario, los procesos menos intensivos, que producen agua regenerada apta para ciertos fines agrícolas, pero con estándares de calidad inferiores, tendrán tarifas más reducidas.

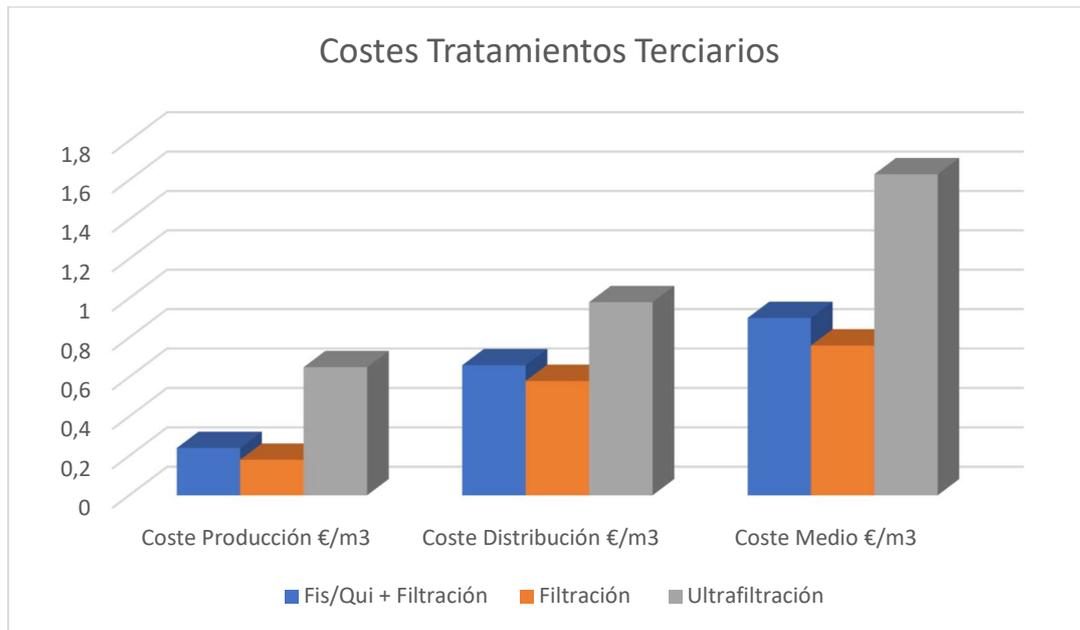


Figura 23: Coste medio de tratamientos terciarios para aguas regeneradas. Fuente: Fuente propia.

Este enfoque tarifario no solo asegura que los costos reflejen el nivel de tratamiento y calidad del agua, sino que también fomenta la adopción de prácticas agrícolas sostenibles, incentivando el uso de tecnologías avanzadas en zonas donde la calidad del agua es crítica, y permitiendo opciones más económicas en áreas donde los requerimientos de calidad son menores.

d) Tipo de costes Fijos y Variables.

Se desarrolla una estructura tarifaria en la que se detallan distintos componentes, como son la de una tarifa fija y otra variable, contabilizadas en base al volumen de agua regenerada consumida.

El coste variable se estructurará en dos segmentos basados en la cantidad consumida. El primer segmento corresponderá a las concesiones de agua regenerada suministrada, mientras que el consumo que exceda esta concesión se gestionará mediante otro tipo de suministro, en este caso, el de agua potable. Esta división permitirá, en el contexto de este estudio, una evaluación precisa de los costos asociados de ambos tipos de agua.

Se tendrá en cuenta que, sobre la demanda concedida del agua regenerada, se debe consumir la parte prácticamente total de lo señalado, de lo contrario se aplicaran ponderaciones de incremento de los costes. Esto se debe a que, al no agotar el recurso de esa agua regenerada, no puede quedar retenida sin uso, ya que al volver a demandarlo se debe volver a realizar el

tratamiento requerido, con los gastos que eso supone. Este precio además se amplía para que, de alguna manera, sirva de medida disuasoria y se incentive un uso justo de los recursos, evitando negligencias o dejadez sobre la regeneración de agua.

Ahora bien, ¿qué modelo o fórmula desarrollamos para poder financiar el uso de las aguas regeneradas? Hay que tener en cuenta que uno de los principales desafíos para la implementación de este tipo de proyectos es su financiación. Por ello, habrá que explorar diversas fuentes y mecanismos de financiación para poder ofertar satisfactoriamente el agua regenerada.

Para este estudio, se consideran y se podrían aplicar las siguientes opciones:

- **Subida de Impuestos**

Incrementar los impuestos generales para generar fondos específicos destinados a proyectos de agua regenerada. Con esto se podrían provisionar fondos y tener una planificación a largo plazo.

- **Subida de la Tasa de Agua Potable**

Aumentar las tarifas de agua potable para financiar el uso y operación de los sistemas de agua regenerada. Esta medida va íntimamente ligada con el consumo de los recursos hídricos y un aumento de las tasas. Además de poder servir para una financiación de agua regenerada podría fomentar un uso más eficiente del agua potable.

- **Solidaridad y Responsabilidad Social**

Fomentar la participación y contribución voluntaria de ciudadanos y empresas para financiar proyectos de agua regenerada. Promoviendo la concienciación y responsabilidad social, se podría dar un empuje al desarrollo de aguas regeneradas.

- **Ayudas Europeas y Fondos Internacionales**

Solicitar fondos y subvenciones de programas europeos e internacionales dedicados a proyectos medioambientales y de sostenibilidad. Con esta medida se podría percibir sumas de dinero más elevadas y por lo tanto permitiría una gran financiación, sin tener que depender de los usuarios y el aumento de impuestos.

Si bien todas estas medidas podrían aplicarse para una financiación de gestión de agua regenerada, también tiene su contrapunto en base a la respuesta social que pueda derivar

alguna de las medidas adoptadas por su impopularidad, aumento de cargas fiscales o la falta de fondos, si hablamos de ayudas mediante estamentos gubernamentales o políticas nacionales.

Como ya hemos comentado a lo largo de este trabajo, un factor crucial es la implicación de las autoridades políticas, ya que son responsables de legislar estas medidas y de participar activamente en el desarrollo de soluciones. Esto es esencial para mitigar posibles conflictos y asegurar una financiación justa y equitativa para la gestión adecuada de las aguas regeneradas.

La financiación del agua regenerada para uso agrícola demanda un enfoque integral que combine múltiples estrategias descritas previamente. Cada opción presenta ventajas y desafíos específicos, y su implementación dependerá de factores regionales, la disposición política y la aceptación social. Lo ideal es una combinación de diversas fuentes de financiación, asegurando la sostenibilidad y continuidad de los proyectos, y garantizando una agricultura resiliente y sostenible a largo plazo.

e) Aplicación de Cánones, Beneficios e Impuestos.

Para el modelo tarifario se consideran subsidios o incentivos, dependiendo de la metodología o tratamiento utilizado para la regeneración de las aguas. Además, se valorará el uso y la zonificación del suministro, lo que podría resultar en una tarificación más equitativa según circunstancias específicas.

Los usos que promuevan la sostenibilidad y sean ambientalmente amigables recibirán mayores beneficios. Por el contrario, los tratamientos que no generen valor ambiental o que no estén adaptados para el suministro mediante la regeneración de aguas serán penalizados, ya que no podrán acceder a descuentos o ayudas que incentiven el proceso de abastecimiento.

Estos conceptos se aplicarán de manera específica según corresponda, influyendo en el coste final del proceso de tarificación.

4.5. Limitaciones de la metodología

Evidentemente el proceso de aplicación de una metodología adecuada para el desarrollo de un modelo tarifario adecuado, está basada en estimaciones en base a la distinta documentación recogida y en unos pocos conceptos existentes sobre el objetivo que se quiere llevar a cabo. Los datos que se disponen no son totalmente precisos, no existen estudios lo suficientemente

exhaustivos, lo que hace que en muchos conceptos los valores que se utilizar para el desarrollo llevado a cabo se generan mediante estimaciones de la documentación recogida.

La ausencia de un marco regulatorio totalmente definido y establecido, también es un factor que limita a la hora de poder diseñar la metodología para la creación del modelo económico de agua regeneradas.

El impacto social es uno de los factores más difíciles de solucionar, ya que el rechazo por parte de la sociedad es un escollo para el avance en estos procesos de abastecimiento. Por mucho que puedas definir un modelo de tarificación de aguas regeneradas para el uso agrícola, con unos condicionantes muy ventajosos, si no hay beneplácito por parte del consumidor final, no serviría de nada, y por lo tanto no tendría valor alguno todo el esfuerzo en la búsqueda de las mejores prácticas de gestión para los consumos de aguas regeneradas de uso agrícola. La divulgación y su conciencia social es un factor a tener muy en cuenta, por su directa relevancia con la creación de un modelo tarifario.

No nos olvidemos de la aportación que conlleva la sostenibilidad para el alcance de los objetivos de desarrollo sostenible, estando directamente ligados con este trabajo y siendo otro de los factores más relevantes a tener en cuenta.

Todos estos conceptos, ligados con las limitaciones que podemos disponer o sufrir en este proceso de generación del modelo tarifario, se verá reflejado de forma más extensa en el apartado 7 de las conclusiones.

4.6. Evaluación de riesgos aguas regeneradas uso agrícola

Hay que destacar que antes de implementar cualquier aplicación o tratamiento relacionado con el uso de aguas regeneradas en la agricultura, es fundamental realizar un análisis exhaustivo de los potenciales riesgos asociados según se detalla en Reglamento Delegado (UE) 2024/1261 y el Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo, en los cuales se especifican las técnicas de los elementos clave de la gestión del riesgo.

Para cumplir con los requisitos establecidos, se llevan a cabo estudios detallados de los diversos factores de riesgo vinculados con la utilización de aguas regeneradas en la agricultura, con el objetivo de evaluar la viabilidad de su distribución.

El estudio se suele basar en un enfoque *fit-for-purpose* con el que se podría reducir el consumo de agua en la sociedad y en la industria agrícola, así como los costes de producción e incluso su demanda energética (Machado, 2023).

Con este concepto nos podríamos referir a un modelo donde el agua debe ser tratada y utilizada de acuerdo con su calidad y requisitos específicos para una aplicación particular. En lugar de tratar toda el agua hasta alcanzar un estándar de potabilidad, este enfoque adapta el tratamiento del agua según su uso. Como es el caso destinado para riego agrícola que puede requerir menos tratamiento que el agua para consumo humano. Este enfoque busca optimizar el uso de los recursos hídricos al tratar el agua de manera proporcional a su uso final, evitando tratamientos excesivos y costosos (Machado, 2023).

Unos de los elementos clave de gestión del riesgo para la reutilización del agua podrían ser aquellos en los que se analiza una serie de evaluaciones y pautas donde se contemplan los siguientes enfoques:

- Evaluación de riesgos para la salud y el medio ambiente.
- Identificación de parámetros adicionales.
- Identificación de medidas preventivas.

Para dichas evaluaciones se emplearán diversas técnicas de análisis señaladas según la Organización Mundial de la Salud (OMS), para identificar los posibles distintos riesgos que puedan resultar, como se aprecia en al siguiente Tabla 7.

Técnica de Evaluación del Riesgo	Descripción
Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP)	Identifica puntos críticos en el proceso de tratamiento y reutilización, estableciendo medidas de control.
Evaluación de Riesgo Microbiológico (ERM)	Analiza la presencia de patógenos y su impacto en la salud humana.
Evaluación de Riesgo Químico (ERC)	Identifica y cuantifica contaminantes químicos, evaluando su toxicidad y potencial impacto.
Modelos de Evaluación Cuantitativa de Riesgo (EQR)	Estima la probabilidad y severidad de riesgos con datos cuantitativos para la toma de decisiones.
Análisis de Ciclo de Vida (ACV)	Evalúa los impactos ambientales y riesgos a lo largo del ciclo de vida del agua regenerada.
Análisis de Riesgo Ambiental (ERA)	Evalúa efectos adversos de contaminantes en ecosistemas agrícolas y el medio ambiente.
Modelado y Simulación	Utiliza modelos computacionales para predecir y mitigar contaminantes en el suelo y plantas.
Evaluación de Riesgo Basada en la Salud (ERBS)	Estima el riesgo para la salud humana basado en la exposición a contaminantes en diferentes escenarios.
Evaluación de Riesgo Integrado (ERI)	Combina evaluaciones de riesgos microbiológicos, químicos y ambientales para una gestión integral.

Tabla 7: *Técnicas que permiten identificar, analizar y gestionar los posibles riesgos Fuente: Organización Mundial de la Salud – OMS.*

La evaluación del riesgo para la reutilización de aguas regeneradas y uso agrícola, conlleva la determinación de cualquier riesgo adicional para el medio ambiente, la salud humana y sanidad animal, al que debe hacerse frente para que la reutilización del agua sea segura.

Para ello se debe realizar el ejercicio de clasificación mediante un modelo de gestión del riesgo, donde se valoren los distintos estados de gravedad existentes y sobre los cuales se determinará la proporcionalidad de riesgo y su nivel de incidencia (Ministerio de Sanidad, 2024).

- Inspección sanitaria
- Evaluación semicuantitativa (matriz de riesgos)
- Evaluación cuantitativa del riesgo (QRA)

			Gravedad (G)				
			Insignificante	Leve	Moderado	Grave	Catastrófico
			1	2	4	8	16
Probabilidad (P)	Muy improbable	1	1	2	4	8	16
	Improbable	2	2	4	8	16	32
	Posible	3	3	6	12	24	48
	Probable	4	4	8	16	32	64
	Casi seguro	5	5	10	20	40	80
Puntuación riesgo $R = P \times G$			<6	6-12		13-32	>32
Nivel de Riesgo			Riesgo bajo	Riesgo medio		Riesgo alto	Riesgo muy alto

Tabla 8: Modelo de matriz de riesgo. Fuente: (Leal, 2020).

Según la evaluación cuantitativa, cumpliendo con las normativas y minimizando el riesgo, se completará y validará la metodología de regeneración de aguas para su reutilización. Esto permitirá desarrollar una tarificación basada en los diferentes usos de estas aguas, asegurando su viabilidad para la explotación y el cumplimiento de los requisitos establecidos por las autoridades legales.

Para el estudio de este trabajo, se considera que el factor de riesgo cumple con los parámetros esperados, validando así el desarrollo de la gestión. Esto permite avanzar hacia la formulación de un modelo de tarificación para el uso de aguas regeneradas en la agricultura, que es la finalidad a la que queremos llegar.

5. DESARROLLO TARIFICACIÓN

La tarificación del agua es un mecanismo que fija precios y tarifas para el suministro del agua potable como para el tratamiento de aguas regeneradas. Con ello podemos cubrir los gastos de producción, distribución y mantenimiento de infraestructuras, al mismo tiempo que asegura una gestión responsable del recurso hídrico.

Según la ubicación geográfica donde nos encontremos, la tarificación puede sufrir variaciones en torno al contexto geográfico, económico e incluso político. Las tarifas pueden adoptar distintas modalidades, tanto unas tarifas fijas, las cuales están basadas en el consumo, o tarifas progresivas que varían según el nivel de uso realizado.

El agua está considerada como recurso público y por lo tanto son las autoridades locales las que establecen los precios del servicio de suministro (Figura 24), teniendo en cuenta los costos asociados de la gestión y su normativa legal. El precio del agua en cada municipio está determinado por una serie de factores variados, que incluyen la disponibilidad de recursos hídricos, el tipo de fuente de agua, así como costos asociados con la extracción y su tratamiento.



Figura 24: Precio del agua en España (€/m³). Fuente: (El Mundo, 2020).

Objetivos como fomentar el uso responsable, estimular la conservación de este recurso vital y asegurar un acceso justo, también desempeñan un papel importante en la determinación del precio del agua, además de aportar valor intrínseco en la implantación de los objetivos de desarrollo sostenible.

Para la efectividad de la tarificación en los servicios de abastecimiento y saneamiento de aguas urbanas, se requiere en general que se tenga una estructura en la que la valoración estimada sea progresiva, se tenga en cuenta la disponibilidad, se cubran costes y no considerar limitaciones de recursos no relacionados con el agua. Ahora bien, la realidad es que se evidencia una gran diversidad en la configuración de las tarifas, lo que significa que no siempre se ajustan a estas características.

Esto implica desafíos significativos en términos de la sostenibilidad y optimización de la producción frente al consumo. A su vez, es frecuente observar que las revisiones de precios llevadas a cabo por las autoridades regionales carecen de manera recurrente de criterios concretos de eficiencia, tanto en equilibrio como a lo largo en el tiempo. Esta falta de criterios específicos limita la capacidad de emplear la regulación de precios como una herramienta eficaz para fomentar la competencia o mejorar la eficiencia en la prestación del servicio.

Para paliar este desencuentro latente, se recomienda la elaboración de una metodología para el diseño de las tarifas, donde se pueda guiar a las administraciones o municipios gestores, en una misma dirección para la configuración, constitución y actualización tarifaria.

Este procedimiento promoverá una mayor transparencia, garantizando el cumplimiento de criterios de eficiencia tanto en la producción como en el consumo, favoreciendo la participación de un mayor número de agentes ligados a los suministros de agua. Como resultado, se estimulará la competencia en el mercado, ya que las empresas tendrán una mejor visión de los ingresos esperados del servicio, como el de los gastos al receptor final.

En lo referido a este trabajo, se estudia y se busca un procedimiento estándar de un modelo tarifario de aguas regeneradas para el uso agrícola, con un enfoque que sea riguroso y clarificador, para garantizar la sostenibilidad y viabilidad económica del sistema de tarificación. Analizaremos los modelos de aguas regeneradas y a continuación se especificará lo referido al uso agrícola, de esta forma lograr una comprensión integral que permita desarrollar un marco tarifario adecuado, equitativo y sostenible, adaptado a las necesidades específicas del sector agrícola y las condiciones locales.

5.1. Tarificación agua regenerada

En España, las tarifas aplicadas al agua regenerada pueden fluctuar dependiendo de la ubicación geográfica, el proveedor de servicios de agua y el propósito particular para el cual se destine el agua regenerada. Estos factores serán considerados para determinar los criterios clave aplicables a cada uso específico del agua regenerada.

A continuación, se presentarán los distintos conceptos y usos típicos con los que se determinan los modos de tarificación. Se explorarán los diferentes criterios tarifarios para las aguas regeneradas, con el objetivo de aplicar posteriormente la metodología de estudio referenciada en este trabajo a nuestro caso específico:

- **Tarifas de suministro de agua regenerada para uso urbano**

Para abastecer agua regenerada destinada al riego de zonas verdes, baldeó de calles u otros usos urbanos no potables, las tarifas pueden ser establecidas por las autoridades locales o municipales. Estas tarifas pueden variar dependiendo del tamaño de la ciudad, la disponibilidad de infraestructura y las políticas de gestión del agua que se rijan en el momento.

- **Tarifas residenciales para agua regenerada**

Autoridades locales pueden implementar iniciativas de demostración para proporcionar el suministro de agua regenerada a hogares para usos no potables, como puede ser el riego de jardines o la limpieza.

- **Tarifas de suministro de agua regenerada para uso industrial**

En zonas donde el suministro está implícito en la utilización de agua regenerada para aplicaciones industriales, las tarifas se suelen determinar mediante acuerdos comerciales a través del suministrador. Entre ellos se dispondrán, según qué casos, tarifas fijas o variables o un conjunto de ambas.

- **Tarifas de suministro de agua regenerada para uso agrícola**

En lo que respecta al suministro de agua regenerada destinada al riego agrícola, la tarificación suele estar afectada con políticas de ayudas y regulación ambiental. La posibilidad de disponer incentivos, beneficiara que se arraigue el uso de agua regenerada en la agricultura, lo que podría repercutir en tarifas más favorables para los agricultores.

Es crucial tener en cuenta que las tarifas del agua regenerada pueden variar debido a varios de factores, tales como los gastos asociados a su producción, distribución y tratamiento, además de consideraciones ambientales y políticas.

Por esta razón, se plantea la realización de un análisis exhaustivo de tarifas para el agua regenerada destinada al uso agrícola. Este análisis permitirá evaluar de manera detallada los costos asociados y establecer tarifas equitativas y sostenibles que promuevan el uso eficiente de este recurso. Además, se contrarrestarán las políticas actuales y se considerarán las posibles implicaciones ambientales, asegurando que las tarifas propuestas sean tanto económicamente viables como ambientalmente adaptadas a las regulaciones vigentes. La investigación busca proporcionar una base sólida para la toma de decisiones, contribuyendo con el desarrollo sostenible del sector agrícola y la gestión eficiente del agua regenerada.

5.1.1. Datos para la tarificación agua regenerada.

Este trabajo se centra en la recopilación y análisis de datos necesarios para establecer tarifas justas y una gestión eficiente para el desarrollo sostenible ligado al sector del agua regenerada destinada a uso agrícola. Como ya hemos comentado anteriormente, se evaluarán los costos de producción, distribución y tratamiento del agua regenerada, así como las consideraciones ambientales y políticas vigentes, asegurando la viabilidad económica y la responsabilidad ambiental de las tarifas propuestas.

A continuación, según se señala en la Figura 25, veremos en que comunidades son donde más se gestiona el tratamiento de aguas regeneradas y la repercusión que eso conlleva. Con esta premisa, nos centraremos a la hora de realizar el estudio sobre el cálculo de costes y los criterios a tener en cuenta.

Según datos obtenidos por distintos medios y como hemos comentado anteriormente, observamos que los costes en según qué región no son los mismo, ya que cada localización los valora de manera independiente y en base a las metodologías reguladoras que las comunidades o provincias ven oportunas, como queda debidamente reflejado en la Figura 26.

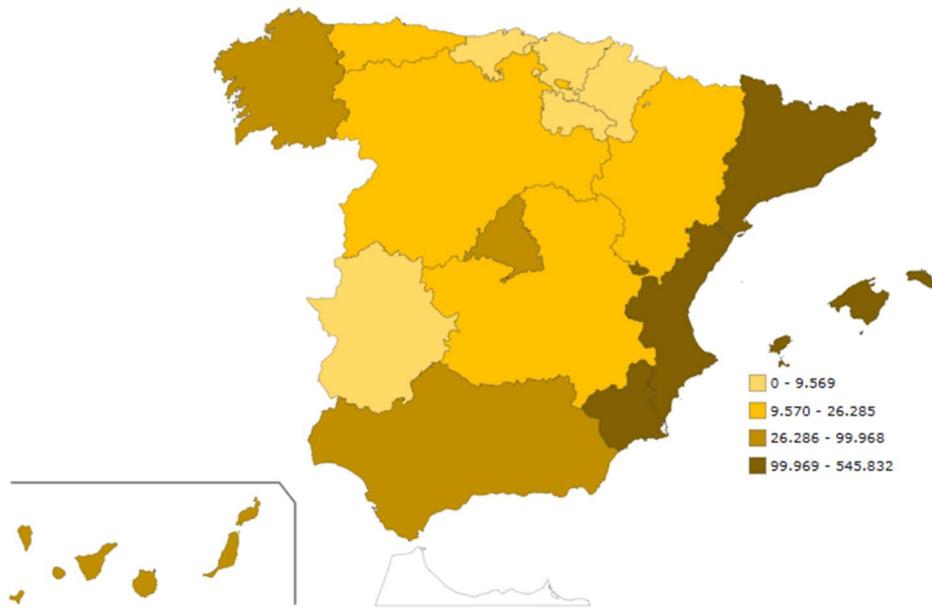


Figura 25: Estadísticas sobre el Suministro y Saneamiento del Agua, Comunidades y ciudades autónomas, Volumen total de agua reutilizada, 2020. Fuente: Instituto Nacional de Estadística – INE.

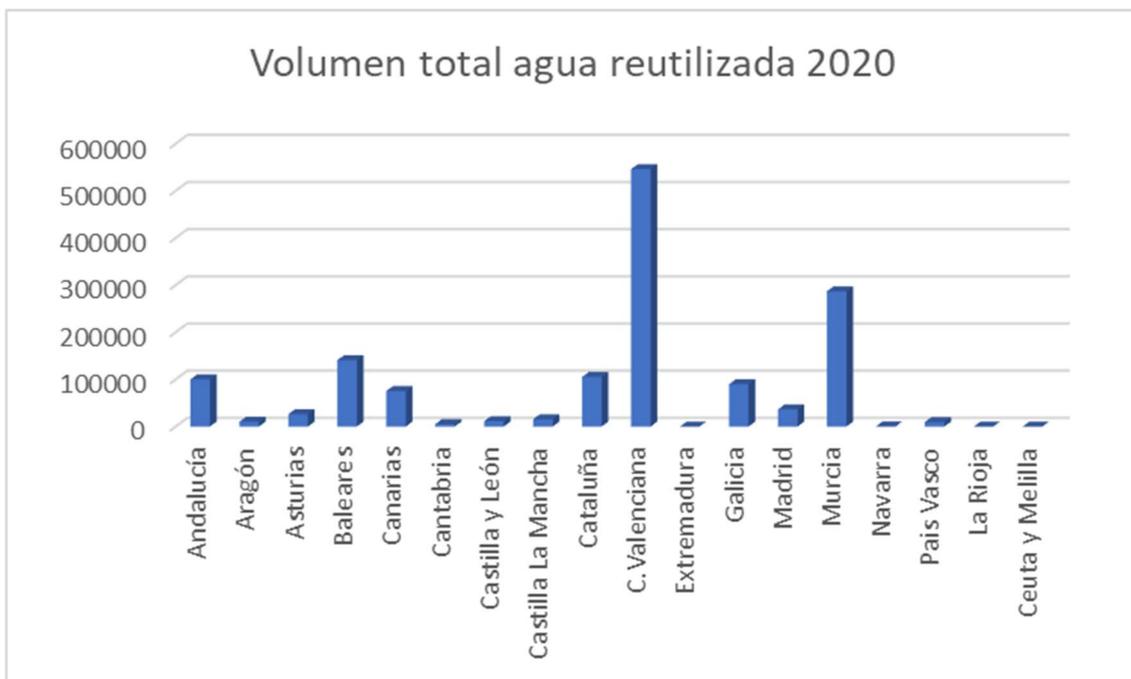


Figura 26: Volumen total de agua reutilizada (m³), 2020. Fuente: Elaboración propia.

Para estandarizar y siguiendo lo especificado en el punto anterior de la metodología, registraremos una serie de costos en diversas localizaciones relevantes. De este modo, obtendremos una valoración estandarizada de los gastos asociados a la implantación y explotación de las estaciones de tratamiento.

Ejemplos de coste de tarificaciones tipo más estandarizadas en los últimos años de aguas regeneradas en España en base a costes de producción extraídos de diversas fuentes (Del Villar, 2016):

- **Gran Canaria**

Costes explotación regeneración = **0,48 €/ m³**
+Inversión + Distribución = **1,40 €/ m³**

- **Comunidad de Madrid**

Costes explotación regeneración = **0,16-0,35 €/ m³**
+Inversión + Distribución = **1,40 €/ m³**

- **Comunidad de Valencia**

Costes explotación regeneración = **0,30-0,80 €/ m³**
+Inversión + Distribución = **1,40 €/ m³**

- **Otros proyectos para usos industriales, casos de Papelera Holmen y Camp de Tarragona**

Costes explotación regeneración = **0,32-0,53 €/ m³**
+Inversión + Distribución = **0,73-1,40 €/ m³**

- Para **Usos Agrícolas** las cifras son más modestas

Costes explotación regeneración = **0,10-0,35 €/ m³**

Con estos datos y calculando un promedio aritmético, estimamos que el costo medio para la gestión de producción y distribución de aguas regeneradas a nivel global, podría llegar a ser un valor estimado alrededor de **1,20 €/ m³** (Tabla 9).

	IMPLANTACIÓN €/M3	EXPLOTACIÓN €/M3	COSTE MEDIO €/M3
Producción agua regenerada	0,20-4,50	0,06-0,48	0,08-0,84
Distribución agua regenerada	4,00-8,00	0,15-0,40	0,47-1,04
MEDIA TOTAL:			0,55-1,88
MEDIA FINAL:			1,20

Tabla 9: *Estimación de coste medio general para el tratamiento de aguas regeneradas. Fuente: Elaboración propia a partir de varios datos.*

5.2. Tarificación agua regenerada uso agrícola

Como ya hemos visto en el apartado anterior, existen varios modelos y conceptos de tarificación de agua regenerada, que se engloban para según que tipos de uso se quieran aplicar. En este trabajo estamos analizando la implantación de un método de tarificación estandarizado, para la obtención de un modelo base referido al suministro de agua regenerada para uso agrícola. Por ello vamos a analizar los distintos tipos de atenuantes que supone el proceso de tarificación y valorar los distintos casos que puedan darse.

Antes de comenzar, nos pondremos en antecedentes con el desarrollo de conceptos y estándares, analizando los distintos tipos clave a tener en cuenta para una óptima gestión. A partir de esta evaluación, estableceremos el plan tarifario más adecuado, considerando las necesidades específicas de las zonas a tratar en cuestión, las calidades requeridas y las ayudas sociales disponibles.

Modelos tipo de tarificación:

1. Tasa Anual por Superficie:

Este enfoque consiste en un pago anual no vinculado a la cantidad de agua utilizada, donde los importes se destinan a cubrir todos los gastos comunitarios.

2. Tarifas Fijas por Unidad de Superficie:

Establecimiento de tarifas fijas en base a las áreas de terrenos a abastecer, aplicando los cargos según el número de horas de riego que se hayan utilizado.

3. Tarifa por Riego Aplicado:

En ciertas áreas, como son fuentes de agua superficial o con circunstancias específicas, se implementa un método de pago basado en la cantidad de riegos realizados, sin tener en cuenta la cantidad de agua utilizada.

4. Tarifa basados en un Caudal Teórico:

El método de facturación ira en función de un caudal teórico asignado para un periodo específico. Este sistema es habitual en organizaciones encargadas de la gestión de aguas subterráneas.

Cada sistema de pago conlleva distintas repercusiones tanto en la administración del agua como en la economía agrícola. Es esencial la búsqueda de una eficacia y sostenibilidad tipo, para desarrollar el método de cobro más apropiado para según qué caso o comunidad se quiera abastecer.

Los sistemas tarifarios dependen de criterios diversos según cada comunidad agrícola, siendo crucial entenderlos, así como sus consecuencias para garantizar una gestión justa y eficiente del agua en la agricultura.

Este trabajo se centrará en analizar y comparar diversos métodos de tarificación para la utilización en diversas comunidades agrícolas, donde el suministro de agua proviene principalmente de fuentes superficiales. Históricamente, el método más común de tarificación en zonas de mayor abundancia de agua, ha sido un único pago anual por el derecho de riego.

En áreas donde el agua es escasa, se suele emplear un sistema dual de pago que combina tarifas por superficie y por horas de riego según un caudal teórico. Esta estrategia permite a los agricultores tener un mejor entendimiento del agua utilizada y sus restricciones en su uso.

En comunidades que disponen tanto de recursos superficiales como subterráneos, así como en nuevos sistemas de riego, es común emplear un sistema tarifario mixto. En este esquema, los regantes suelen abonar a las asociaciones de riego una tarifa anual por la superficie con derecho de riego, además de una tarifa por cada riego efectuado.

Con las nuevas propuestas a estudio, se valorará estas y otras alternativas para buscar la viabilidad de otros tipos de tarificación. No olvidemos que nuestra premisa es la de gestionar y tarificar el agua regenerada para uso agrícola, por lo que nos basaremos en todo momento en este concepto y procedimiento de tratamiento.

Los consumos de agua en España destinados al riego agrícola están en torno al 80% del consumo nacional. Se entiende que, dado el volumen de agua consumido por este sector, el precio de su uso sea objeto de numerosas controversias y del interés de todos los usuarios. (Chamorro, 2018).

El factor de incentivos y ayudas a la agricultura, para el uso de aguas regeneradas, será uno de los aspectos de mayor relevancia que se podría aportar para la instauración, así como una motivación extra para el desarrollo e inversión de plantas de tratamiento de aguas regeneradas.

Rodrigo Sánchez Haro (consejero Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía), expresaba: "Estamos más cerca de que las infraestructuras que reivindicamos desde hace años, la subvención para que el coste de los recursos procedentes de las desaladoras no exceda de los 30 céntimos por metro cúbico y el impulso definitivo de la reutilización de las aguas residuales regeneradas sean una realidad" (Aparicio, 2018). Con estas afirmaciones lo que se transmite es optimismo sobre la proximidad de alcanzar objetivos importantes en la gestión del agua, que incluyen mejorar las infraestructuras, hacer en su caso el agua desalinizada más accesible económicamente, y fomentar la reutilización de aguas residuales regeneradas.

Así pues, podríamos decir que una tarifa para alcanzar competitividad en el costo por metro cúbico de agua regenerada destinada al riego para uso agrícola podría ir en el entorno de los 0,3-0,4 €/ m³. (Chamorro, 2018)

- ¿Es real esta reflexión?
- ¿Podríamos desarrollar una tarifa estándar con esos precios?
- ¿Es viable y acorde para un uso de tipo agrícola?

Estas cuestiones son las que queremos responder y poner sobre la mesa con la realización de un modelo de tarificación el cual contemple incentivos económicos para los agricultores que adopten prácticas de riego responsables, así como mecanismos de penalización para aquellos que excedan los límites de consumo establecidos. Además, es crucial incluir estrategias para la educación y concienciación de la comunidad agrícola sobre los beneficios ambientales y económicos del uso del agua regenerada. Con este enfoque integral, buscamos no solo garantizar la disponibilidad de recursos hídricos a largo plazo, sino también promover una agricultura más verde y resiliente.

A partir de la información recopilada, realizaremos las siguientes consideraciones para calcular las tarifas aplicables a los consumos realizados, teniendo en cuenta que la estructura tarifaria del servicio de regeneración de agua se compone de dos elementos principales:

Componente Fijo o Cuota de Servicio

Este componente de la tarifa no depende concretamente de los volúmenes de agua suministrados, más bien tiene que ver con la disponibilidad del recurso y accesibilidad del servicio. Por ello, la cuota de servicio se determina según la capacidad y preparación del sistema para ofrecer el servicio de regeneración de agua, garantizando que la infraestructura necesaria esté permanentemente disponible para su uso, sin importar la cantidad de agua suministrada en un periodo específico.

Componente Variable:

Esta sección de tarificación está directamente relacionada con los volúmenes de agua regenerada suministrada. Se determina en función de la cantidad de agua efectivamente entregada a los usuarios, reflejando los costos operativos y de mantenimiento vinculados al tratamiento y distribución del agua regenerada.

La ramificación se divide en bloques según los suministros, medidos en metros cúbicos (m³) de agua consumida, hasta un límite máximo establecido en función del origen, las concesiones según la comunidad autónoma o la fuente natural del agua a regenerar.

La combinación de estos dos componentes nos garantizará una estructura tarifaria equilibrada que permita cubrir tanto los costos variables asociados al consumo real de agua regenerada como los costos fijos necesarios para mantener la infraestructura y asegurar la disponibilidad continua del servicio.

La combinación de todos estos elementos, incluyendo la implementación, explotación y transporte del agua tratada, será crucial para establecer una tarifa estándar sobre el agua regenerada. Los incentivos o bonificaciones, podrían generar la posibilidad de reducir las tarifas, infiriendo en un ahorro significativo y beneficioso para el consumidor.

En ciertos casos especiales, el suministro de agua destinado al riego no puede ser medido físicamente debido a la falta de un contador o medidor de agua instalado. En tales situaciones, el método de tarificación se basa en estimaciones de consumo tanto para el componente fijo como para el variable. Esto implica estimar el tamaño o diámetro de la conexión necesaria para abastecer el área correspondiente, así como las dimensiones en metros cuadrados (m²) de la superficie a regar, dependiendo del tipo de cultivos que se deseen para el suministro.

Esta modalidad se menciona únicamente a modo de curiosidad, para mostrar que existen diferentes modelos de cálculo tarifario para aguas regeneradas. Sin embargo, no se considera parte fundamental del estudio que se está llevando a cabo en este trabajo.

5.2.1. Determinación del Precio de Agua Regenerada para Uso Agrícola

A continuación, entramos de lleno en materia para establecer una tarifa adecuada de agua regenerada y para ello es fundamental tener en cuenta diversos factores clave que aseguren equidad en su precio.

A continuación, se destacan algunos aspectos esenciales a considerar:

Costos de Producción y Tratamiento:

Con la recopilación y análisis de la documentación obtenida, se evalúan los diversos costos implicados en la producción y tratamiento del agua regenerada, con el fin de proporcionar una comprensión exhaustiva de los recursos financieros necesarios para su implementación y operación efectiva.

Infraestructura Requerida:

Se identifican y analizan los elementos de infraestructura necesarios para el proceso de producción y tratamiento del agua regenerada, incluyendo entre otros, plantas de tratamiento, sistemas de distribución y almacenamiento.

Procesos de Purificación y Desinfección:

Se examinarán los métodos y tecnologías utilizados en los procesos de purificación y desinfección del agua regenerada, evaluando los costos asociados a la adquisición, instalación y mantenimiento de equipos y materiales.

Gastos Operativos:

Se calculan los gastos operativos recurrentes relacionados con la operación diaria de las instalaciones de tratamiento de agua regenerada, incluyendo costos de energía, productos químicos, mano de obra y mantenimiento.

Costos de Distribución:

Examina los gastos asociados con la distribución del agua regenerada, incluyendo la infraestructura de tuberías, estaciones de bombeo y el mantenimiento de la red de distribución.

Demanda y Capacidad de Suministro:

Estudia la demanda esperada de agua regenerada y evaluando la capacidad de suministro de agua regenerada.

Calidad del Agua Regenerada:

Evalúa la calidad del agua regenerada elaborada, donde se incluyen las propiedades físicas, químicas y biológicas, así como los gastos de tratamiento y la elección de las tecnologías adecuadas.

Beneficios Ambientales y Sociales:

Una evaluación integral de los beneficios ambientales y sociales derivados del uso de agua regenerada, tales como la conservación de recursos hídricos, la disminución de los agentes contaminantes y un suministro seguro de agua, se incorpora en la estructura tarifaria. Estos beneficios generarán incentivos económicos que favorecerán la implementación de la tarificación propuesta.

Políticas y Regulaciones:

Es fundamental, como ya se indicó en el punto 4.2. del apartado de la metodología, analizar las políticas y regulaciones a nivel local, regional y nacional que se implican en la tarificación del agua regenerada, incluyendo subsidios, impuestos, objetivos de sostenibilidad y normativas de calidad del agua. Hará que en gran parte se incentive el uso de aguas regeneradas y de esta forma se puedan reducir significativamente las tarifas para los usuarios agrícolas. Otro factor

crucial es garantizar que el uso de aguas regeneradas no contamine los cultivos ni el suelo, siendo seguro tanto para los trabajadores agrícolas como para los consumidores de los productos cultivados.

Esto implica cumplir con estándares de calidad del agua que minimicen los riesgos asociados con patógenos y contaminantes, teniendo en cuenta que las políticas deben equilibrar la necesidad de incentivar el uso de aguas regeneradas con la protección del medio ambiente y la salud pública.

Participación de los Usuarios:

La participación de los usuarios finales y demás partes interesadas en el proceso de determinación de tarifas es crucial para asegurar que sus necesidades y preocupaciones sean adecuadamente consideradas, garantizando así que el proceso se alinee con las exigencias y requisitos del cliente final.

Basándonos en los datos y factores clave identificados, se establecerá una estructura tarifaria para el suministro de agua regenerada destinada a fines agrícolas. Esta estructura se diseñará para asegurar la equidad en los costos, la transparencia en la facturación y la sostenibilidad en la gestión del recurso. Además, promoviendo un uso consciente y eficiente del agua regenerada en la actividad agrícola, contribuirá a la conservación de los recursos hídricos, la reducción de la contaminación, la disminución de la huella de carbono y una mayor eficiencia en el uso del agua. Con estas características marcadas, garantiremos el suministro de agua para la agricultura incluso en épocas de sequía, mejorando la resiliencia del sector agrícola frente a condiciones climáticas adversas.

5.3. Modelo de cálculo según metodología tarifaria

Una vez que hemos recopilado y analizado toda la documentación pertinente, y cuantificado los conceptos de evaluación, iniciaremos la elaboración de una hoja de cálculo tarifaria. Esta hoja será utilizada para desarrollar una metodología de tarificación estándar que permitirá, bajo diferentes hipótesis o situaciones de suministro, determinar los costos finales basados en el consumo realizado.

Para ello, consideraremos varios aspectos críticos, tales como las zonas específicas a abastecer, la calidad del agua requerida y la cantidad de agua regenerada consumida. Estos factores son

esenciales para establecer tarifas justas y sostenibles que reflejen tanto los costos de producción y distribución del agua como las necesidades específicas de los usuarios. La siguiente Tabla 10, refleja el modelo estándar de tarificación de aguas regeneradas para uso agrícola.

A					
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA					
Comunidad Autónoma		Tipo de Canon		Zonificación	
B					
PERIODO DE CONSUMO		FECHAS		CONSUMO	
LECTURA ACTUAL		LECTURA ACTUAL		INDICE (m3)	
LECTURA ANTERIOR		LECTUR ANTERIOR			
Días TOTALES		0,00		Consumo TOTAL (m3)	
				0	
C					
		€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	
Costo Producción				TR-2 =1	
Costo Distribución				TR-3 =2	
Costo Tratamiento				TR-5 =3	
Canon por Zona				PRODUCCIÓN €/m3	
				DISTRIBUCIÓN €/m3	
				Zona 1 (50%)	
				Zona 2 (0,15%)	
				Zona 3 (0%)	
				0,50	
				0,85	
				1,00	
D					
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m³)		0		SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	
Costo Fijo Consumo		0,00		AGUA RIEGO (€/m³)	
				CONSUMO AGUA REGENERADA	
				Desde 0 hasta 500 m³	
				Desde 500 hasta 1500 m3	
				Desde 1500 hasta 3000 m³	
				PONDERACIÓN	
				1,30 30%	
				1,10 10%	
				1,00 0%	
E					
Costo Demanda Variable		0,00 €		Baremos de Consumo	
				CONSUMO	
				TOTAL VARIABLE	
				COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
				0,00	
				0,00	
				0,00 €	
F					
AGUA REGENERADA		0,00 €			
IVA (10%)					
TOTAL		0,00 €			

Tabla 10: Tabla de modelo tarifario para la gestión de aguas regeneradas de uso agrícola. Fuente: Elaboración Propia.

5.3.1. Proceso Determinación la Tarifa Estándar de Agua Regenerada para Uso Agrícola.

En primer lugar, se delimitan los componentes de la tarifa siguiendo la metodología definida en este proyecto, habiendo identificado y determinado los componentes específicos que integran la estructura tarifaria del agua regenerada. Para establecer la tarifa, se ha diseñado una estructura que incluye una tarifa fija y una tarifa variable basada en el volumen de agua

consumida según las concesiones permitidas de agua regenerada. Además, conforme a las especificaciones y condiciones preestablecidas, como la zonificación para el suministro de agua y los distintos incentivos o cánones aplicables, se han calculado porcentajes de ponderación. Esta valoración permite adaptar los costes más eficientemente a los diferentes usos y a las repercusiones positivas esperadas, asegurando así una tarificación justa y equilibrada.

Como se ha especificado anteriormente, el modelo de tarificación estará regulado en función a diversos factores. A continuación, se detallarán estos factores, explicando el origen de los cálculos y las valoraciones, con el fin de garantizar una comprensión adecuada del proceso.

- **Factores Zonificación**

Como se especifica en el punto 2.6 del estado del arte, correspondiente al apartado 2 de antecedentes, para la obtención de los datos más actualizados, procedemos a la revisión de los informes oficiales proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), donde se aportan los volúmenes y porcentajes de las zonas de gestión de agua regenerada para el uso agrícola en el año 2020, correspondiente a todas las comunidades autónomas de España.

Comunidad Autónoma	Zonificación Según (%) Uso Agua Regenerada
Andalucía	Zona 2
Aragón	Zona 3
Asturias	Zona 3
Islas Baleares	Zona 2
Canarias	Zona 3
Cantabria	Zona 3
Castilla y León	Zona 3
Castilla-La Mancha	Zona 3
Cataluña	Zona 2
Comunidad Valenciana	Zona 1
Extremadura	Zona 3
Galicia	Zona 2
Madrid	Zona 3
Murcia	Zona 1
Navarra	Zona 3
País Vasco	Zona 3
La Rioja	Zona 3
Ceuta y Melilla	Zona 3



Figura 27: Porcentajes de agua regenerada por autonomía y zonificación. Fuente: Elaboración Propia.

Según las comunidades autónomas, se divide y tarifica en distintas zonas en base al porcentaje (%) de agua regenerada que se gestione (Figura 28). Cuanto mayor % se destine a la regeneración, la ponderación irá ligada a valores más beneficiosos para el modelo tarifario.

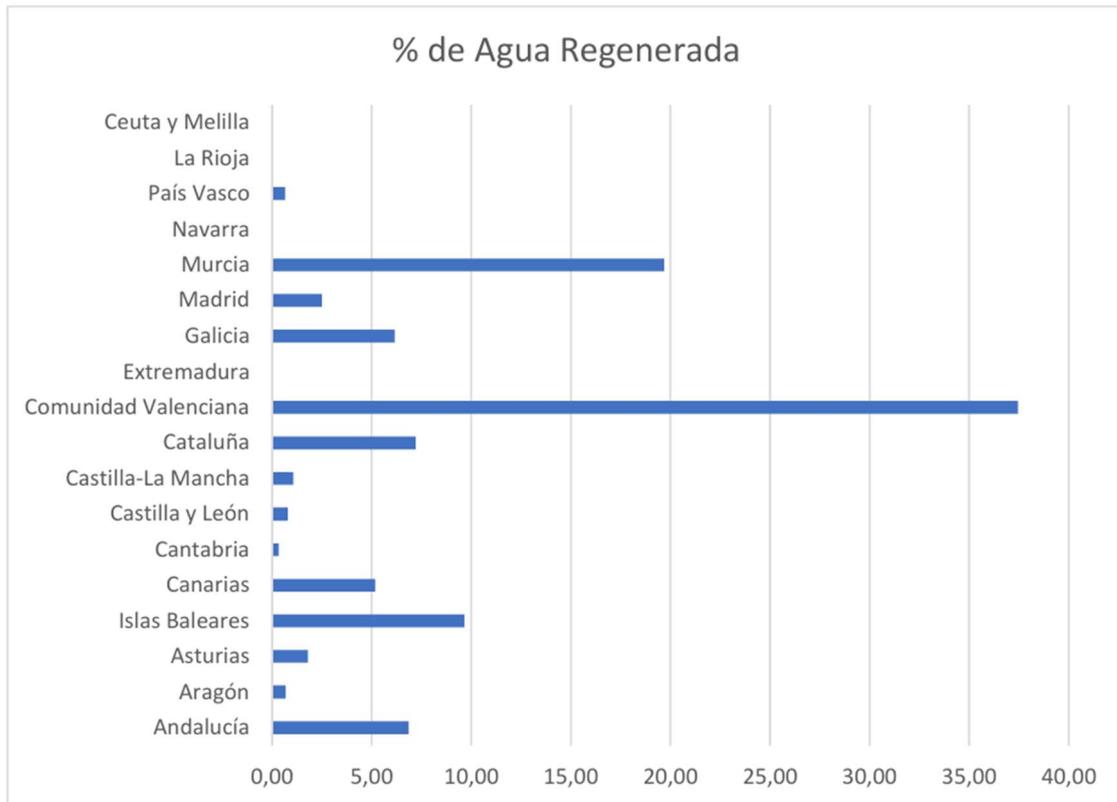


Figura 28: Porcentajes de agua regenerada por autonomías: Fuente: Elaboración propia.

Dichos porcentajes se diferenciarán en tres tipos de zonas:

- **Zona 1**, que será la zona que mayor bonificación disponga, al corresponder con entornos donde se hace un uso habitual de gestión de aguas regeneradas.
- **Zona 2**, corresponderá a zonas que se aplican gestiones de regeneración, pero aún no se desarrollan con asiduidad o falta mayor concentración de infraestructura.
- **Zona 3**, será la zonificación en la que los procesos de regeneración no se gestionan de manera habitual. Aunque existen algunas actuaciones limitadas, no se cumplen los requisitos mínimos para ser consideradas áreas con tratamiento de regeneración adecuado.

Zonificación	Ponderación de % reutilización
Zona 1	Mayor de 19,00 %
Zona 3	menos de 6,00 %
Zona 2	de 19,00 % a 6,00 %

Tabla 11: Ponderaciones según porcentaje de agua reutilizada de zonificación. Fuente: Elaboración propia.

La finalidad de distinguir entre las distintas zonas, corresponderá a incentivar a las comunidades que invierten y gestionan tratamientos de aguas regeneradas. A la par, se busca que en aquellos lugares que aún no se administren o no se haya sopesado su utilización, animar a que lo hagan y así contribuir a que se aumente la producción de aguas regeneradas.

Según la zonificación indicada, se promueve el uso responsable vinculado a la sostenibilidad, incentivando que las demás zonas se integren en el ámbito de la reutilización del agua.

BONIFICACIÓN POR ZONAS		
Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)
0,50	0,85	1,00

Tabla 12: Cuadro de porcentajes de bonificación por zonas según Comunidad Autónoma. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, las diferentes zonas son evaluadas en tres tipos de aspectos y distintas ponderaciones, teniendo en cuenta los servicios que se realizan en cada zona y su repercusión directa con la regeneración, como ya se ha comentado anteriormente.

Uno de los parámetros que aplicaremos en el modelo de tarificación corresponde con la incursión en el casillero correspondiente de la comunidad a la que se hace referencia en el estudio de tarificación y según a la zona que se haga mención, estará ligada a una zona tipo, donde se le aplicará la ponderación correspondiente para incluir el incentivo a la tasa final.

Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación
Valencia	Canon 1	Zona 1

Tabla 13: Casilleros indicativos de zonificación según Comunidad Autónoma. Fuente: Elaboración propia.

- **Factor Periodos y Consumos**

En este concepto se corresponde con la contabilización de los periodos de consumo expresados en días totales, así como la lectura de consumo total registrado en metros cúbicos (m³), de agua regenerada.

Estos valores nos determinan el porcentaje de suministro recibido y, por lo tanto, el factor primordial para el desarrollo de la valoración tarifaria.

PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)
LECTURA ACTUAL	31/03/2024	LECTURA ACTUAL	6885
LECTURA ANTERIOR	01/01/2024	LECTUR ANTERIOR	6185
Días TOTALES	90,00	Consumo TOTAL (m3)	700

Tabla 14: Casilleros indicativos del periodo a tarificar y el consumo medio del periodo. Fuente: Elaboración propia.

- **Factor Tratamientos. Producción y Distribución**

Esta parte es la más importante, ya que es donde se fijan los costos totales según tratamiento y aplicación de las bonificaciones por zona, si proceden. Como ya se ha comentado el Punto 4 de la Metodología, apartado c) del punto 4.4.1, diferenciaremos el costo repercutido al modelo, según los tratamientos aplicados y las calidades de agua regenerada que se quiera conseguir para el uso agrícola. Los distintos modelos de tratamiento tendrán unos costes implícitos y estos serán los que se le aplique al modelo para el incremento de la prima tarifaria de abono.

Para la consecución de los costes estimados, se han obtenido valores medios según la producción y la distribución, los cuales serán los que se toman de referencia para el estudio del trabajo.

	IMPLANTACIÓN (€/m3)	EXPLOTACIÓN (€/m3)	COSTE PROMEDIO (€/m3) MÍNIMO	COSTE PROMEDIO (€/m3) MÁXIMO	SUMATORIO (€/m3)
Producción agua regenerada	0,20-4,50	0,06-0,48	0,08	1,24	1,32
Distribución agua regenerada	1,00-7,00	0,15-0,50	0,27	1,34	1,61
MEDIA TOTAL:			0,55	1,88	2,43

Tabla 15: Estimación media de costes de producción y distribución. Fuente: Elaboración propia.

Según refleja la Tabla 15, los distintos valores recogidos en el estudio de documentación, se obtienen una serie de costes comprendidos en franjas de valores estimativos de máximos y mínimos, las cuales haciendo una media aritmética nos resulta un valor promedio tipo, que será el que utilizaremos para el cálculo de tarifa en relación con el tratamiento de agua regenerada de uso agrícola.

Como en el caso del factor de zonificación, también se va a ponderar un valor en base al método de tratamiento que se aplique y a la calidad de agua regenerada que se quiera conseguir. Por ello, en la Tabla 16, se indican los tres tipos de tratamientos tipo los que vamos a disponer para el modelo tarifario en base a su calidad.

	TRATAMIENTO DE REGENERACIÓN	COSTES		Tipo de Calidad de Tratamiento
		IMPLANTACIÓN (€/m3)	EXPLOTACIÓN (€/m3)	
TR-1	Físico-Químico + Filtración + Filtración de Membranas + Cloro residual	0,82	0,2	1
TR-2	Físico-Químico + Filtración + Ultravioleta + Cloro residual	0,12	0,09	1
TR-3	Filtración + Ultravioleta + Cloro residual	0,05	0,06	2
TR-4	Filtración	0,03	0,06	2
TR-5	Físico-Químico + Filtración + Filtración de Membranas + Ósmosis Inversa + Cloro residual	1,14/1,09	0,46	3
TR-6	Físico-Químico + Filtración + Electrodialisis Reversible + Ultravioleta + Cloro Residual	1,04/1,09	0,46	3

Tabla 16: Estimación de costes de tratamiento de aguas regeneradas según calidad para uso agrícola. Fuente: Elaboración propia. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2010). Plan Nacional de Calidad de las Aguas: Informe de sostenibilidad ambiental. 58

De estos tratamientos se diferenciarán modelos de regeneración:

- **Sin desalación**, que corresponderán con los tipos de tratamientos
 - TR-1
 - TR-2
 - TR-3
 - TR-4

- **Con desalación**, que corresponderán con los tipos de tratamientos
 - TR-5
 - TR-6

Sobre estos mismos, según el tratamiento terciario que queramos realizar, se valorara de una forma u otra el coste final. Cuanto mayor sea la operativa de tratamiento y por lo tanto mayor calidad, el coste repercute al alza en la tarificación final.

Para ello, se ha seleccionado de los tratamientos existentes, los tres procesos que más se llevan a cabo y así disponer una estimación lo más parecida posible a la realidad.

TIPO DE TRATAMIENTO
TR-2 =1
TR-3 =2
TR-5 =3

Tabla 17: *Tipos de tratamientos para desarrollo de estudio tarifario. Fuente: Elaboración propia.*

Como se puede observar cada uno de los distintos tratamientos lo vamos a ponderar con un porcentaje (%) estimado, que corresponderá con un valor tipo que según el tratamiento terciario y la calidad que se quiera conseguir tendrá una ponderación u otra.

	% PONDERACIÓN TRATAMIENTO	CALIDADES
TR-2 (35%)	3,5	ALTA
TR-3 (50%)	5,0	MEDIA
TR-5 (15%)	1,5	ALTA

Tabla 18: Tipos de ponderación aplicada a los tratamientos y tipos de calidad. Fuente: Elaboración propia.

Esta ponderación tiene dos vertientes, en las que se deducen los tratamientos sin desalación (TR-2 y TR-3) y con desalación (TR-5). Para el primer caso el modelo de tratamiento de mayor calidad (TR-2) dispondrá una ponderación media, debido a los costes que supone realizar este tipo de tratamiento y por lo tanto su porcentaje de aplicación va ligado directamente con dichos procesos. Si se dispone de un tratamiento de calidad media (TR-3), los costes serán más reducidos, por lo que el porcentaje a aplicar es más elevado y así se ajusta más el valor.

En el caso de los tratamientos con desalación, ocurre lo mismo, al aplicar mayor calidad y metodología al tratamiento (TR-5), sus costes se elevan y más en este tipo de proceso que ya de por si es bastante costoso. Por eso mismo, su ponderación es más ajustada y por lo tanto resultaran unas cifras mayores en el cálculo.

Con los valores que hemos calculado de los costes estimados de distribución y producción, junto con la ponderación según tratamiento y calidad aplicados, se consigue el coste medio (€/m³) que vamos a utilizar para el modelo tarifario de aguas regeneradas de uso agrícola.

Tipo de Tratamiento Terciario	Desalación	Tipo de Calidad de Tratamiento	Tarifa Producción (€/m ³)	Tarifa Distribución (€/m ³)	Coste Medio (€/m ³)
TR-2	No	1	0,38	0,46	0,84
TR-3	No	2	0,26	0,32	0,59
TR-5	Si	3	0,88	1,07	1,95

Tabla 19: Tipos de tratamientos según calidad y su coste medio (€/m³). Fuente: Elaboración propia.

Con todos estos datos, se logrará determinar un coste medio para los distintos tratamientos y calidades, directamente vinculado a las zonas donde se tarifique el servicio. El valor obtenido permitirá calcular el consumo realizado durante el periodo de estudio.

- **Factor Costes Fijos y Variables**

Para el cálculo de los costes fijos y variables y en base a lo señalado en la metodología, lo primero que se plantea es el de ponderarlos según los valores ya existentes sobre estos conceptos y tomando como referencia las comunidades autónomas que ya ejercitan de forma notable y contrastada la gestión de las aguas regeneradas, como son el caso de Comunidad Valenciana, Cataluña y Región de Murcia. Estos comprenden el mayor porcentaje de regeneración en toda España, ya que entre estas dos comunidades (Murcia y Valencia) se genera el 60% del total en España (García,2023) y por lo tanto la fiabilidad que nos ofrece es más que contrastada, por ello se toma la decisión de analizar la tarifa bajo estos costes.

Coste Fijo

Como se ha comentado y se refleja en la Tabla 20, se dispondrá de un valor tarifario fijo que según una media estimada con los costes supuestos de varias regiones, hacemos la media genérica y dando un valor que será el estimado como valor fijo para el uso agrícola medido en €/día.

	Coste fijo €/m3 valor máximo	Coste fijo €/m3 valor mínimo	Coste fijo €/m3 medio
Cataluña	0,30	0,60	0,45
Valencia	0,35	0,30	0,33
Murcia	0,20	0,50	0,35
Promedio estandar			0,38
Valoración m3/día			80
Total fijo €/año			30,00
Total Fija €/mes			2,50
Total Fija €/día			0,08

Tabla 20: Cuadro cálculo coste fijo (€/día) vs la valoración de consumo (m³/día). Fuente: Elaboración propia.

Coste Variable

En este modelo como se ha especificado en el apartado d) del punto 5 de Metodología, lo que vamos a tener en cuenta es el consumo real que se realiza y medido en m³. En este caso se divide en dos bloques variables, en los cuales la tarificación se verá influenciada hasta un valor máximo ponderado por el suministro de concesión que se permite sobre el agua regenerada y una vez superado el límite establecido, se aplica otro tipo de abastecimiento, que en nuestro estudio corresponderá con el del agua potable.

Para determinar el valor tipo de m³ de agua potable concedida en los costes variables, se tiene también en cuenta los valores reportados por las comunidades autónomas que más afianzado tienen el modelo de explotación de las aguas regeneradas como Cataluña y Valencia, junto con la comunidad de Andalucía.

Comunidad Autónoma	Capacidad de Tratamiento de Aguas Residuales (aproximada)	Usos Principales	Ejemplos de Plantas y Capacidades
Cataluña	300.000 - 400.000 m ³ /día	Agrícola, industrial, recreativo	Planta del Baix Llobregat: > 300.000 m ³ /día
Comunidad Valenciana	200.000 - 300.000 m ³ /día	Agrícola, riego de parques	Planta de Pinedo, Valencia: ~420.000 m ³ /día
Andalucía	150.000 - 250.000 m ³ /día	Agrícola	Varias plantas en la región

Tabla 21: Cuadro cálculo coste fijo (€/día) en función de la valoración de consumo (m³/día). Fuente: Elaboración propia.

Con estos valores ya estimamos una media de consumo que ira en tres bloques distintos, para los cuales y según su consumo, se ponderan en base a las características del volumen de uso. Para un consumo no lo suficiente mente alto para la concesión otorgada, se le aplicara un canon de incremento sobre la tarifa final, ya que al no haber consumido la cantidad que se concede, hace que se tenga que volver a procesar el tratamiento de regeneración y por lo tanto incurre en unos gastos que hay que volver a aplicar al consumidor. Se penaliza aquellos suministros en los que no se llegue a la cantidad acordada para el abastecimiento de aguas regeneradas y por lo tanto es favorable aquel quien cumpla los parámetros establecidos en la concesión.



CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	700	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN
Costo Fijo Consumo	7,50	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00

Tabla 22: Cuadro ponderaciones según consumo agua regenerada (m³). Fuente: Elaboración propia.

Quien se ajuste a dichos volúmenes autorizados, se considera que está en línea con el modelo de tarificación y por lo tanto el coste estándar es el que se aplicara. Quienes no lleguen al volumen demandado, serán los que sufrirán ese incremento tarifario como penalización, ya que esa disponibilidad tiene un costo, así como la realización un nuevo de tratamiento, almacenamiento, mantenimiento, ...etc...

Costo Demanda Variable	752,03 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m ³)
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	700	752,03	Valencia
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	0	0,00	2,21

Tabla 23: Cuadro cálculo coste variable (€/día) en función de baremos de consumo (m³). Fuente: Elaboración propia.

Con estos condicionantes ya tendríamos todos los parámetros de la tarificación establecidos para llegar al coste total final del modelo tarifario.

- **Factor Tarifa Final**

Una vez que se han calculado todos los conceptos que se aplican para la obtención de la cuota tarifaria correspondiente, nos dará un valor de agua regenerada valorada en euros (€). A este precio se le aplicara el concepto de impuesto que le corresponde, siendo en este caso un valor del IVA del 10%, para que de esta forma y de manera ya definitiva, se obtenga la tarificación final correspondiente del agua regenerada suministrada para uso agrícola, según la región correspondiente, con las calidades, incentivos y tratamientos que se quiera aplicar.



CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	700	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,50	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
Costo Demanda Variable	752,03 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m ³)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	700	752,03	Valencia	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	0	0,00	1,10	

AGUA REGENERADA	759,53 €
IVA (10%)	75,65 €
TOTAL	835,19 €

Tabla 24: Cuadro cálculo tarifa final (€) en base al consumo trimestral (m³). Fuente: Elaboración propia.

Con todo el proceso expuesto, tendríamos un modelo tarifario final para el uso agrario de aguas regeneradas, de la como se refleja en la siguiente Tabla 25.



MODELO FINAL DE TARIFICACIÓN

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA (Tarifas 2024)						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Valencia	Canon 1	Zona 1				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	01/01/2024	LECTURA ACTUAL	6885			
LECTURA ANTERIOR	31/03/2024	LECTUR ANTERIOR	6185			
Días TOTALES	90,00	Consumo TOTAL (m3)	700			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,88	3	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	1,07		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	1,95		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,98		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	700	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,50	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ⁵	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	752,03 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	700	752,03	Valencia	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	0	0,00	2,21	
F						
AGUA REGENERADA	759,53 €					
IVA (10%)	75,65 €					
TOTAL	835,19 €					

Tabla 25: Modelo tarifario final para el consumo de agua regenerada para uso agrícola. Fuente: Elaboración propia.

- **Factor Tarifa Agua Potable**

Como se ha indicado en el apartado d) del punto 4.4 de la Metodología, una de las estrategias para financiar y dotar de un incentivo en el uso de aguas regeneradas consiste en incrementar las tarifas del agua potable. Para este estudio, se implementará esta metodología, ya que promueve un uso más responsable del recurso hídrico y estimula la reutilización. Esta aproximación nos permitirá realizar una comparativa técnica entre el agua potable y el agua regenerada, proporcionando una métrica precisa para evaluar la viabilidad y los resultados potenciales de la implementación de sistemas de suministro de aguas regeneradas para uso agrícola en escenarios futuros.

Vamos a obtener con los datos referidos en el punto 2.6. del estado del arte correspondiente al apartado de antecedentes, donde se especifica el precio del agua potable según la región a estudio.

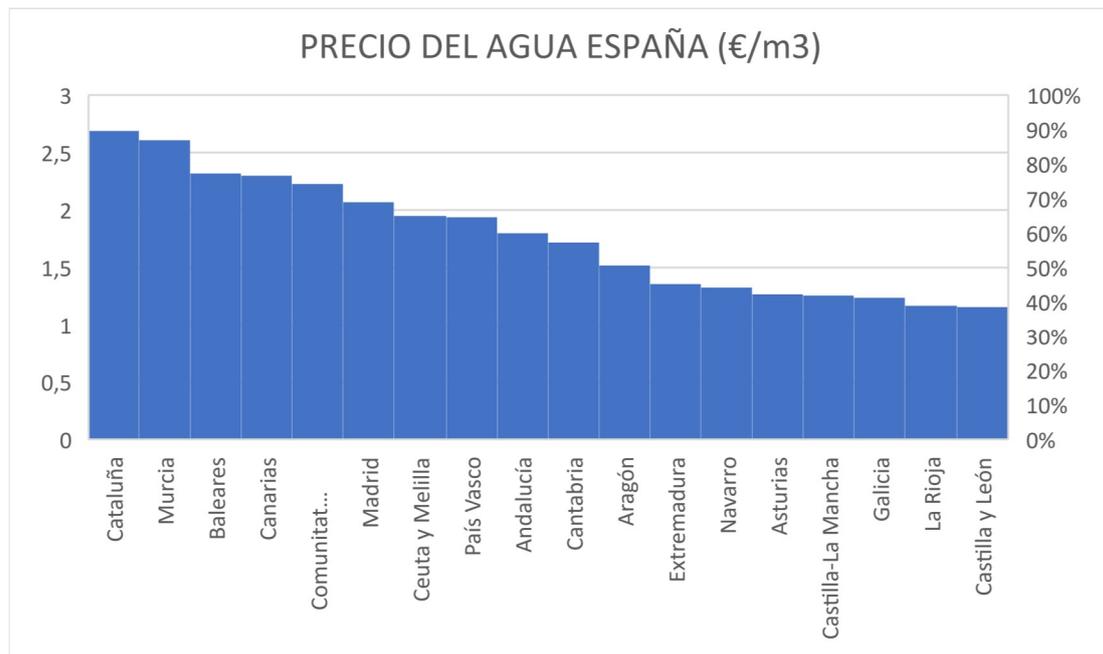


Figura 29: Baremos de precios del agua en España. Fuente: Elaboración propia.

En este proceso de tarificación del agua potable, tomaremos el mismo consumo que se haya recogido en el caso del modelo de tarificación para las aguas regeneradas y aplicaremos los

distintos costes por bloques, que aplicados los consumos realizados nos resultara un coste final del agua potable consumida.

CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	700	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Valencia	
AGUA POTABLE	1.241,68 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	1,17 €		
IVA (10%)	123,87 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	1,44 €		
TOTAL	1.365,55 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 300 m ³	1,86 €		
		Tramo 4: Más de 300 m ³	2,21 €		

Tabla 26: Modelo tarifario final para el consumo de agua potable. Fuente: Elaboración propia.

Una vez ya disponibles todos los datos de un proceso y otro, consideraremos los resultados y analizaremos las comparativas de ambos sistemas de tarificación.

Los resultados nos ayudaran a dictaminar si el proceso es viable o, por el contrario, tendremos que buscar otras alternativas y valorar el modelo con otros conceptos o la aplicación de otros costes de tarificación que han de llegar a conseguir los objetivos marcados.

6. ANÁLISIS Y RESULTADOS

A continuación, se señalan 3 casos tipo, sobre distintos modelos de tarificación que podrían resultar aplicando el estándar propuesto, comparando las diferencias entre unos y otros, en base a los conceptos que se les pueden aplicar según su zona de actuación, los tipos de tratamientos y los condicionantes que les correspondan.

Con estos datos analizaremos el modelo expuesto, entendiendo así la metodología utilizada y valorando los resultados que se obtienen.

6.1. Evaluación de la efectividad de los modelos de tarificación

Vamos a desarrollar distintos casos tipo, en distintas comunidades autónomas y planteado alternativas diversas para la gestión de aguas regeneradas para el uso agrícola.

6.1.1. Caso 1. Riego de cultivos en Región de Murcia vs Cataluña.

Suponemos que un técnico especialista de la compañía suministradora de agua de la comarca, realiza la toma de datos periódica de los contadores donde se destaca el ejercicio comprendido del periodo del 21 de Marzo al 23 de Junio, en el cual se indica un resultado de **34.674 m³**. Cabe destacar que, en la facturación del pasado ejercicio, su última toma de datos señalaba una cantidad de **31.415 m³**.

El aprovechamiento de esa agua se utiliza para el riego de una extensión de **9 hectáreas (ha)** en un campo de cultivo de melocotones en la comarca de la Vega Alta del Segura, más concretamente en el municipio de Cieza, perteneciente a la Región de Murcia.

La época en la que estamos tratando los campos corresponde con el final de la primavera, siendo una época de altas temperaturas y riesgos de sequías.

En ese mismo periodo, un agricultor de Arbeca, un municipio próximo a la Ribera del Ebro y perteneciente a la comarca de Les Garrigues, provincia de Lleida; contabiliza el último registro del consumo realizado para el riego de una extensión de olivos. Como en el supuesto anterior,

se dispone de una extensión de **9 hectáreas (ha)**, para la futura extracción de las olivas negras, muy apreciadas en la región.

La toma de datos señala un registro de **14.566 m³**, donde la anterior ocasión señalaba **11.307 m³**.

Con estos datos lo aplicamos en nuestro modelo tarifario y obtenemos los siguientes resultados:



Cieza (Murcia)

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma		Tipo de Canon		Zonificación		
Murcia		Canon 1		Zona 1		
B						
PERIODO DE CONSUMO		FECHAS		CONSUMO		INDICE (m3)
LECTURA ACTUAL		23/06/2024		LECTURA ACTUAL		34674
LECTURA ANTERIOR		21/03/2024		LECTUR ANTERIOR		31415
Días TOTALES		94,00		Consumo TOTAL (m3)		3259
C						
		€/m3			TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3
Costo Producción		0,26	2		TR-2 =1	0,38
Costo Distribución		0,32			TR-3 =2	0,26
Costo Tratamiento		0,59			TR-5 =3	0,88
Canon por Zona		0,29			BONIFICACIÓN POR ZONAS	
					Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)
					0,50	0,85
					Zona 3 (0%)	
					1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)		3.259	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)		AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA
Costo Fijo Consumo		7,83	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)		0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³
						Desde 500 hasta 1500 m ³
						Desde 1500 hasta 3000 m ³
						30%
						10%
						0%
						1,30
						1,10
						1,00
E						
Costo Demanda Variable		1.562,76 €	Baremos de Consumo		CONSUMO	TOTAL VARIABLE
			BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³		3000	879,00
			BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³		259	683,76
						COSTE AGUA POTABLE (€/m ³)
						Murcia
						2,64
F						
AGUA REGENERADA		1.570,59 €				
IVA (10%)		156,76 €				
TOTAL		1.727,35 €				
F						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)		3.259	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)		AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA
AGUA POTABLE		7.664,64 €	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)		0,08 €	Murcia
IVA (10%)		766,16 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³		1,11 €	DATOS TARIFICACIÓN
TOTAL		8.430,81 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³		1,52 €	
			Tramo 3: Desde 200 hasta 500 m ³		2,13 €	
			Tramo 4: Más de 500 m ³		2,64 €	

Tabla 27: Modelo tarifario final Cieza (Murcia). Fuente: Elaboración propia.

Arbeca (Cataluña)

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Cataluña	Canon 2	Zona 2				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	23/06/2024	LECTURA ACTUAL	14566			
LECTURA ANTERIOR	21/03/2024	LECTUR ANTERIOR	11307			
Días TOTALES	94,00	Consumo TOTAL (m3)	3259			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,26	2	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,32		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,59		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,50		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	3.259	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,83	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	
E						
Costo Demanda Variable	2.188,42 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	3000	1494,30	Cataluña	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	259	694,12	2,68	
F						
AGUA REGENERADA	2.196,25 €					
IVA (10%)	219,33 €					
TOTAL	2.415,58 €					
F						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	3.259	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Cataluña		
AGUA POTABLE	7.794,20 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	1,47 €			
IVA (10%)	779,12 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	1,62 €			
TOTAL	8.573,32 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 500 m ³	1,91 €			
		Tramo 4: Más de 500 m ³	2,68 €			

Tabla 28: Modelo tarifario final Arbeca (Cataluña). Fuente: Elaboración propia.

6.1.2. Caso 2. Riego de cultivos en Andalucía para los tres tipos de calidades de tratamiento.

Un pequeño agricultor de Nerja perteneciente a la comarca de La Axarquía (Málaga), el cual se dedica al cultivo, recolección y distribución de mangos, quiere realizar una estimación de los costes que le supone la realización del riego de su plantación por mediación de la reutilización de las aguas. Su intención es valorar que tipo de aguas regeneradas está dispuesto a suministrar en base a las calidades de tratamiento y poder presupuestar los costos de explotación para los próximos años, buscando así una rentabilidad financiera, pero sin la intención de reducir la calidad de su producto.

Al realizar la toma de datos, el medidor del contador señala **3.577 m³** y sabemos que el campo de cultivo que dispone tiene una extensión de **4200 m²** y además donde se ubica se da una climatología cálida en verano y suave en invierno. Como el producto que se cultiva se adapta bien a las condiciones climáticas de la zona y tampoco necesita excesiva agua para su producción, los consumos que se realizan no son muy elevados, siendo necesario para su productividad (sobre todo al octavo año, que es cuando más productiva es la planta) un promedio de consumo de **80 m³ /ha** por semana (Irritec Iberia, 2024).

En este caso debemos saber qué volumen de agua regenerada vamos a necesitar para poder realizar el estudio comparativo, el cual lo podremos estimar según la extensión de tierras que se dispone y el promedio de consumo que se da en la zona para este tipo de producto.

Datos que sabemos:

Extensión del cultivo: **4.200 m²**

1 ha=10.000 m²

Por lo tanto, tendremos una extensión de: **0,42 ha**

Con un consumo medio: **80 m³ /ha/semana**

Nos da un consumo estimado para esta extensión: **33,6 m³ /semana**

Por lo tanto, en un mes corresponderá con un consumo de: **134,4 m³**

Como el modelo de tarificación contabiliza el volumen consumido en un trimestre, tendremos para este estudio un consumo medio de: **403,2 m³**

Con estos datos lo aplicamos en nuestro modelo tarifario y obtenemos los siguientes resultados:

Tratamiento 2 (TR-2)

A					
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA					
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación			
Andalucía	Canon 2	Zona 2			
B					
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)		
LECTURA ACTUAL	15/04/2024	LECTURA ACTUAL	3577		
LECTURA ANTERIOR	15/01/2024	LECTUR ANTERIOR	3174		
Días TOTALES	91,00	Consumo TOTAL (m3)	403		
C					
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3
Costo Producción	0,38	1	TR-2 =1	0,38	0,46
Costo Distribución	0,46		TR-3 =2	0,26	0,32
Costo Tratamiento	0,84		TR-5 =3	0,88	1,07
Canon por Zona	0,71		BONIFICACIÓN POR ZONAS		
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)
			0,50	0,85	1,00
D					
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	403	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN
Costo Fijo Consumo	7,58	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00
					30% 20% 0%
E					
Costo Demanda Variable	372,79 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	403	372,79	Andalucía
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	0	0,00	1,88
F					
AGUA REGENERADA	380,38 €				
IVA (10%)	37,74 €				
TOTAL	418,11 €				
G					
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE					
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	403	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Andalucía	
AGUA POTABLE	470,52 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	0,87 €		
IVA (10%)	46,75 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	1,12 €		
TOTAL	517,28 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 300 m ³	1,47 €		
		Tramo 4: Más de 300 m ³	1,88 €		

Tabla 29: Modelo tarifario tratamiento 2 (TR-2) Málaga. Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento 3 (TR-3)

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Andalucía	Canon 2	Zona 2				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	15/04/2024	LECTURA ACTUAL	3577			
LECTURA ANTERIOR	15/01/2024	LECTUR ANTERIOR	3174			
Días TOTALES	91,00	Consumo TOTAL (m3)	403			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,26	2	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,32		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,59		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,50		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	403	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,58	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	
E						
Costo Demanda Variable	260,95 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	403	260,95	Andalucía	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	0	0,00	1,88	
F						
AGUA REGENERADA	268,54 €					
IVA (10%)	26,55 €					
TOTAL	295,09 €					
G						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	403	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Andalucía		
AGUA POTABLE	470,52 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	0,87 €			
IVA (10%)	46,75 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	1,12 €			
TOTAL	517,28 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 300 m ³	1,47 €			
		Tramo 4: Más de 300 m ³	1,88 €			

Tabla 30: Modelo tarifario tratamiento 3 (TR-3) Málaga. Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento 5 (TR-5)

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Andalucía	Canon 2	Zona 2				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	15/04/2024	LECTURA ACTUAL	3577			
LECTURA ANTERIOR	15/01/2024	LECTUR ANTERIOR	3174			
Días TOTALES	91,00	Consumo TOTAL (m3)	403			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,88	3	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	1,07		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	1,95		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	1,66		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	403	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,58	TARIFA FIJA SERVICIO (indép. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	20%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	869,85 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	403	869,85	Andalucía	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	0	0,00	1,88	
F						
AGUA REGENERADA	877,43 €					
IVA (10%)	87,44 €					
TOTAL	964,88 €					
G						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	403	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indép. del consumo)	0,08 €	Andalucía		
AGUA POTABLE	470,52 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	0,87 €			
IVA (10%)	46,75 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	1,12 €			
TOTAL	517,28 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 300 m ³	1,47 €			
		Tramo 4: Más de 300 m ³	1,88 €			

Tabla 31: Modelo tarifario tratamiento 5 (TR-5) Málaga. Fuente: Elaboración propia.

6.1.3. Caso 3. Riego de cultivos en Castilla-León con distintos consumos y tratamientos.

Dos componentes de un mismo núcleo familiar, residentes en Aguilar de Campo, al norte de Palencia, heredan diversas plantaciones de plantas de girasol para pipas comestibles. Uno de ellos está interesado en la gestión y desarrollo del cultivo, pero el otro es más reacio y le genera más dudas. El motivo viene porque es conocedor que su siembra y cultivo comienza en los meses más cálidos, donde hay que tener muy bien cuidada la plantación y requiere un riego constante para evitar la sequía de las plantas y la pérdida del cultivo.

Por estos motivos los familiares quieren saber que les repercutirá dedicarse al cultivo de este producto y que costes le supondría los riegos necesarios para su producción. Para ello acuden a un especialista en la materia para el asesoramiento de modelos de regadío en base a las calidades que sean necesarias, ya que se estima la utilización de aguas regeneradas para el uso agrícola.

Cabe decir que, de los campos heredados, uno **(A)** corresponde con una gran extensión de **7 ha** y el otro es más reducido **(B)** con una extensión de **0,5 ha**, por ser una plantación especial y de carácter comercializador premium.

Sabiendo que, en la última cosecha, se contabilizaron unos consumos trimestrales de agua en la plantación de gran extensión de **4.763 m³** y en la de menor extensión de **523 m³**.

Como en los últimos años, se prevé una climatología en el periodo de cultivo de altas temperaturas y pocos días de lluvia.

Con estos datos lo aplicamos en nuestro modelo tarifario y obtenemos los siguientes resultados:

Plantación (A) con tratamiento 2 (TR-2)

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Castilla León	Canon 3	Zona 3				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	18/07/2023	LECTURA ACTUAL	41548			
LECTURA ANTERIOR	17/04/2023	LECTUR ANTERIOR	36785			
Días TOTALES	92,00	Consumo TOTAL (m3)	4763			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,38	1	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,46		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,84		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,84		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	4.763	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,67	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	4.574,14 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	3000	2511,43	Castilla León	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	1763	2062,71	1,17	
F						
AGUA REGENERADA	4.581,81 €					
IVA (10%)	457,88 €					
TOTAL	5.039,69 €					
G						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	4.763	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Castilla León		
AGUA POTABLE	5.210,19 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	0,77 €			
IVA (10%)	520,72 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	0,98 €			
TOTAL	5.730,91 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 500 m ³	1,03 €			
		Tramo 4: Más de 500 m ³	1,17 €			

Tabla 32: Modelo tarifario plantación(A) tratamiento 2 (TR-2) Palencia. Fuente: Elaboración propia.

Plantación (A) con tratamiento 3 (TR-3)

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Castilla León	Canon 3	Zona 3				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	18/07/2023	LECTURA ACTUAL	41548			
LECTURA ANTERIOR	17/04/2023	LECTUR ANTERIOR	36785			
Días TOTALES	92,00	Consumo TOTAL (m3)	4763			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,26	2	TR-2 -1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,32		TR-3 -2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,59		TR-5 -3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,59		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	4.763	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,67	TARIFA FIJA SERVICIO (indép. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	3.820,71 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	3000	1758,00	Castilla León	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	1763	2062,71	1,17	
F						
AGUA REGENERADA	3.828,38 €					
IVA (10%)	382,54 €					
TOTAL	4.210,91 €					
G						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	4.763	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indép. del consumo)	0,08 €	Castilla León		
AGUA POTABLE	5.210,19 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	0,77 €			
IVA (10%)	520,72 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	0,98 €			
TOTAL	5.730,91 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 500 m ³	1,03 €			
		Tramo 4: Más de 500 m ³	1,17 €			

Tabla 33: Modelo tarifario plantación(A) tratamiento 3 (TR-3) Palencia. Fuente: Elaboración propia.

Plantación (B) con tratamiento 2 (TR-2)

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Castilla León	Canon 3	Zona 3				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	18/07/2023	LECTURA ACTUAL	6498			
LECTURA ANTERIOR	17/04/2023	LECTUR ANTERIOR	5975			
Días TOTALES	92,00	Consumo TOTAL (m3)	523			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,38	1	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,46		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,84		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,84		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	523	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,67	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	
E						
Costo Demanda Variable	481,61 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	523	481,61	Castilla León	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	0	0,00	1,17	
F						
AGUA REGENERADA	489,27 €					
IVA (10%)	48,63 €					
TOTAL	537,90 €					
G						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	523	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Castilla León		
AGUA POTABLE	249,39 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	0,77 €			
IVA (10%)	24,64 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	0,98 €			
TOTAL	274,03 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 500 m ³	1,03 €			
		Tramo 4: Más de 500 m ³	1,17 €			

Tabla 34: Modelo tarifario plantación(B) tratamiento 2 (TR-2) Palencia. Fuente: Elaboración propia.

Plantación (B) con tratamiento 3 (TR-3)

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma		Tipo de Canon		Zonificación		
Castilla León		Canon 3		Zona 3		
B						
PERIODO DE CONSUMO		FECHAS		CONSUMO		INDICE (m3)
LECTURA ACTUAL		18/07/2023		LECTURA ACTUAL		6498
LECTURA ANTERIOR		17/04/2023		LECTUR ANTERIOR		5975
Días TOTALES		92,00		Consumo TOTAL (m3)		523
C						
		€/m3			TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3
Costo Producción		0,26	2		TR-2 =1	0,38
Costo Distribución		0,32			TR-3 =2	0,26
Costo Tratamiento		0,59			TR-5 =3	0,88
Canon por Zona		0,59			BONIFICACIÓN POR ZONAS	
					Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)
					0,50	0,85
					Zona 3 (0%)	
					1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)		523	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)		AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA
Costo Fijo Consumo		7,67	TARIFA FIJA SERVICIO (indép. del consumo)		0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³
						Desde 500 hasta 1500 m ³
						Desde 1500 hasta 3000 m ³
						1,30
						1,10
						1,00
						30%
						10%
						0%
E						
Costo Demanda Variable		337,13 €	Baremos de Consumo		CONSUMO	TOTAL VARIABLE
			BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³		523	337,13
			BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³		0	0,00
						COSTE AGUA POTABLE (€/m3)
						Castilla León
						1,17
F						
AGUA REGENERADA		344,79 €				
IVA (10%)		34,18 €				
TOTAL		378,97 €				
G						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)		523	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)		AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA
AGUA POTABLE		249,39 €	TARIFA FIJA SERVICIO (indép. del consumo)		0,08 €	Castilla León
IVA (10%)		24,64 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³		0,77 €	
TOTAL		274,03 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³		0,98 €	
			Tramo 3: Desde 200 hasta 500 m ³		1,03 €	
			Tramo 4: Más de 500 m ³		1,17 €	

Tabla 35: Modelo tarifario plantación(B) tratamiento 3 (TR-3) Palencia. Fuente: Elaboración propia.

6.2. Análisis de resultados

A continuación, analizamos los resultados obtenidos con los modelos tarifarios desarrollados, anotando las distintas características necesarias para cada uno de los casos. Veremos qué diferencias existen considerando los distintos criterios que se han incluido y que repercusión conlleva el uso de aguas regeneradas con respecto al uso de agua potable.

6.2.1. Análisis Caso 1.

Para ambas comunidades a estudio se realiza el tratamiento corresponde de tipo TR-2 y con un consumo de agua que es idéntico en ambos supuestos, donde el uso de aguas regeneradas es el que se consumió en mayor porcentaje respecto el total registrado en el modelo.



Figura 30: Consumos, Región de Murcia Vs Cataluña. Fuente: Elaboración propia.

Por eso en este caso lo que se quiere plasmar es la implicación de la aplicación de un tipo de tratamiento tipo TR-3, el cual corresponde con un modelo de tratamiento terciario menos exhaustivo, pero con las calidades suficientes para el cultivo leñoso que se expone en el caso.

Lo que nos encontramos es que el coste de tratamiento es igual en ambas comunidades, pero el pertenecer a ubicaciones distintas, el coste implícito a la zonificación, afecta al total del coste de regeneración de las aguas.

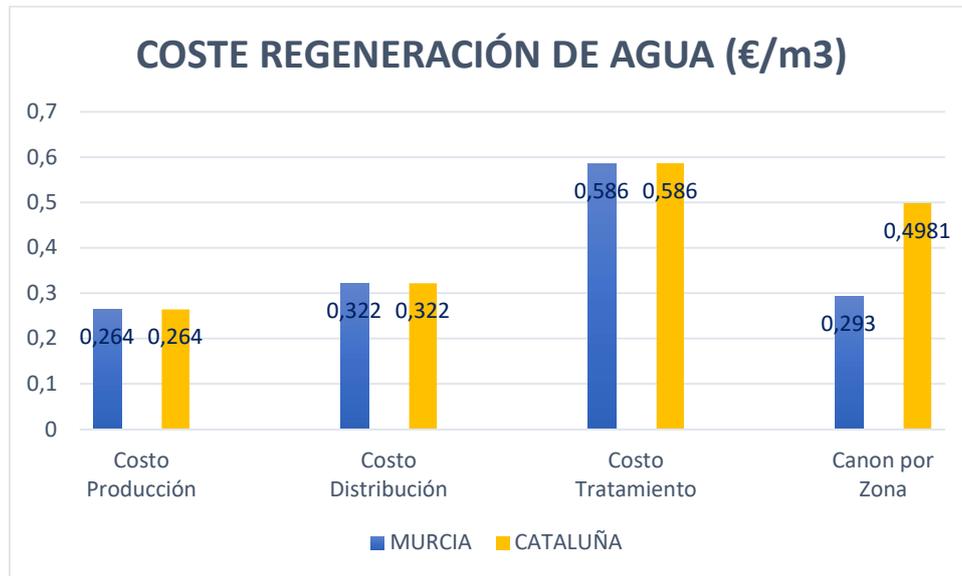


Figura 31: Costes de regeneración, Región de Murcia Vs Cataluña. Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, con estas premisas se aprecia que, en la zona de la Región de Murcia donde se tiene más arraigado el uso de aguas regeneradas y por lo tanto se dispone de mayor disponibilidad de ellas, el coste tarifario resulta menor que en la comunidad de Cataluña, donde aun siendo una región que aporta cantidad de regeneración de aguas, no están lo suficientemente adaptados y por lo tanto no se ve incentivada tanto su utilización.

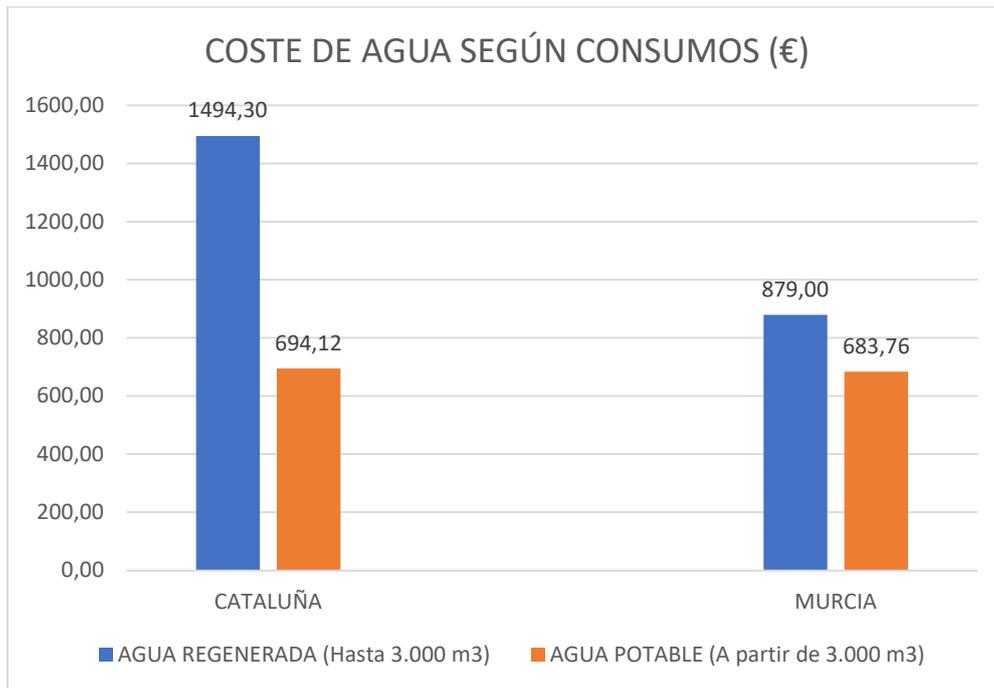


Figura 32: Costes demanda según consumos, Región de Murcia Vs Cataluña. Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, en este Caso 1, se puede concretar que, para una misma demanda agua en el mismo periodo de tiempo, el estar ubicado en una región donde se haya instaurado de forma continuada la explotación de aguas regeneradas, será más beneficiosa que en aquellas regiones donde aún no se disponen con tanta asiduidad. Para este caso es evidente que la cuantía tarifaria final es menor para la Región de Murcia y por lo tanto más atractiva para el agricultor que utilice las aguas regeneradas para sus cultivos.

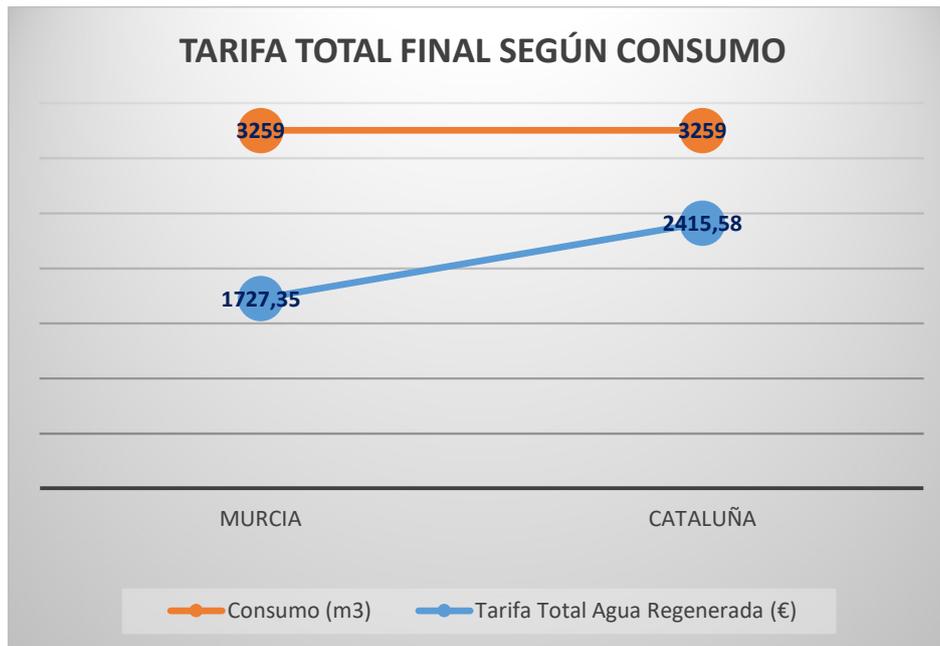


Figura 33: Tarifa total final según consumo, Región de Murcia Vs Cataluña. Fuente: Elaboración propia.

Para un mismo proceso de regadío, la diferencia que nos encontramos es muy abultada comparado con la de agua potable, por lo que no sería nada recomendable su utilización

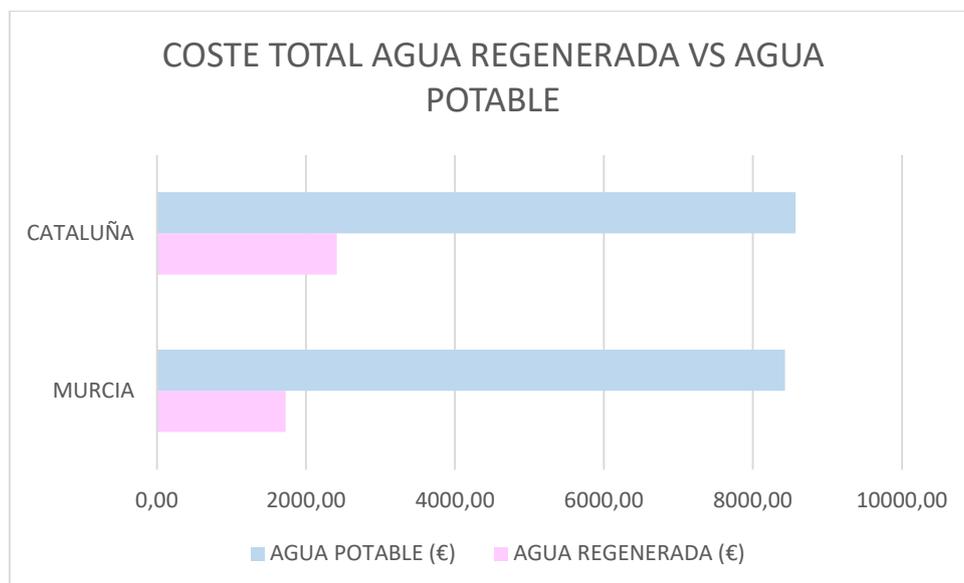


Figura 34: Costes total Agua Regenerada vs Agua Potable, Región de Murcia Vs Cataluña. Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, en este caso como análisis previo, podemos decir que un cultivo con similares datos de consumo, en según qué territorio se realice y si se disponen de medios más desarrollados para el suministro de aguas regeneradas, es un sistema más ventajoso para el consumidor y por lo tanto con tarifas más ajustadas para poder regar los campos.

Ateniéndonos al caso expuesto, diremos que la Región de Murcia es más favorable que la de Comunidad de Cataluña en la utilización de aguas regeneradas para el uso agrícola.

7.2.2. Análisis Caso 2.

Para este caso, solo se realiza el análisis de tarificación para un volumen de suministro igual para los tres supuestos del riego y en base a la utilización total de aguas regeneradas.

Lo que si se verifica son los diferentes costes que supondrán la utilización de los distintos tipos de tratamientos de aguas regeneradas para una mayor calidad de suministros, teniendo en cuenta la zona de actuación en la que nos encontramos y aplicando los incentivos que van ligados a ellos. Se realizan la comparativa con los tratamientos TR-2, TR3 y TR-5, que en base a sus características nos resultan distintas tarificaciones.

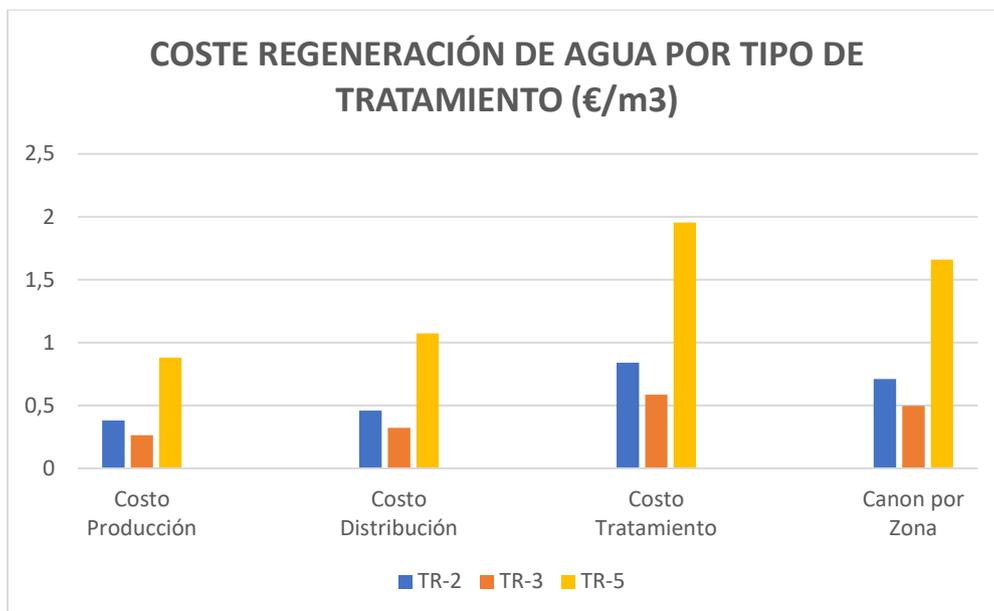


Figura 35: Costes de regeneración por tipo de tratamiento, Málaga. Fuente: Elaboración propia.

Con los costes de regeneración según el tratamiento a llevar a cabo, nos resultaran en base a las ponderaciones disponibles en el modelo tarifario, el coste total del agua regenerada a disponer.

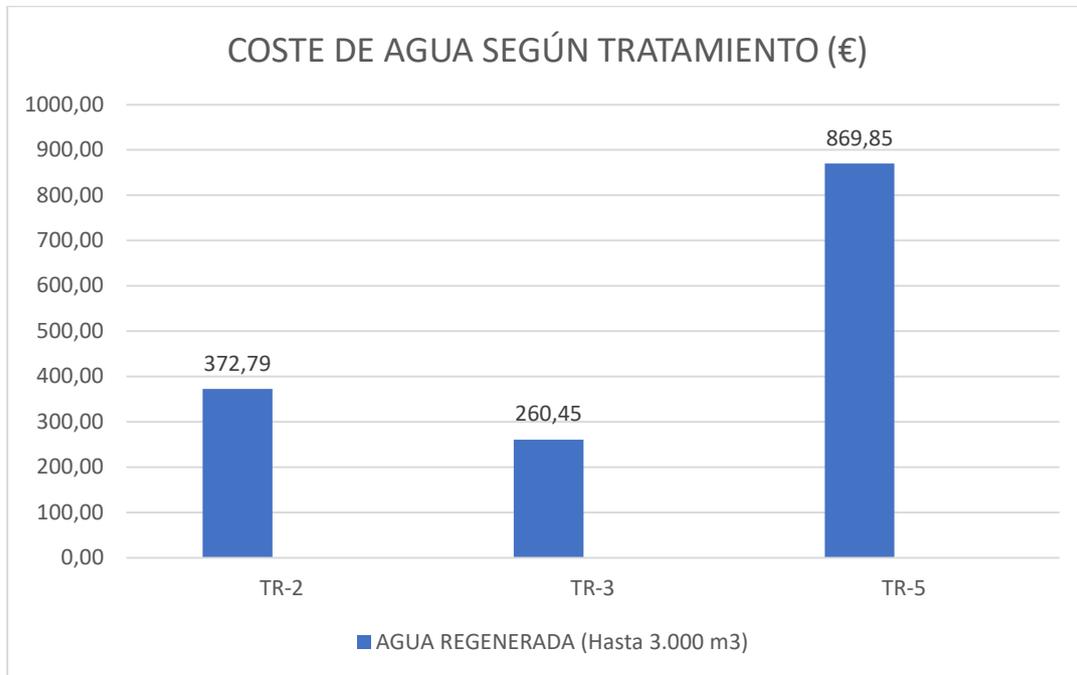


Figura 36: Costes de agua regenerada según tratamiento, Málaga. Fuente: Elaboración propia.

En el Caso 2 se puede apreciar que para los consumos que se están barajando, los tratamientos que se estiman sin un proceso de desalación, son los más ajustados y accesibles, siendo el tratamiento TR-3, óptimo para riegos leñosos, el más ventajoso para el cultivo. Es muy notorio el valor de coste que supone un tratamiento TR-5, que compete un proceso de desalación, en la que el incremento de tarifa es muy elevado.

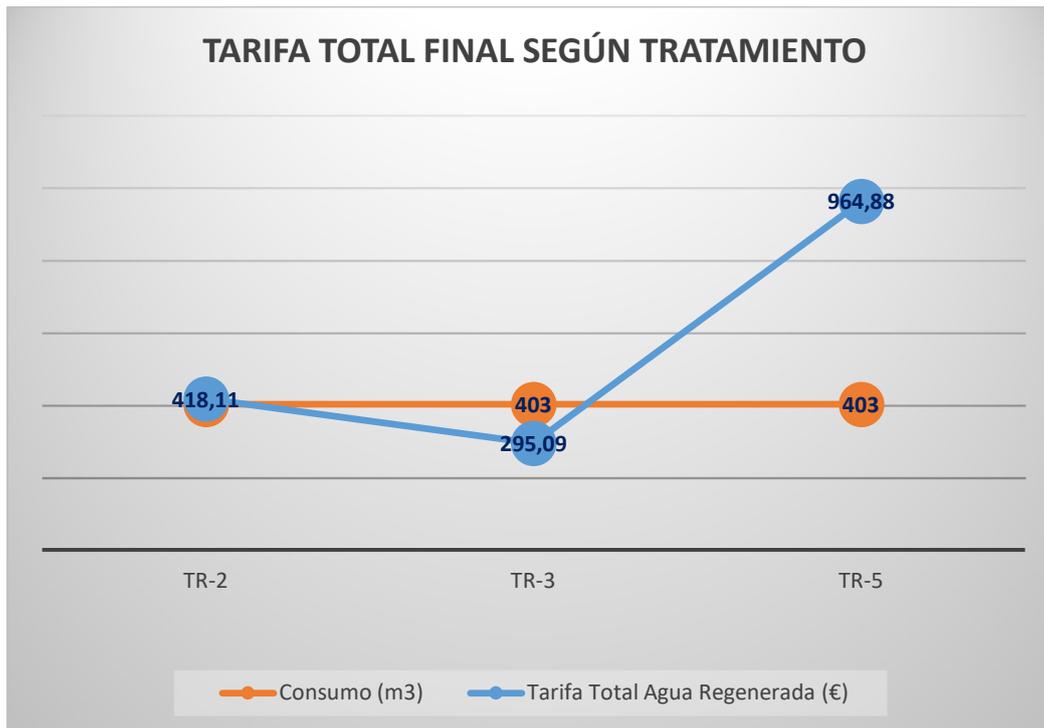


Figura 37: Tarifa total final según tratamiento, Málaga. Fuente: Elaboración propia.

Como en el caso anterior, comparamos la tarifa para el mismo proceso de regadío con los distintos tratamientos, pero abasteciéndose de agua potable. En esta ocasión resultan diversos resultados a tener en cuenta, ya que un tratamiento sin desalación y en base a los consumos que se necesitan, si se aprecia un beneficio positivo en cuanto las tarifas resultantes. En el caso de abastecimiento mediante un tratamiento con desalación, el resultado es todo lo contrario, ya que el coste es mucho más elevado que un tratamiento aplicando agua potable. Por lo tanto, nos encontramos en una situación en la que el uso de aguas regeneradas con este tipo de tratamiento TR-5, no nos resulta ventajosa y por lo tanto no sería tan óptima su utilización.

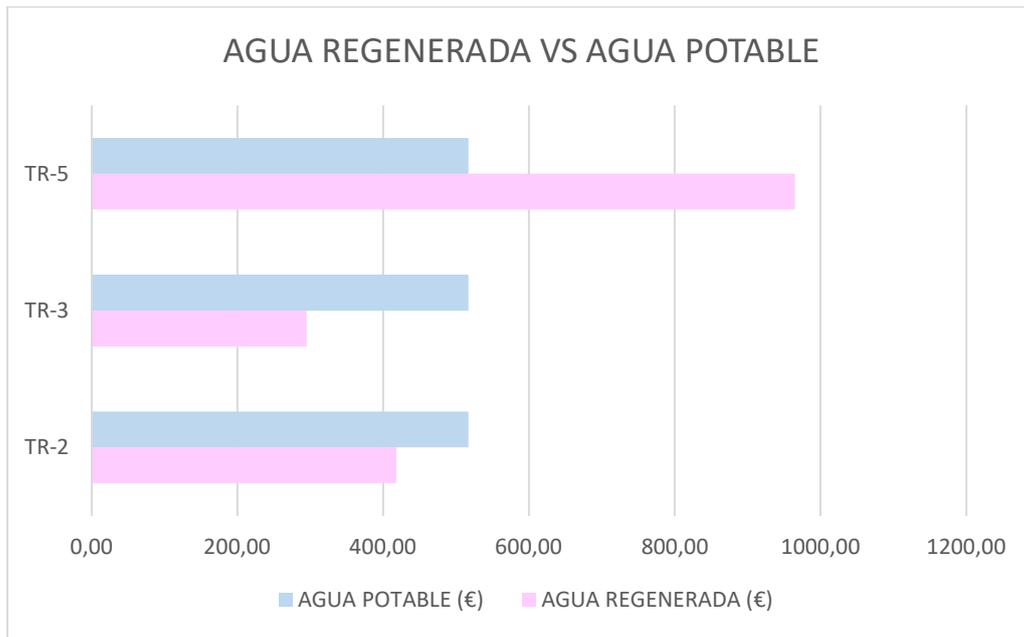


Figura 38: Costes total Agua Regenerada vs Agua Potable, Málaga. Fuente: Elaboración propia.

Como hemos podido ver, dependiendo el tipo de tratamiento que se realice para la gestión de aguas regeneradas, más concretamente en zonas que utilizan de forma más moderada aguas regeneradas, resultaran unos valores que pueden ser atractivos. Eso sí, un uso de aguas reutilizadas con desalación se considerará nada factible para usos de riego agrícola.

6.2.3. Análisis Caso 3.

En este último caso la finalidad es valorar, para según que tratamientos y que consumos realicemos, una tarificación lo suficientemente aceptable para poder comparar la viabilidad de un cultivo sobre unos terrenos heredados. Al existir dos extensiones distintas de terrenos y por lo tanto dos consumos diferentes, se valora la tarificación para cada uno de los supuestos.

Plantación (A)

Corresponde con la zona de mayor extensión a cultivar y por lo tanto la que más consumo de agua va a necesitar. Nos situamos en un entorno de la comunidad de Castilla y León, donde actualmente no se hace uso habitual de aguas regeneradas y donde tampoco existe mucha infraestructura adaptada para estos tratamientos. Por esta situación diremos que es uno de los enclaves que menos beneficios dispone para incentivar el uso de reutilización.

La demanda de agua necesaria para la plantación (A) y en base a la concesión de agua regenerada estimada, practicante sería un 50 % repartido entre agua regenerada y agua potable.

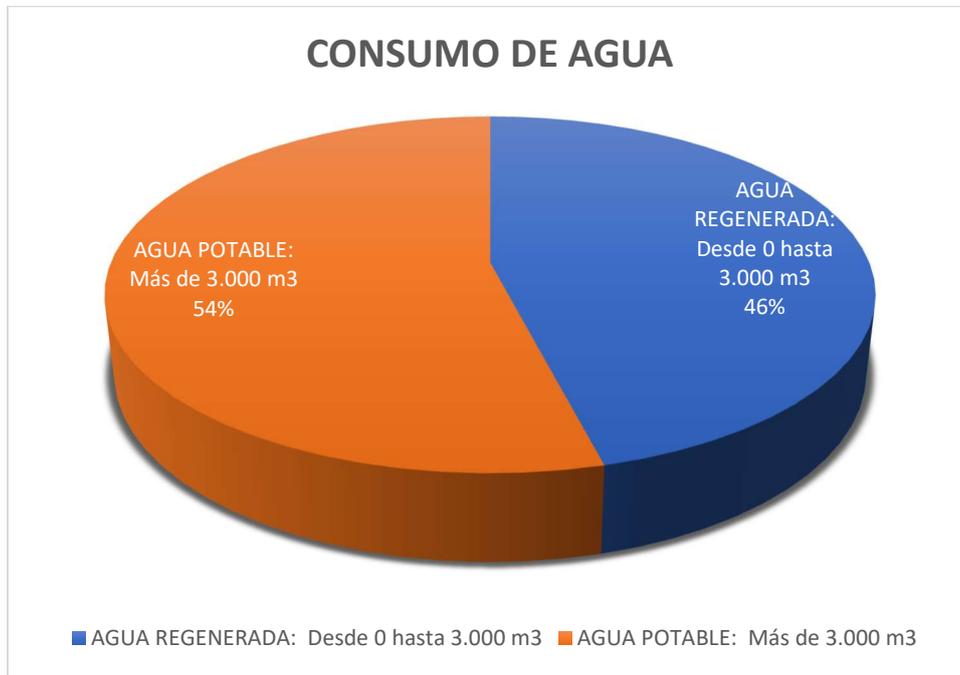


Figura 39: Consumos plantación (A), Palencia. Fuente: Elaboración propia.

Como se estudia la viabilidad para según el tipo de tratamiento realizado, tendremos en cuenta los correspondientes a TR-2 y TR-3. Como hemos comentado, en esta ocasión el coste total ante este tipo de tratamientos de calidad, no se va a ver beneficiado con ningún tipo de incentivo al pertenecer a una zonificación en la que no se le aplican bonificaciones.

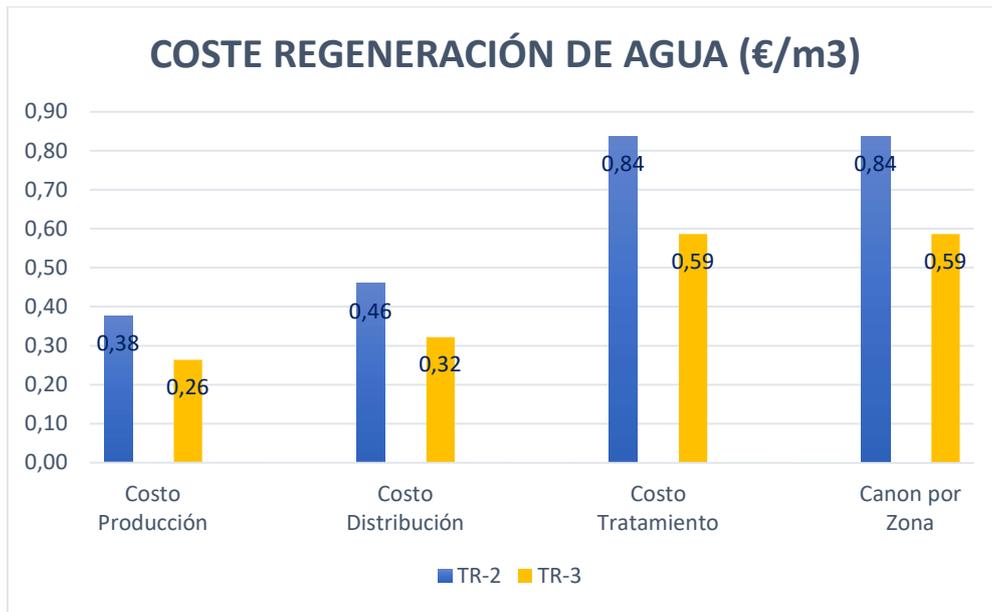


Figura 40: Costes de regeneración, Palencia. Fuente: Elaboración propia.

Como hemos comentado, el coste de agua potable vs agua regenerada no va a determinar grandes diferencias. Gran parte de este hecho se debe a los condicionantes ponderados para este tipo de regiones con sistemas menos avanzados en la reutilización de aguas.

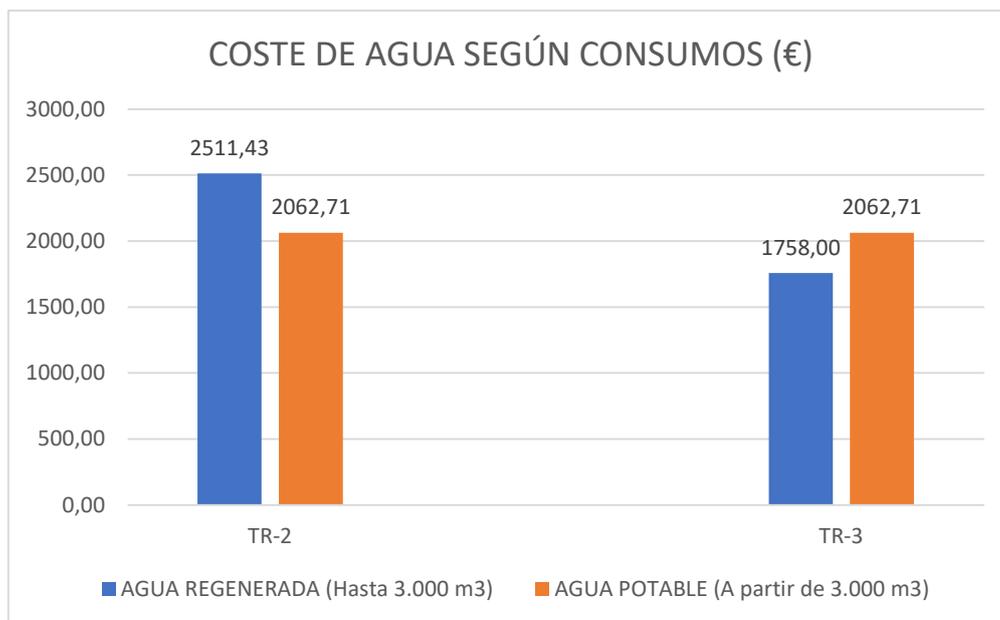


Figura 41: Costes demanda según consumos, Región de Murcia Vs Cataluña. Fuente: Elaboración propia.

Estos tipos de tratamientos van a repercutir en unas tarifas elevadas para los usos de aplicación, por lo tanto, se deberán tener en cuenta los planes de negocio a desarrollar.

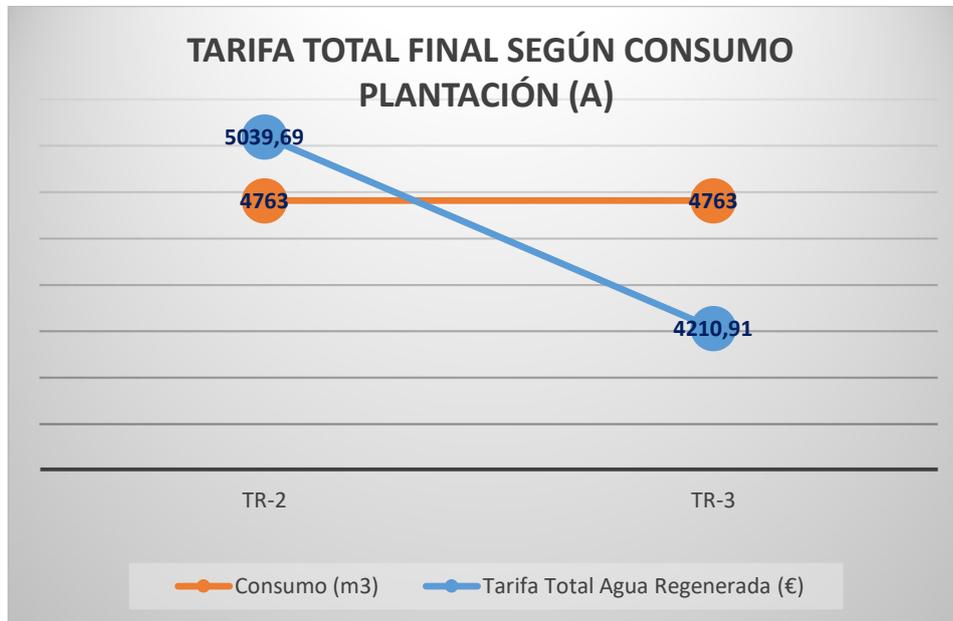


Figura 42: Tarifa total final según tratamiento plantación (A), Palencia. Fuente: Elaboración propia.

Lo peculiar en esta situación es la comparativa con la tarificación de agua potable, donde se aprecia que tanto el abastecimiento con agua regenerada como el de agua potable, no suponen grandes diferencias de costo unas de otras.

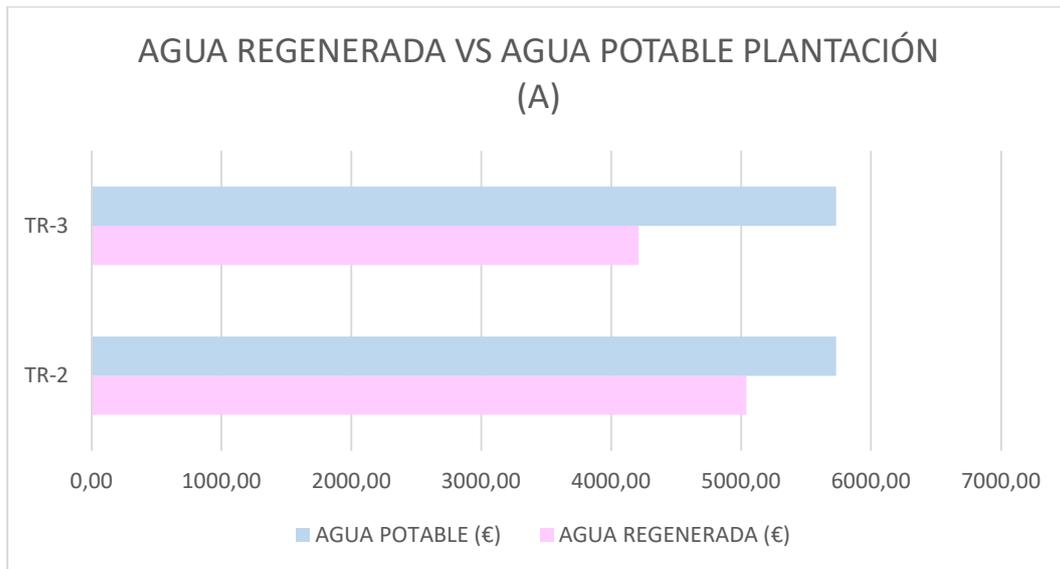


Figura 43: Costes total Agua Regenerad, Palencia. Fuente: Elaboración propia.

Plantación (B)

Esta plantación (B) es menos extensa y por lo tanto con menos necesidades de abastecimiento, por ello los costes son más reducidos. Lo que sucede también, es que en esta zona el valor del agua potable es de las más económicas del país y por lo tanto muy en línea con los costes que suponen las aguas regeneradas.

Lo que más varia es lo referido al consumo realizado, ya que los costes de tratamientos son los mismos que para la plantación (A). En este caso, según la demanda necesaria, pertenece toda el agua a suministrar de tipo regenerada.

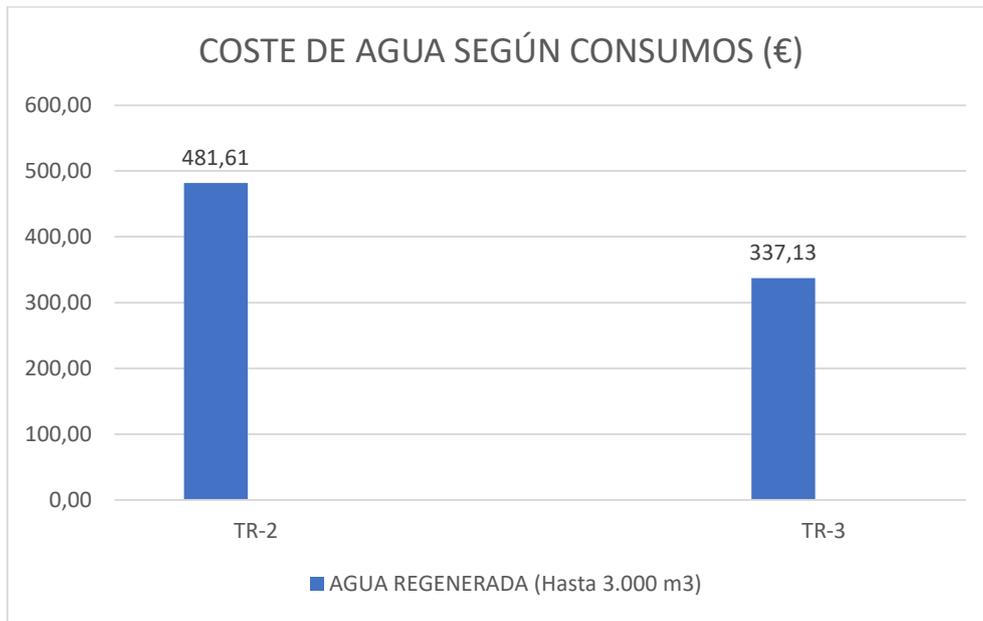


Figura 44: Costes de agua regenerada según tratamiento plantación (B), Palencia. Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, con estos consumos y tratamientos, se aprecia la obtención de unas tarifas que podrían ser atractivas, a priori.

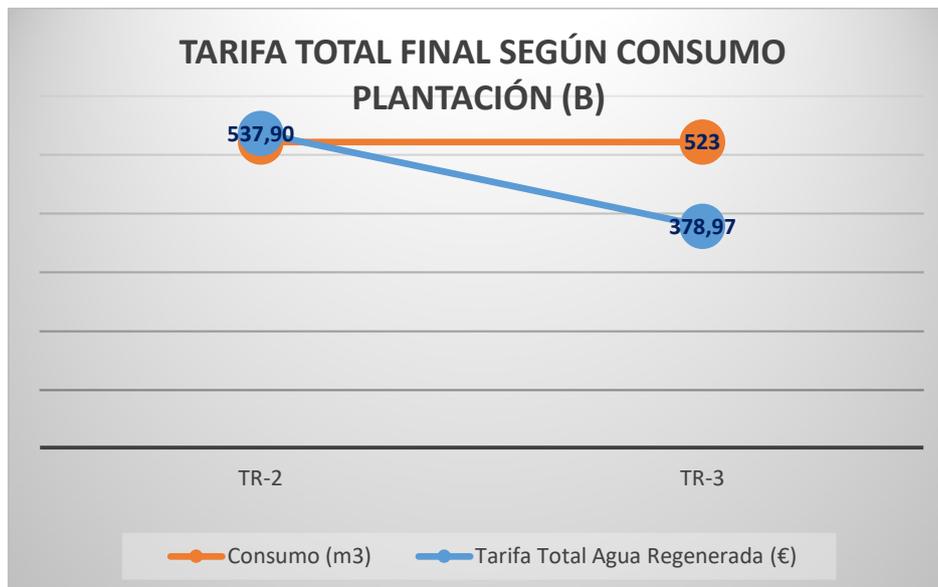


Figura 45: Tarifa total final según tratamiento plantación (B), Palencia. Fuente: Elaboración propia.

La realidad va a ser otra completamente distinta, ya que al realizar la comparativa con el suministro de agua potable, se aprecia que la tarificación con este tipo de agua resulta más ventajosa que con las aguas regeneradas, por lo tanto, no se tendría un beneficio mayor por el proceso de reutilización de las aguas.

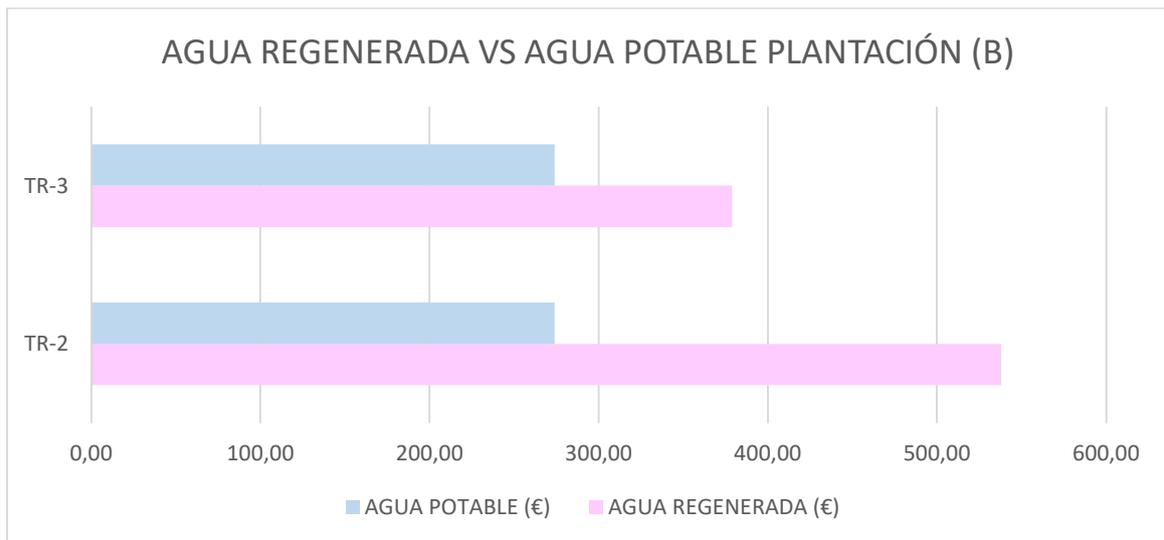


Figura 46: Costes total Agua Regenerada vs Agua Potable en plantación (B), Palencia. Fuente: Elaboración propia.

En este caso vemos como los tratamientos estudiados no son para convencer a un agricultor que quiera embarcarse en el cultivo de terrenos en la zona donde reside, por mucho que haya sido un bien heredado.

Habría que indagar más en los distintos aspectos de gestión de la explotación y tener mayor número de detalles de los beneficios (o pérdidas) que aportan las plantaciones a cultivar, ya que viendo los costes que pueden derivarse por el riego, no se sustentan indicios que pueda ser un negocio rentable.

Cabe la posibilidad que en el caso de la plantación (B), al tratarse de una plantación para elaborar un producto premium, pueda tener mayor rédito económico y por lo tanto si pueda compensar ese gasto de regadío. Aunque realmente, para tener una idea más clarificadora, habría que saber qué beneficios se repercuten con la explotación de dichas tierras y sus costos asociados.

Como primera valoración, podría decirse que se trata de una explotación no viable y, por lo tanto, la recomendación sería no proceder con su desarrollo.

6.2.4. Análisis genérico.

A continuación, a modo de resumen de las distintas variables que se disponen en el modelo tarifario elaborado, vamos a realizar un análisis conjunto de todas ellas. De esta manera podremos estimar y tener en cuenta las diferencias que se obtienen según que método de desarrollo se lleve a cabo y en base a los tipos de canon aplicados, los tratamientos de calidad ejecutados, junto con las bonificaciones por los usos adecuados de consumo ejercidos sobre el agua regenerada.

Suponiendo un mismo consumo de agua regenerada para distintas comunidades autónomas (Valencia, Galicia y Cantabria) y en base a los tres tipos de tratamientos a realizar (TR-2, TR-3 y TR-5), salen distintos valores tarifarios en base a las ponderaciones que otorgan cada uno de los supuestos. A la comparativa se le aplicara un porcentaje de penalización por no llegar al límite ideal de concesión del agua regenerada, lo que afectara en un incremento según la tarificación tipo correcta.

CONSUMO		1335 m3				
COMUNIDAD	CANON POR ZONA (%)			TRATAMINETOS (€/m3)		
	ZONA 1	ZONA2	ZONA3	TR-2	TR-3	TR-5
Valencia	50%			0,42	0,29	0,98
Galicia		15%		0,71	0,50	1,66
Cantabria			0%	0,84	0,59	1,95

Tabla 36: Análisis genérico comparativo de distintos escenarios. Fuente: Elaboración propia.

Apreciamos en el modelo los porcentajes de bonificación aplicados por cada zonificación debido al uso de aguas regeneradas. Con ello se deducen los costes ponderados para los distintos tratamientos de calidad según la comunidad autónoma donde se apliquen.

Con estos datos, aplicando los incentivos o penalizaciones que correspondan e insertadas en el modelo de tarificación, ya podemos analizar cada uno de los casos y obtener el valor que corresponde en cada una de las comunidades a estudio.

COMUNIDAD	CANON POR CONSUMO TR-2 (€/m3)			TARIFA PARA TR-2 (€)			TOTAL (€)
	500 m3 (30%)	1500 m2 (10%)	3000m3 (0%)	hasta 500 m3	hasta 1500 m2	hasta 3000m3	
Valencia	0,55	0,46	0,42	273,00	385,77	0,00	658,77
Galicia	0,92	0,78	0,71	461,50	652,14	0,00	1113,64
Cantabria	1,09	0,92	0,84	546,00	771,54	0,00	1317,54

COMUNIDAD	CANON POR CONSUMO TR-3 (€/m3)			TARIFA PARA TR-3 (€)			TOTAL (€)
	500 m3 (30%)	1500 m2 (10%)	3000m3 (0%)	hasta 500 m3	hasta 1500 m2	hasta 3000m3	
Valencia	0,38	0,32	0,29	188,50	266,37	0,00	454,87
Galicia	0,65	0,55	0,5	325,00	459,25	0,00	784,25
Cantabria	0,77	0,65	0,59	383,50	541,92	0,00	925,42

COMUNIDAD	CANON POR CONSUMO TR-5 (€/m3)			TARIFA PARA TR-2 (€)			TOTAL (€)
	500 m3 (30%)	1500 m2 (10%)	3000m3 (0%)	hasta 500 m3	hasta 1500 m2	hasta 3000m3	
Valencia	1,27	1,08	0,98	637,00	900,13	0,00	1537,13
Galicia	2,16	1,83	1,66	1079,00	1524,71	0,00	2603,71
Cantabria	2,54	2,15	1,95	1267,50	1791,08	0,00	3058,58

Tabla 37: Análisis genérico canon y tarifa total de distintos escenarios. Fuente: Elaboración propia.

Con los valores obtenidos llegamos a unas tarifas finales donde se puede apreciar las diferencias que conllevan las distintas comunidades, donde tiene mucha importancia la pertenencia a las zonas que mayor explotación de aguas regeneradas se realiza, la importancia de tratamientos de calidad idóneos para según que necesidades y la no aplicación de todos los incentivos disponibles, al no hacer un consumo adecuado de la concesión otorgada.

COMUNIDAD	TARIFA SEGÚN TRATAMIENTO (€)		
	TR-2	TR-3	TR-5
Valencia	658,77	454,87	1537,13
Galicia	1113,64	784,25	2603,71
Cantabria	1317,54	925,42	3058,58

Tabla 38: Análisis genérico tarifas totales de distintos escenarios. Fuente: Elaboración propia.

A modo gráfico quedaría de la siguiente manera, visualizando claramente las diferencias existentes entre las distintas comunidades, los tratamientos realizados y sus costes asociados.

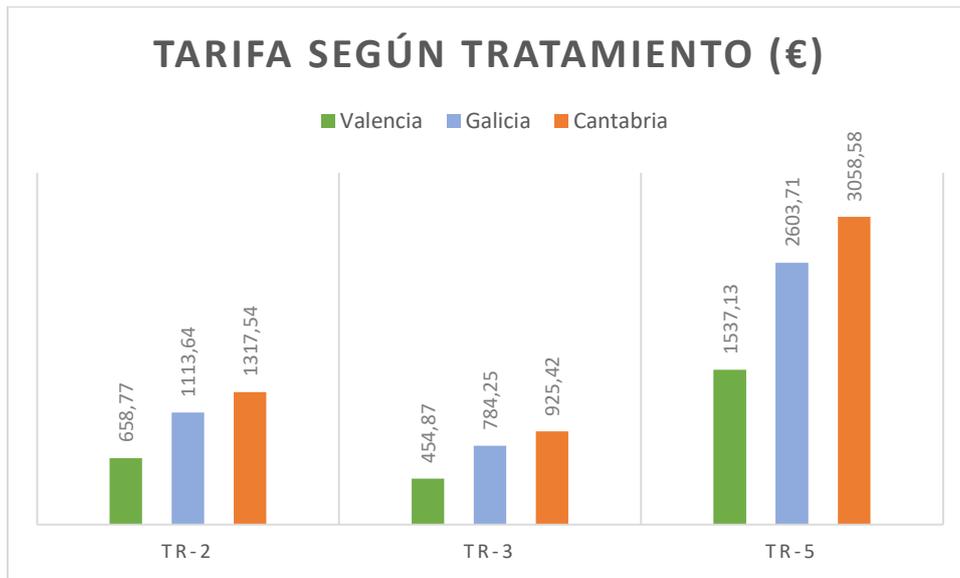


Figura 47: Análisis genérico tarifa según tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

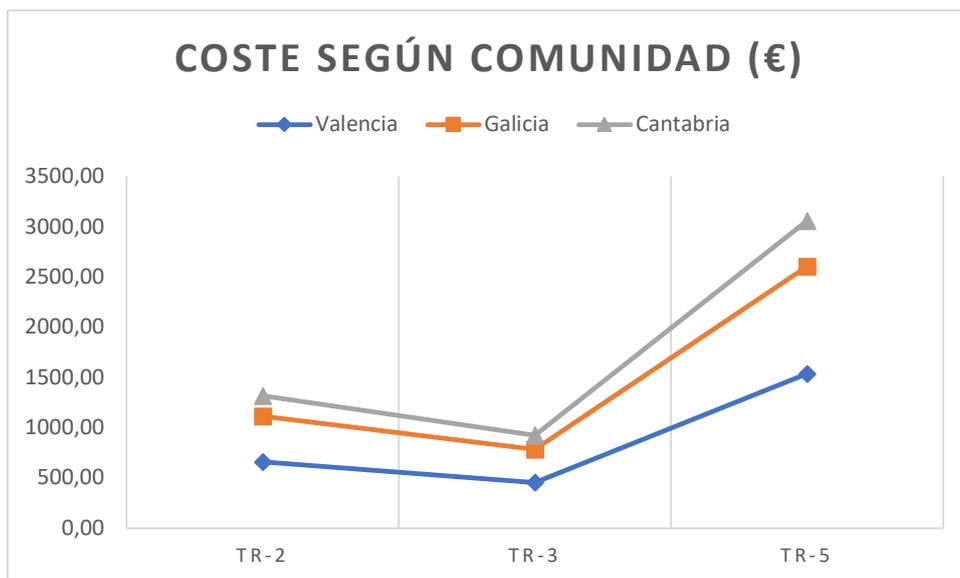


Figura 48: Análisis genérico coste según comunidad. Fuente: Elaboración propia.

La comparativa es un claro ejemplo de los beneficios que repercuten el disponer de infraestructura y aplicación de la gestión de aguas regeneradas para el uso agrícola. Quien más se conciencia con las medidas de regeneración mayores ventajas recibe, beneficiándose a su vez los ciudadanos y agricultores que las demandan.

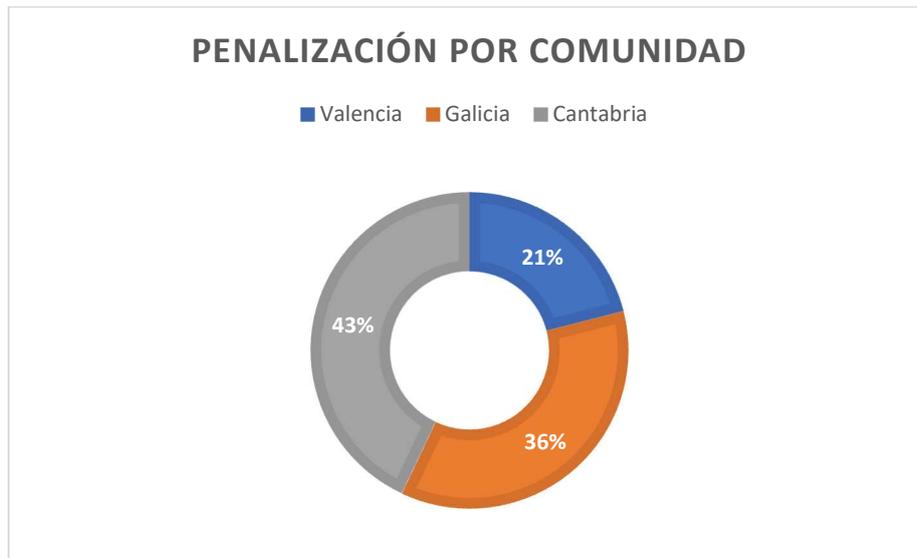


Figura 49: Análisis genérico porcentaje de penalización por comunidad. Fuente: Elaboración propia.

Por eso mismo, unas políticas que brinden la posibilidad de incorporarlas a quienes no las dispongan, continuar apoyando los avances que se han ido ejerciendo con los años y buscar un método de concienciación en la ciudadanía, serán factores claves para poder desarrollar estos modelos de gestión, buscando beneficios económicos en la explotación y arraigo sostenible en el modelo de reutilización.

6.3. Mejoras de casos analizados.

A continuación, procedemos a discutir los distintos casos señalados, que según los resultados que se han obtenido, buscaremos propuestas de ajustes, alternativas en las que se puedan mejorar las características o buscar la posibilidad de corregir algún tipo de factor que forman parte del modelo. La intención es la de optimizar a un más la tarificación y buscar el mejor de los escenarios posibles para un consumo eficiente de aguas regeneradas en la agricultura.

6.3.1. Mejoras Caso 1

En este supuesto nos encontramos que, para una misma medición de consumo en dos comunidades distintas, disponemos unos conceptos de tarificación distintos para el mismo propósito. Esto es debido a los incentivos por los que se beneficia el hecho de pertenecer a una

comunidad (Zona 1) donde la gestión de aguas regeneradas está más arraigada en la gestión de regadíos, por lo tanto, se dispone de incentivos por su buena gestión y aporte a la sostenibilidad, por la reutilización de las aguas para el uso agrícola.

La comparativa en los dos supuestos es muy notable respecto a un consumo realizado con agua potable, ya que, al considerar consumos elevados, la tarificación con este tipo de suministros se eleva en grandes cuantías.

Es un caso en el que las mejoras a poder plantear, tienen un margen muy ajustado, ya que el simple hecho de tener una tarificación con la gestión de aguas regeneradas, ya es mucho más beneficiosa que con el agua potable.

Las opciones a plantear como alternativas irán en consecuencia para el caso de Murcia, en ajustar sus consumos y evitar tener que superar la cantidad máxima concedido de aguas regeneradas y así no tener que tarificar por el consumo de agua potable.

Realizando un control más exhaustivo de los riegos, planificando posibles épocas húmedas o con cielos encapotados, donde no haya que aplicar riegos completos o incrementales por exceso de horas de sol, se podría llegar a conseguir el objetivo y llegar al consumo necesario. Además, este hecho se verá incentivado también, por la concesión de abastecimiento del agua regenerada, la cual, al cumplirse el consumo tope estandarizado, se ve beneficiado en el modelo tarifario.

Por ello según estas mejoras, el modelo podría quedar de la siguiente manera y por lo tanto más ajustado aún de lo que se preveía:

Supuesto

Debido a las buenas prácticas de riego controlado, el riego del cultivo en los meses posteriores hace que se reduzca el consumo hasta una medición trimestral de **2.377 m³**, pudiendo así ahorrar en los costes de riego y de producción.

Análisis mejorado Cieza (Murcia)

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Murcia	Canon 1	Zona 1				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	21/09/2024	LECTURA ACTUAL	37051			
LECTURA ANTERIOR	23/06/2024	LECTUR ANTERIOR	34674			
Días TOTALES	90,00	Consumo TOTAL (m3)	2377			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,26	2	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,32		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,59		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,29		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	2.377	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,50	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	696,46 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	2377	696,46	Murcia	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	0	0,00	2,64	
F						
AGUA REGENERADA	703,96 €					
IVA (10%)	70,10 €					
TOTAL	774,06 €					
F						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	2.377	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Murcia		
AGUA POTABLE	5.336,16 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	1,11 €			
IVA (10%)	533,32 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	1,52 €			
TOTAL	5.869,48 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 500 m ³	2,13 €			
		Tramo 4: Más de 500 m ³	2,64 €			

Tabla 39: Modelo tarifario mejorado Cieza (Murcia). Fuente: Elaboración propia.

Según los datos obtenidos resulta la siguiente comparativa:

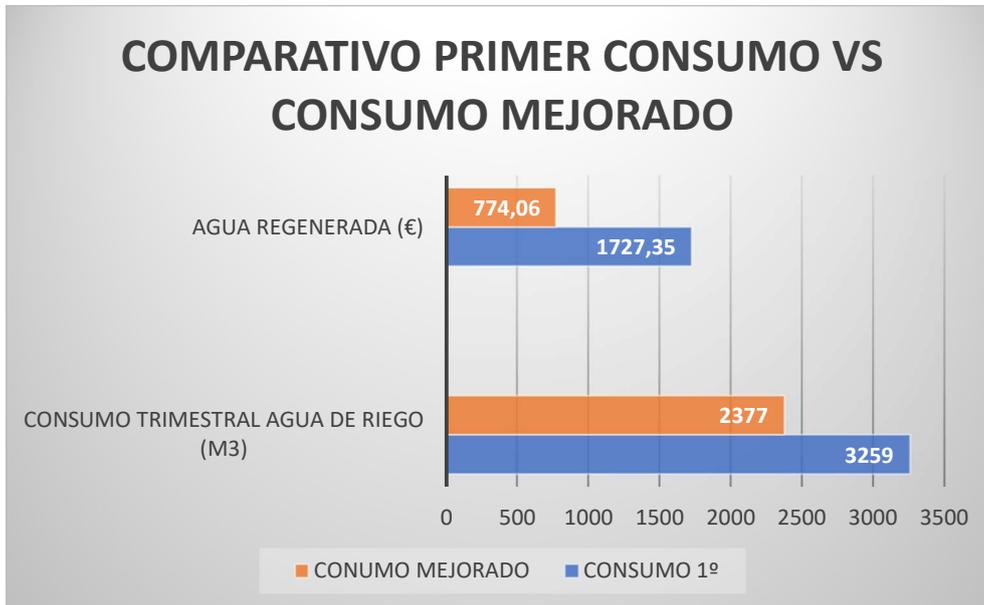


Figura 50: Comparativo primer consumo vs consumo mejorado. Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la gráfica, el modelo tarifario se ve altamente recompensado con el correctivo de mejora aplicado, ya que reduciendo el consumo aproximadamente en un 27 %, el coste tarifario consigue una reducción en su valoración de prácticamente el 50% respecto a la primera situación del caso. Esto evidencia claramente que el aplicar buenas prácticas de regadío, ligado a una tarificación acorde con los parámetros establecidos, es claramente correspondido.

Para el supuesto de Cataluña, el hecho de aplicar mejoras e implantación de mayor número de instalaciones para el desarrollo de aguas regeneradas más asiduamente, tendría su beneplácito en la consecución de pertenecer a la zona de acción más avanzada (Zona 1), donde se aplica el canon con mayor incentivo para el desarrollo de aguas regeneradas. Con este alcance podría llegar dicha zona a conseguir los modelos de tarificación que se dan en el caso anterior de la región de Murcia.

7.3.2. Mejoras Caso 2

En este caso los supuestos que se han estudiado comprenden a un mismo cultivo en base a un consumo estándar en el cual se quiere establecer un método de regadío según las calidades de tratamiento que se lleven a cabo.

Se aprecia que los tratamientos más ventajosos son los relacionados con actuaciones de usos sin desalación (TR-2 y TR-3), los cuales son realmente los que habría que aplicar para el cultivo que se está estudiando. Más concretamente para la situación a estudio, unas calidades para riego de cultivos leñosos sería el adecuado, que este caso los tratamientos TR-3 son los que cumplen con esos requisitos.

Como ya se ha señalado en el modelo tarifario correspondiente, si se aprecia la mejora del uso de aguas regeneradas en comparación con el uso de agua potable, pero bien es verdad que no se evidencia tanta diferencia de un sistema u otro, como sucede en el caso 1. Esto también viene dado por la situación en la que estamos realizando las estimaciones, donde el consumo al que nos hacemos referencia tampoco es muy elevado y por lo tanto las diferencias no son tan notables.

Para poder tener una mejora que sea más evidente, sería ideal que la zona donde se encuentra en la comunidad de Andalucía, se desarrollasen proyectos e implantaciones de nuevas instalaciones y modelos de gestión de agua regeneradas. De esta forma podría adherirse a la clasificación de las zonas donde se reciben mayores incentivos y por lo tanto poder percibir las bonificaciones que vienen implícitas.

Por ello según estas mejoras, el modelo podría quedar de la siguiente manera y por lo tanto más ajustado aún de lo que se preveía:

Supuesto

Después de realizar una inversión en la comunidad para la implantación de unas nuevas ERAs en Málaga, aumenta el porcentaje del uso aguas regeneradas alcanzando un porcentaje del 38%, lo cual conlleva a que en dicho entorno se modifique el nivel de clasificación de la zona, pasando de **Zona 2** a denominarse como **Zona 1**. Ya se ha justificado que el tratamiento necesario para los cultivos a tratar serán los referidos a unas calidades correspondientes con el modelo **TR-3**.

Análisis mejorado tratamiento 3 (TR-3) (Málaga)

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Andalucía	Canon 1	Zona 1				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	15/04/2024	LECTURA ACTUAL	3577			
LECTURA ANTERIOR	15/01/2024	LECTUR ANTERIOR	3174			
Días TOTALES	91,00	Consumo TOTAL (m3)	403			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRBUCCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,26	2	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,32		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,59		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,29		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	403	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,58	TARIFA FIJA SERVICIO (ndep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	20%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	153,50 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	403	153,50	Andalucía	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	0	0,00	1,88	
F						
AGUA REGENERADA	161,09 €					
IVA (10%)	15,81 €					
TOTAL	176,89 €					
G						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	403	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (ndep. del consumo)	0,08 €	Andalucía	EMASA Empresa Municipal Aguas de Málaga	
AGUA POTABLE	470,52 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	0,87 €			
IVA (10%)	46,75 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	1,12 €			
TOTAL	517,28 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 300 m ³	1,47 €			
		Tramo 4: Más de 300 m ³	1,88 €			

Tabla 40: Modelo tarifario mejorado tratamiento TR-3 (Málaga). Fuente: Elaboración propia.

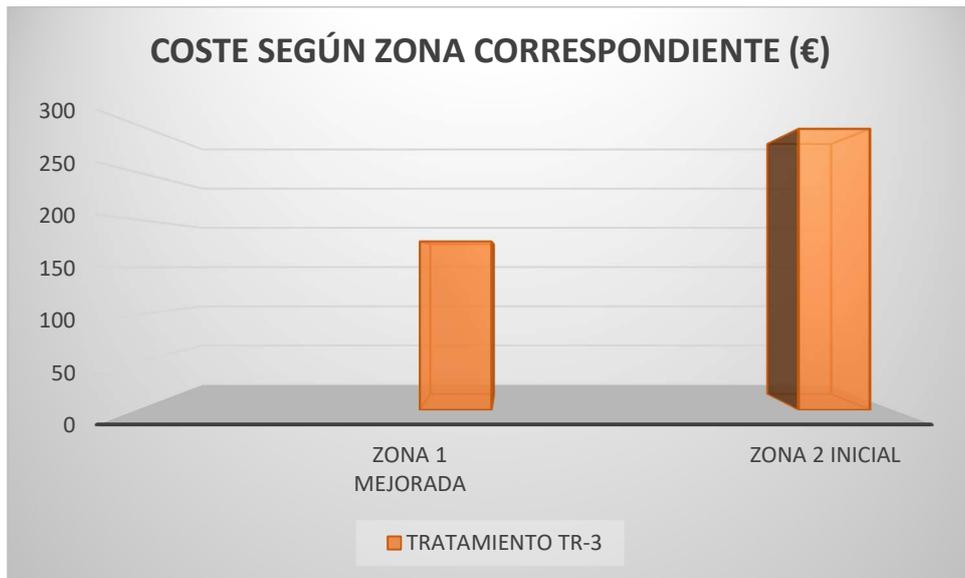


Figura 51: Coste de tarifa con mejora de zona de actuación y tratamiento TR-3 (Málaga). Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia, en esta ocasión también la adaptación de la zona supone una mejora en el modelo tarifario, donde se reduce el importe aproximadamente en un 40 %, lo que hace muy atractiva la adaptabilidad en el entorno y la posibilidad de gestión de aguas regeneradas con mayor asiduidad y de forma extensible.

7.3.3. Mejoras Caso 3

En este último caso, ya se ha comentado que la explotación del cultivo no resulta viablemente atractiva y por lo tanto no se aconseja su explotación, sin saber más datos sobre los beneficios (o pérdidas) que supone la explotación del producto a cultivar.

Bien es cierto que estamos tratando el caso en un territorio donde su zonificación corresponde a un modelo de Zona 3, por lo tanto, no se dispone de ningún tipo de incentivo al respecto. Por ello se podría plantear el evolucionar en la implantación de metodologías de regeneración e incrementar el uso extensivo de estos abastecimientos.

Al ser un cultivo que no aplica directamente al fruto comestible, con un modelo de tratamiento 3 (TR-3), se podría realizar la explotación cumpliendo todos los requisitos de calidad y no afectando a la producción.

Por ello según estas mejoras, el modelo podría quedar de la siguiente manera y por lo tanto más ajustado aún de lo que se preveía:

Supuesto

En el entorno de Aguilar de Campo se ha instalado un nuevo sistema de tratamiento terciario de aguas el cual puede llegar a abastecer a una parte de la comarca. Como a los hermanos les sigue interesando tener otra valoración sobre el cultivo que se dispone mayor extensión, deciden volver a valorar la tarificación y cotejar que les supondría al aplicar esta mejora en la zonificación que les brindan desde la comunidad. Lo que si tienen claro es que la calidad de agua regenerada a disponer les resultaría totalmente válida con un tratamiento **TR-3**, ya que cumple con los requisitos mínimos necesarios.

Análisis mejorado Plantación (A) con tratamiento 3 (TR-3)

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Castilla León	Canon 2	Zona 2				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	18/07/2023	LECTURA ACTUAL	41548			
LECTURA ANTERIOR	17/04/2023	LECTUR ANTERIOR	36785			
Días TOTALES	92,00	Consumo TOTAL (m3)	4763			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,26	2	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,32		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,59		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,50		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	4.763	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,67	TARIFA FIJA SERVICIO (ndep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	
E						
Costo Demanda Variable	3.557,01 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	3000	1494,30	Castilla León	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	1763	2062,71	1,17	
F						
AGUA REGENERADA	3.564,68 €					
IVA (10%)	356,17 €					
TOTAL	3.920,84 €					
G						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	4.763	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (ndep. del consumo)	0,08 €	Castilla León		
AGUA POTABLE	5.210,19 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	0,77 €			
IVA (10%)	520,72 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	0,98 €			
TOTAL	5.730,91 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 500 m ³	1,03 €			
		Tramo 4: Más de 500 m ³	1,17 €			

Tabla 41: Modelo tarifario mejorado nueva zona y tratamiento TR-3 (Palencia). Fuente: Elaboración propia.

Apreciamos en esta ocasión como un cambio en la zonificación si afecta de forma positiva a la tarificación final.

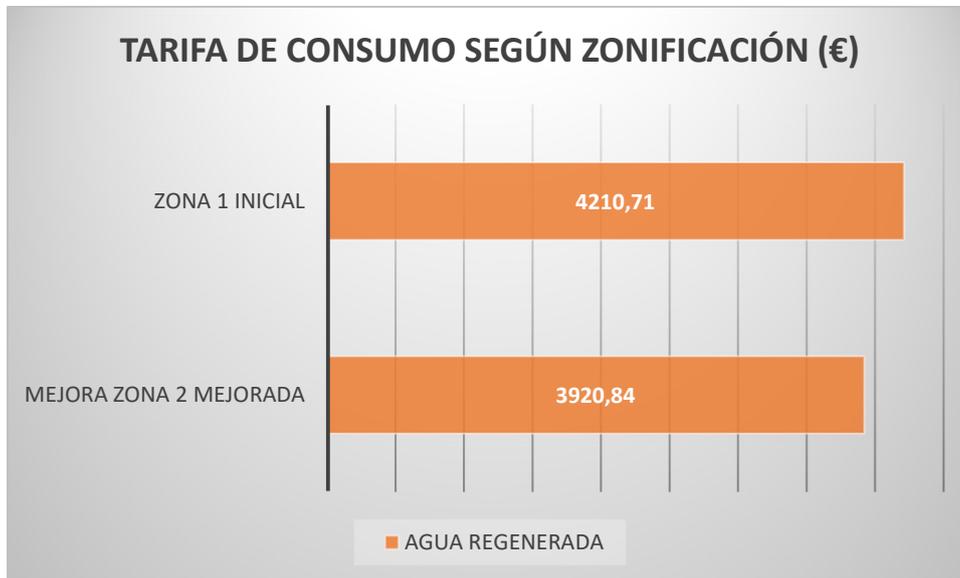


Figura 52: Tarifa de consumo según mejora de zona de actuación y tratamiento TR-3 (Palencia). Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, si nos percatamos en esta explotación, seguimos observando que tampoco es tan notoria la rebaja obtenida y más tratándose de la plantación (A) que es la de mayor extensión de cultivo.

En este caso de nuevo, la mejoría aportada no es lo suficientemente atractiva y por ello, se vuelve a recomendar la misma hipótesis que en estudio del caso por primera vez. No se considera una inversión viable y por lo tanto no se recomendará la explotación de dicho cultivo, tanto para consumo de agua potable como para el de agua regenerada.

7.4. Análisis PESTEL y DAFO

Como conceptos generales de análisis, hacemos una valoración conjunta aplicando las metodologías de análisis PESTEL y DAFO. De esta forma evaluamos el impacto que tiene la gestión de aguas regeneradas para uso agrícola, identificando las fuerzas externas que le repercuten e identifican su evolución.

Estas técnicas son importantes tenerlas en cuenta, ya que nos darán un enfoque lineal de por donde tenemos que actuar con mayor dedicación o atención y cuáles son los conceptos que menos relevancia o afección nos puede llegar a incurrir para llegar al objetivo deseado.

7.4.1 Análisis PESTEL

Vamos a realizar un análisis mediante la aplicación del modelo PESTEL, el cual nos dará una visión más amplia para la consecución del método descriptivo, donde se evalúan factores externos para conocer el contexto de la metodología desarrollada y valorarla como un ámbito empresarial. Este análisis se basa en el entorno donde se llevará a cabo la metodología a implantar, por lo tanto, lo referido en este estudio sobre la gestión de las aguas regeneradas para uso agrícola.



POLÍTICO	Los grandes mandatarios a nivel europeo y estatal, tienen la potestad de desarrollar políticas para la implementación de aguas regeneradas. Con unos estándares de calidad y gestión determinados, se pueden implantar políticas institucionales de agua regenerada para uso agrícola.
ECONÓMICO	<p>La implantación de los sistemas en muchas ocasiones requiere de una previa inversión. Subvenciones y financiación a compañías suministradoras, acentuaría la viabilidad económica para esta práctica de uso de las aguas regeneradas.</p> <p>Un modelo tarifario justo y acorde con las necesidades para el uso de aguas regeneradas, incentivaría su aplicación y gestión eficiente. Un buen uso acarrearía ahorros económicos en la explotación de cultivos.</p>
SOCIAL	<p>La aceptación por parte de la población del uso de aguas regeneradas es un escollo a día de hoy. Políticas de divulgación y aprendizaje serán necesarios para una concienciación social, que aún no se encuentran instauradas en la sociedad.</p> <p>El rápido crecimiento demográfico afectará en un futuro cercano a los recursos hídricos, por lo tanto, cualquier sistema de reutilización de aguas será un factor determinante para evitar agotar los recursos existentes, que cada día son más escasos.</p>
TECNOLÓGICO	<p>Continuando en el desarrollo de tecnologías de regeneración en I+D+i, hará que se llegue a unos usos de agua regenerada que a día de hoy no se contemplan, como es su uso como agua potable.</p> <p>Nuevas tecnologías de control y seguimiento, harán que los consumos sean más eficientes y controlados. Unos usos adecuados supondrán unos ahorros significativos de los suministros de las aguas regeneradas.</p>
ECOLÓGICO	Reducir los costos de riego de cultivos, influye directamente con el impacto ambiental y la sostenibilidad. Un sistema de reutilización de agua compensaría un consumo de captación de otros afluentes, lo que permite no agotar otras fuentes de suministros hidrológicos.
LEGAL	<p>Con una normativa estandarizada a nivel general, se gestionaría la reutilización de las aguas de forma más eficiente y controlada. Las sinergias internacionales constatarían una alianza para la implantación de nuevas leyes y normativas reguladoras.</p> <p>Las leyes sobre la calidad de las aguas regeneradas, evalúa los riesgos y la seguridad, garantizando la salud pública del consumidor.</p>

Tabla 42: *Modelo PESTEL de aguas regeneradas uso agrícola Fuente: Elaboración propia.*

Con unas políticas acordes con el deseo de implantación de la gestión de aguas regeneradas como una metodología real, con apoyos a quienes las distribuyan y los agricultores que las necesitan, se podrá llegar en corto plazo, a una gestión eficiente y consolidada.

Conseguir con ello unos estándares de calidad elevados, unos ahorros en los recursos hídricos importantes, beneficios económicos y una implicación directa a la mejora medio ambiental; serán factores más que justificados para que la gestión de aguas regeneradas siga evolucionando e instaurándose en el mercado. La gestión agrícola será uno de los sectores que se verá beneficiada directamente, pero de forma indirecta el resto de usuarios de otro tipo de usos de agua, también repercutirá de forma positiva.

7.4.2. Análisis DAFO

Como conclusión y con el fin de sintetizar toda la información analizada y obtener las distintas alternativas estratégicas, aplicamos un modelo DAFO en el cual exponemos cuáles son esas oportunidades y amenazas, junto con las fortalezas y debilidades que nos genera la gestión, desarrollo e implantación de una metodología de tarificación en la gestión de aguas regeneradas para el uso agrícola. Se evalúan características internas y externas que analiza y pone en situación el modelo propuesto.

Para este estudio se aplica un modelo de DAFO CRUZADO, con la intención de evaluar las distintas estrategias y ponerlas en relación con las acciones a adoptar en base a las amenazas, oportunidades, fortalezas y debilidades.

AGUAS REGENERADAS USO AGRÍCOLA		Factores externos	
		Oportunidades	Amenazas
		O1 Aplicación de la demanda de agua. Necesidad de mayor abastecimiento. O2 Implicación de políticas para el desarrollo de la regeneración de aguas. O3 Extensión en nuevos modelos de tratamientos para el riego agrícola. O4 Conciencia ambiental, mayores incentivos a la sostenibilidad. O5 Falta de implantación de sistemas de regeneración en diversas regiones.	A1 Aparición de nuevas competencias de sistemas regenerativos. A2 Probabilidad de no aplicar subvenciones o incentivos. A3 Regularizaciones políticas que desestimen usos de regeneración. A4 Bajo nivel de confianza ante el sistema de aguas regenerada para uso agrícola.
Fortalezas para aprovechar Oportunidades: Estrategia Ofensiva	Fortalezas para reducir Amenazas: Estrategia Defensiva		
Factores	F1 Tarificación más reducidas y ajustadas, mediante incentivos. F2 Menor dependencia de otras fuentes de abastecimiento de agua dulce. F3 Mayor sostenibilidad ambiental. F4 Calidades acordes con las necesidades de uso agrícola. F5 Proceso novedoso y de amplia extensión para la explotación.	FO1 Aprovechamiento de la sostenibilidad y la alta demanda existente para la agricultura. Incentivos de usos eficientes y concienciación social. Trarificación justa para quien invierta y utilice aguas regeneradas para riego de cultivos. FO2 Nuevos tratamientos de alta calidad con menor coste para el riego agrícola. FO3 Apoyo gubernamental para aumentar seguridad y eficiencia.	FA1 Utilización de los recursos hídricos de regeneración para los usos agrícolas, sin tener que aportar agua de otras fuentes de suministro. FA2 Mantener altos estándares de calidad de las aguas regeneradas.
	Minimizar debilidades de Oportunidades: Estrategia de Reorientación	Minimizar debilidades para evitar Amenazas: Estrategia de Supervivencia	
Debilidades	D F1 Falta de reglamentación y regulación burocrática. F2 Aceptación social limitada, temor ante tratamientos aún en desarrollo. F3 Cumplimentar las calidades, ligado a sobrecostes no contemplados. F4 Falta de educación social sobre usos y calidades para el riego de cultivos.	DO1 Conciencia social para la aceptación de la metodología. Educación y formación para el uso de aguas regeneradas en la agricultura. DO2 Verificación de calidades y seguridad de su uso. DO3 Incentivos y subsidios para los costes de inversión e implantación.	DA1 Gestión de imprevistos ante cambios de calidades del agua regenerada. DA2 Planificación alternativas mixtas de riego, ante posible no aceptación. DA3 Planes de contingencia ante desastres naturales y afección medioambiental.

Tabla 43: DAFO Cruzado para el caso. Fuente: Elaboración propia.

6.4.3. Recomendación estratégica

Según el análisis DAFO CRUZADO, obtenemos una serie de alternativas a tener en cuenta para una evolución favorable al modelo de tarificación que se desea implantar. En esta situación, contemplamos en total 5 alternativas estratégicas:

1. **FO1:** La aportación que suscribe la utilización de aguas regeneradas para el uso agrícola, junto con una tarificación acorde con las necesidades, los medios y las calidades que sean necesarias, será un pilar clave para el desarrollo óptimo de los usos para los tratamientos de cultivos en ámbito agrario. Implícitamente a estos factores, va ligado el desarrollo sostenible

de gestión de los recursos, afectando de lleno en la mitigación de las malas prácticas e incentivando las mejoras para favorecer el medio ambiente.

2. **FO3 + FA1:** La involucración de los estamentos gubernamentales será factor estratégico para continuar con los procesos de regeneración de aguas y su aplicación en el uso agrícola. Políticas regulatorias continuaran dictaminando la aplicación de usos y estándares de calidad acordes con las necesidades y con abastecimientos adecuados según las necesidades, sin incurrir en captación de aguas de otras afluentes hídricos.
3. **DO1:** Aumentar la confianza en la ciudadanía y hacer llegar el apoyo necesario para convencer de una fiabilidad real para el uso de aguas regeneradas, es una premisa a contemplar en las aplicaciones de estos suministros. La desconfianza en procesos regenerativos y sus calidades, aún no está instaurado en la sociedad y por lo tanto quedan escollos que solventar. La educación y concienciación es un factor elemental para que los usos que se generan sean los más aceptados posibles e ir consiguiendo poco a poco su entera adaptabilidad al sistema. Esto repercutirá a disponer aguas regeneradas para el uso agrícola estandarizas en el proceso, con el consiguiente benéfico de dar al suministro de agua dulce otros usos. La disponibilidad más normalizada de agua regenerada, creará mayor número de demanda de estaciones regeneradoras y por lo tanto mayor disponibilidad, que a su vez, repercutirá en la disposición de tarifas más reducidas y por lo tanto mayor aporte a beneficios económicos.
4. **DO3:** La gestión de las plantas de regeneración y las nuevas implantaciones, ligadas con una serie de incentivos o ayudas a las inversiones por parte de los estamentos oficiales, será un avance importante en la estandarización de los modelos de aguas regeneradas. Estos incentivos se relacionarán con los usos necesarios en base a tratamientos y calidades, con lo que afectara de forma positiva en una tarificación más reducida, al estar esos procesos de explotación cubiertos por las aportaciones económicas recibidas y por lo tanto beneficiosa para los agricultores.
5. **DA1 + DA3:** Ante situaciones no contempladas o de fuerza mayor, cabe el riesgo de que las planificaciones e implantaciones prevista sufran cambios, tanto por órdenes gubernamentales como por la acción de agentes externos no tenidos en cuenta como puede ser un desastre natural. Tener procesos de contingencia y estar preparados para estos

factores será un concepto a tenerlo preparado y valorado para intentar que no afecte a la tarificación estándar que se tenga estipulada para los usos necesarios.

Todas estas medidas en base las debilidades y fortalezas, en consecuencia, con sus amenazas y oportunidades, buscare la mejora de las medidas para la disposición de unos usos de garantías, con eficiencias de suministro y en busca de tarificaciones justas para quienes se involucran en su gestión, uso y adaptabilidad al medio rural, dotando de mayores ayudas a quienes repercutan en su aplicación y se involucren en la sostenibilidad y aportación hacia el medio ambiente.

La idea es continuar en el proceso y evolucionar aún más en la aplicación de estos métodos de regeneración para el uso agrícola.

6.5. Análisis en base a los objetivos

En base a lo señalado en el apartado 3 de este trabajo referido a los objetivos para el desarrollo de un modelo de tarificación para la gestión y uso de las aguas regeneradas en el sector agrícola, vamos a realizar el análisis general en base a los parámetros establecidos y valorar su consecución. De esta manera podremos afianzar el modelo o, por el contrario, valorar si será necesario implantar otras medidas o explorar distintas líneas de investigación.

6.5.1. En base a los objetivos principales

Durante el proceso de aplicación de la metodología y el desarrollo de la tarificación, se han definido los distintos modelos existentes para la búsqueda unos costes de gestión y tratamiento, en base a las necesidades que se estaban estudiando para una tarifa estándar de agua regenerada de uso agrícola.

Según se ha estudiado y aplicado la metodología establecida, se han obtenido una serie de valoraciones en las cuales, teniendo en cuenta diversos factores como la zonificación donde se desarrolla el modelo tarifario, el método de tratamiento de aguas planteado en base a las calidades que sean necesarias y la gestión de unos consumos coherentes con la finalidad del cultivo a regar, se obtiene de forma clara y estandarizada, la repercusión económica que tendremos para el abastecimiento de dicho recurso de agua regenerada.

Los cánones que se aplican para zonas con mayor relevancia e instauradas en usos de aguas regeneradas, al disponer más avanzados los procesos regenerativos y por lo tanto disponer de medios para su aplicación y suministro, son zonas con mayores beneficios de incentivación, ya que se apremia el disponer de usos ya estandarizados en el concepto de reutilización de aguas. A su vez, un consumo ajustado a la necesidad real de riego a consumir, se verá también incentivado. Tanto el poco uso como el exceso del gasto de las aguas regeneradas, se verán como un agravante debido a que dichos tratamientos llevan unos procesos de producción, donde los excesos conllevan a su agotamiento y por lo tanto su falta de abastecimiento y su escaso uso, repercute en otro tipo de costes al tener que disponer el agua retenida a demanda y sin poder dar salida para otros procesos. Este hecho incurre en nuevos retratamientos para optimizar de nuevo el agua no consumida y tener que repetir procesos.

Estos conceptos se incluyen en el modelo de tarificación desarrollado en este trabajo, para incentivar o penalizar quienes no hagan un uso eficiente del suministro de las aguas regeneradas. En base a los resultados, según qué características de riego son necesarias, así como su zona de tratamiento y calidades, resultan diversos balances económicos en los cuales se aprecia que, dependiendo el entorno de aplicación, pueden resultar totalmente factibles para el consumidor o, por el contrario, no hay una efectividad notable de mejoras en el estándar tarifario en comparativa con el uso de agua potable.

Así todo, el objetivo de creación, desarrollar y buscar una evolución tarifaria en base a las técnicas de tratamiento, producción y distribución, quedan debidamente reflejadas. Eso sí, para según qué casos será más o menos atractivo el modelo propuesto, pero los objetivos correspondientes en valorar la viabilidad del proceso están debidamente reflejados, por lo tanto, el desarrollo expuesto cumple con su cometido de visualizar la realidad de este modelo de gestión.

Con todas estas premisas en la búsqueda de análisis comparativos se evidencian las distintas opciones que se pueden disponer para la tarificación, que en base a ellas resultan los costes asociados según los casos, teniendo de esta forma la posibilidad de disponer de unos cálculos estándar para conocer su viabilidad económica y proceder a su aplicación.

Para demostrar esto último, se procede con el análisis de 3 casos modelo, dispuestos en este mismo apartado 6, donde se aprecian las tarifas que se establecen para según que consumos hemos realizado, en que zonas nos encontramos y sobre todo que tipo de tratamientos de calidades se han aplicado.

Los resultados obtenidos dejan claras evidencias de los costes elevados que sigue suponiendo los usos de aguas regeneradas por desalación TR-5 o los mayores beneficios que supone utilizar aguas regeneradas con tipos de tratamientos TR-2 y TR-3, los cuales son los más habituales para el riego de los cultivos y su uso agrícola.

Por lo tanto, con todo esto podríamos cerciorar que el desarrollo de los objetivos principales ha quedado debidamente expuestos y evaluados, con las distintas opciones que puedan originarse según unos conceptos u otros, que en el apartado 7 referido a las conclusiones de este trabajo, lo trataremos más detalladamente.

6.5.2. En base a los objetivos secundarios

Como complemento y continuidad a los objetivos principales, también se desarrollan unos objetivos secundarios. Intrínsecamente estos son distintos factores relevantes, los cuales se aportarán al estudio para la obtención de los anteriormente mencionados objetivos principales.

Uno de los principales procesos realizados ha sido el de recapitular y estudiar toda información y documentación existente en el ámbito de la reutilización y las aguas regeneradas. Al ser una temática relativamente novedosa, es cierto que todos los artículos, enlaces y literatura existente, no está a día de hoy lo suficientemente avanzada ni explotada, por lo que esta labor ha resultado ser muy laboriosa y tediosa, para la obtención de los detalles, informes y demás análisis, que eran necesarios para tener unas pautas e ideas lo más certeras posibles. A pesar de ello, se ha podido organizar y esclarecer la metodología, gestionando el modelo tarifario para el desarrollo de los costes asociados y evaluando así sus ventajas y desventajas.

Una de las metas era la de conseguir una metodología lo suficientemente aclaratoria y definida, sin obviar ninguno de los parámetros esenciales para su implantación. Por ello, en la metodología y desarrollo de la tarificación, se explica minuciosamente todos los procesos de obtención de datos junto con los resultados y como se aplican al modelo. Una visualización clara y definida, hará más entendible el proceso y por lo tanto más fácil de instaurar en la sociedad y en aquellos que sean más escépticos a día de hoy con este tipo de utilización de aguas regeneradas para uso agrícola.

Una vez disponible todos estos conceptos y ejecutado el modelo, junto con los casos expuestos y sus variaciones según situaciones señaladas, se determinarán las distintas conclusiones tanto a favor como en contra. Por ello, en el siguiente apartado 7, debatiremos todas estas cuestiones

y veremos que de efectivo es el modelo propuesto, que repercusión puede llegar a tener y si existen algunas opciones de mejora o cambios en la disposición tarifaria.

Su implicación en la sostenibilidad y en base a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, también se tendrá en cuenta, ya que no perdamos de vista que esta aplicación del modelo quiere también desarrollarse y aportar en pro del medio ambiente, para contribuir en la reducción de gases de efecto invernadero, erradicación de los excesos hídricos actuando contra la sequía, costes de abastecimiento justos y amigables para el consumidor y búsqueda de equidad social de reparto de recursos para la humanidad, tanto en el abastecimiento de aguas como en el reparto alimenticio.

Con todos los puntos aquí tratados, queda totalmente definido y contemplado el análisis general del modelo de tarificación propuesto y diseñado para generar un modelo guía de gestión de aguas regeneradas para uso agrícola.

7. CONCLUSIONES

Una vez expuesto todo el proceso de elaboración del modelo tarifario para la gestión de suministro de aguas regeneradas para uso agrícola, junto a sus múltiples aplicaciones para la determinación del coste que supondrá el riego en base a los parámetros marcados, se valorará la viabilidad de dicho modelo y su estandarización para la gestión económica de las aguas regeneradas.

7.1. Conclusiones generales

Como ya se ha presentado durante todo el estudio de este trabajo, se dispone un modelo de tipo de cálculo de tarificación, regulada según los distintos parámetros que le corresponden en base a su zona de aplicación e implícito en la aportación que repercute en el uso de aguas regeneradas. Aquellas áreas donde se invierte en apostar por estas prácticas de gestión, se verán incentivadas para quienes se abastezcan de este tipo de recurso. Con esta premisa, aquellas comunidades que aporten las mejoras, participando directamente en prácticas de desarrollo sostenible, se verán beneficiadas al contribuir y formar parte de la implantación de nuevas medidas para la gestión hídrica.

Estos condicionantes se aplican debido a que son unas medidas (según el estrés hídrico existente cada vez más en el país e incluso a nivel mundial) que deben comenzar a formar parte en la búsqueda de soluciones y alternativas para mediar con la escasez de agua y sobre todo en aquellas regiones que se ven afectadas con épocas de largas sequías. Por esto mismo, las aportaciones e inversiones que se realizan en las comunidades que han desarrollado instalaciones y estrategias de uso de aguas regeneradas, se ven recompensadas y, a la postre, presentándose ante el resto de las concesiones como un modelo a seguir, siendo de alguna forma el espejo donde reflejarse para instaurar este modelo de gestión a nivel general.

Lo que el modelo desarrollado nos aporta son múltiples alternativas tarifarias, que aplicando los conceptos que se estén incluyendo, en los distintos epígrafes correspondientes, nos calculará una tarificación estándar basada en buenas prácticas, incentivos sociales y beneficios según tratamientos desarrollados.

Unos consumos de aguas regeneradas acordes con las concesiones otorgadas por los distintos estamentos concesionales, será un factor determinante. El consumo establecido como

concesión es un factor importante de cumplir, ya que es la cantidad de agua tratada para su regeneración y por la que se va a establecer una tarifa ajustada para los usos de riego requeridos. Sobrepasarse de la cantidad pactada repercutirá con un gasto extra de facturación de agua potable, lo que sufriría un sobre coste en la tarifa, además del agravio que conlleva agotar otras fuentes hídricas y no cumpliendo los requerimientos para una gestión eficiente de aguas regeneradas. A su vez, un consumo bajo, afectaría de igual manera de forma negativa, ya que el proceso de regeneración está estipulado sobre una cantidad de metros cúbicos, los cuales están dimensionados para que el proceso de tratamiento y distribución sea lo más eficiente posible y poder ofrecer a unas tarifas más ventajosas.

El consumir una cuarta parte de la cantidad de concesión, haría que se tuviese que aplicar medidas correctoras por la disponibilidad y un segundo ciclo de regeneración, ya que las calidades de los tratamientos pueden verse afectadas y hay que volver a repetir el proceso regenerativo. Por lo tanto, es un factor primordial el cumplir con esta pauta y consumir las cantidades realmente otorgadas.

Su incumplimiento, como ya hemos visto en los casos analizados, supondrá que se incremente la tarificación del modelo y a su vez se incurrirá en prácticas nada amigables con el desarrollo sostenible y preservación del medio ambiente.

Para el modelo tarifario se han estimado una serie de pautas en base a tres pilares fundamentales para desarrollar el modelo, los cuales corresponden a su ubicación en el país, el tipo de tratamiento a realizar según la calidad requerida y el porcentaje de cumplimiento de consumo de aguas regenerada que este concedida, el cual acabamos de comentar. Estos parámetros son la columna vertebral del proceso de desarrollo, ya que sus factores son determinantes en la tarificación final.

Todos ellos van ligados con métricas que contribuyen por completo en la consecución de mejoras ambientales y cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible. No entraremos muy en detalle en comentar estos aspectos, ya que en el apartado 8 de sostenibilidad, se hace un amplio estudio sobre ellos y la repercusión que tienen en la aplicación de un modelo tarifario de aguas regeneradas para uso agrícola que hemos desarrollado a la largo de todo este trabajo.

Lo que si haremos mención es en que cuanto más avanzamos hacia la sostenibilidad, más beneficiosa es para el planeta, pero igual de positivo podría llegar a ser para unas tarificaciones más ventajosas. Los incentivos que se han reflejado en el estudio, son relacionados en todos los casos con medidas más justas y con óptimas calidades, por lo que la evidencia es clara, cuanto

más queramos aportar a la evolución de la regeneración de las aguas, más incentivados resultarán los agricultores y en base a una buena evolución, mejores tarifas se repercutirán en un futuro próximo.

En definitiva, diseñar un buen modelo de tarificación acarreará beneficios económicos, tanto para los proveedores como los agricultores, donde estos últimos además podrían planificar las cosechas de sus cultivos más eficientemente al disponer de tarifas poco regulatorias y con bases firmes, que ayudarían a estimar gastos de explotación del producto que se desee cultivar. Con estas condiciones el sector agrícola conseguirá disponer de una estabilidad económica que optimizará recursos y logrará rendimientos de beneficios mayores, o por lo menos poder adelantarse a posibles pérdidas, sabiendo sus márgenes de error con mayor fiabilidad.

7.2. Conclusiones específicas

Las estimaciones correspondientes a los suministros de aguas regeneradas, se han estandarizado sobre una serie de bloques divisorios hasta un consumo trimestral de 3.000 m³. Después de buscar y hacer supuestos de consumo de regadíos en varias comunidades y sobre todo en las que más aguas regeneradas se gestionan, resultando unos valores medios entre 750 m³ y 1200 m³ de consumos mensuales. Con estas métricas se consideró aceptable estimar un suministro medio de 1.000 m³ al mes para la modelización y poder tener una estimación lo más lineal posible.

Tener esta distribución también se basa en disponer unos topes de valores que puedan servir para todos los supuestos y así las comparativas sean lo más similares posibles, pudiendo valorar con mayor exactitud la viabilidad del modelo desarrollado.

Referido a la comparativa de las aguas regeneradas con otro modelo tarifario basado en agua potable, se realiza para determinar una visión global de los distintos valores que resultan en según qué situación, obteniendo la mayoría de las veces unas diferencias significativas, aunque no en todos los casos. La idea es buscar un comparativo real con un modelo más instaurado en la sociedad, como es el de suministro de agua potable, para que sean más aclaratorias las diferencias que se disponen en los casos estudiados. Además, la información disponible sobre el agua potable es donde se pueden recoger más datos con los que se pueda realizar una comparativa más fiable.

Otra alternativa era realizar la comparativa con el análisis por mediación de concesiones de cuencas de río con almacenamiento en balsas, las cuales suelen tener unos precios más reducidos que el agua potable. Lo que sucede con esta metodología es que realmente no hay muchos datos al respecto y tampoco una tarificación estándar de su gestión, esto podría suponer una limitación al modelo y generar comparativas no certeras.

Sobre las valoraciones en torno a las calidades de tratamiento a realizar para aguas sin desalinizar, que son los casos de tratamientos TR-2 y TR-3, sí es cierto que pueden aplicarse otro tipo de variaciones tarifarias que podrían adaptarse al modelo.

Un ejemplo podría ser el de elaborar solo una calidad básica de agua regenerada (TR-3) a nivel global y que cada red o autonomía que proceda con los suministros a los agricultores, se hagan cargo y dispongan sus propios ERAR, gestionando independientemente su tramo correspondiente de suministro demandado. Con este modelo tendríamos un valor estandarizado de calidad “base” y a partir de él, todo lo que se quiera mejorar correspondería a otras entidades.

Aunque podría ser un modelo válido, hay que señalar que la dinámica aplicada con las ponderaciones propuestas, se estiman más reales y más justas. Dejar sin tratar una calidad determinada, podrían volver a surgir libres competencias que no beneficiarían al consumidor, retornando a prácticas que se han querido erradicar con el diseño del modelo propuesto.

Para los tratamientos con desalinización (TR-5), también podríamos proporcionar soluciones donde las estaciones se pondrían a pleno rendimiento para generar agua de consumo urbano e industrial, para luego volver a captarlas y reutilizarlas para comunidades de regantes.

La verdad que el proceso podría tener aceptación, si no fuese porque este tipo de tratamientos son los más costosos, siendo el proceso donde el modelo tarifario de aguas regeneradas supone el valor más elevado y por lo tanto las tarifas menos competitivas.

7.3. Limitaciones del modelo

Como ya hemos comentado en el apartado 4 de la metodología, existen una serie de limitaciones que tienen carácter de mejora. Evidentemente estamos en un proceso novedoso, donde aún se está experimentando las alternativas disponibles y donde al no haber unos cánones y directrices totalmente establecidos, aún queda recorrido por avanzar. Con las alianzas políticas, implicación de las empresas suministradoras, confianza hacia las calidades de las aguas regeneradas y una

adecuada educación al entorno social, todos los avances que puedan llegar, irán disipando esas limitaciones existentes y adaptándose cada vez más a unos modelos tarifarios acordes a las necesidades, aportando unos usos debidamente supervisados e instaurada una concienciación sobre los objetivos de desarrollo sostenible.

Uno de los escollos que se presentan a la hora de recopilar los distintos métodos tarifarios que existen en la actualidad, es la cantidad de modelos que se aplican según en que región, comunidad autónoma, ciudad o incluso pueblo en el que se encuentre.

Se aprecia una discordancia general en los conceptos de bases de tarificación, sea el que sea el entorno y uso, por los cuales se rigen unas competencias que cada uno gestiona el proceso de suministro a su manera y por lo tanto existen muchísimas disparidades entre unos y otros. Tanto es así que, en un mismo entorno cercano, podemos encontrarnos precios totalmente diferentes para un mismo o similar abastecimiento. Esto sucede debido a que no hay una sistemática general en la cual se pueda guiar el modelo tarifario y por lo tanto los conceptos son exclusivos de cada entorno, sobre un criterio particular y sin unas regulaciones genéricas.

Otra limitación que nos encontramos sobre las aguas regeneradas y que se ha comentado en varias ocasiones en este trabajo, es la de su aceptación social. Es cierto que el tratamiento de aguas no es un concepto nuevo y lleva instaurado hace muchos años, pero el uso de aguas regeneradas aún no está tan bien visto o por lo menos tan concienciado en la ciudadanía. Cualquier acción de abastecimiento que se dedique a formar parte de contacto humano, como puede ser el uso de boca, riego en entorno de ciudades o cultivos para consumo humano, aún existe gran parte de la sociedad que no le crea confianza y por lo tanto son reacios a su utilización. Por esto mismo, es un factor crucial el saber divulgarlo debidamente, formar a la sociedad e informar de los beneficios reales que tienen las aguas regeneradas.

Su uso para la agricultura es un concepto que ya se aplica en varias zonas y que gracias a ello se han podido ahorrar grandes cantidades de agua potable para otros usos. Esa medida en los entornos con estrés hídrico serán las más recomendadas para su aplicación y su evolución en solventar los problemas de sequías que puedan sufrir. Por esto mismo, el modelo tarifario que se propone y que es parte importante en la metodología de desarrollo llevada a cabo, se apremia a aquellas comunidades que aplican el uso de aguas regeneradas para el riego agrícola, ya que de esta forma se incentiva a su aplicación y aporta valor añadido a las medidas de adaptación sobre las acciones medioambientales.

Al hilo del modelo de incentivos comentado, tiene gran relevancia la metodología propuesta debido a que, según esas ayudas, se podrá generar una tarifa competitiva y atractiva para el uso de las aguas regeneradas en el cultivo de las tierras. A priori, los tratamientos regenerativos pueden sufrir unos costes de gestión y distribución elevados, que de no tener alguna inyección económica que sufrague parte del proceso de generación para su posible uso, no podrá competir con otros modelos de gestión de aguas. Por eso mismo, en aquellos entornos donde no se quiere invertir o no se considera como un recurso válido para el riego, nos encontramos otra limitación importante para desarrollo de un modelo tarifario adecuado para sus usos.

7.4. Futuras líneas de trabajo

El factor crucial en las aguas regeneradas son los tratamientos de calidad que se necesitan, sobre todo los que no se gestiona la desalinización. Estos métodos tienen unos costes según el proceso a utilizar y las energías que requieren para su funcionamiento, los cuales pueden ser los que más hagan incrementar su tarificación. Por esto mismo, en estos procesos, es donde se debiera invertir en tecnología, buscar alternativas de mejora y sobre todo hacer uso de energías renovables en busca de eficiencia energética.

Proyectos de I+D+i podrán hacer que este proceso de tratamiento sea más ajustado, pudiendo de esta forma abaratar la regeneración de aguas. También acciones gubernamentales en pro de estos métodos de abastecimiento, ofreciendo ayudas e incentivos, será un papel crucial para desahogar el ajuste de precios que ya de por sí conlleva el desarrollo del modelo tarifario.

Cabe señalar que los marcos regularlos tampoco se encuentran, a día de hoy, debidamente reflejados e instaurados. Sí es cierto que en los últimos años se está avanzando en los modelos de nuevos decretos y normativas sobre el agua regenerada y sus usos, pero aún no se han establecido los condicionantes directamente y se sigue trabajando en ello. Una vez que queden instauradas las normativas o directrices necesarias para un consumo justo y adecuado para las aguas regeneradas, sus alcances e incluso sus obligaciones para usos como el riego agrícola, se podrá avanzar más concretamente en todo este proceso. Este factor si tiene relevancia porque según que normativas se estipulen, el modelo tarifario podrá tener modificaciones, incluso adaptarlo y mejorarlo sobre los modelos primogénitos.

Como factor final ligado a la sostenibilidad ambiental, la generación de residuos podría ser un factor que afectase a su evolución, pero bien es verdad que otros procesos de tratamiento

también generan residuos y por lo tanto no sería un proceso que sorprendiese, ya que en tratamiento primarios y secundarios ya se generan residuos que incluso se puede reutilizar como abonos orgánicos para recuperación de suelos degradados (Martínez, 2019).

7.5. Conclusión final

En el apartado 2 en el punto 2.6 del estado del arte, se han señalado los distintos factores, tanto de beneficios como inconvenientes, que aportan el uso de aguas regeneradas para el riego agrícola y la estandarización de modelo tarificación para su gestión.

Los aspectos de mejora más relevantes corresponden con algunos que ya hemos comentado en este apartado y por los cuales se debe hacer hincapié para favorecer su aplicación y colaborar en preservar los recursos hídricos de agua potable. La continuidad del aprovechamiento del agua regenerada será primordial, ya que aparte de tener otro método fiable de regadío, se contribuye a poder generar mayor disponibilidad de aguas reutilizadas independientemente de las condiciones climáticas que tengamos en el entorno de actuación.

Según los estudios realizados cabe señalar que el modelo puede ser completamente viable y cumplir con su cometido. Bien es cierto que siempre se podrá matizar y aplicar nuevos estándares y modificar conceptos, pero hay que tener en cuenta que es un primer paso para evolucionar en este concepto de tarificación y su futura posible instauración en la gestión de las aguas regeneradas para uso agrícola.

Pero, a dónde queremos y podemos llegar, y como vamos a evolucionar, no se sabe con certeza. La implantación está en evolución, sus usos cada vez están más extendido y las instituciones son conoceras, donde su implicación es vital para su desarrollo.

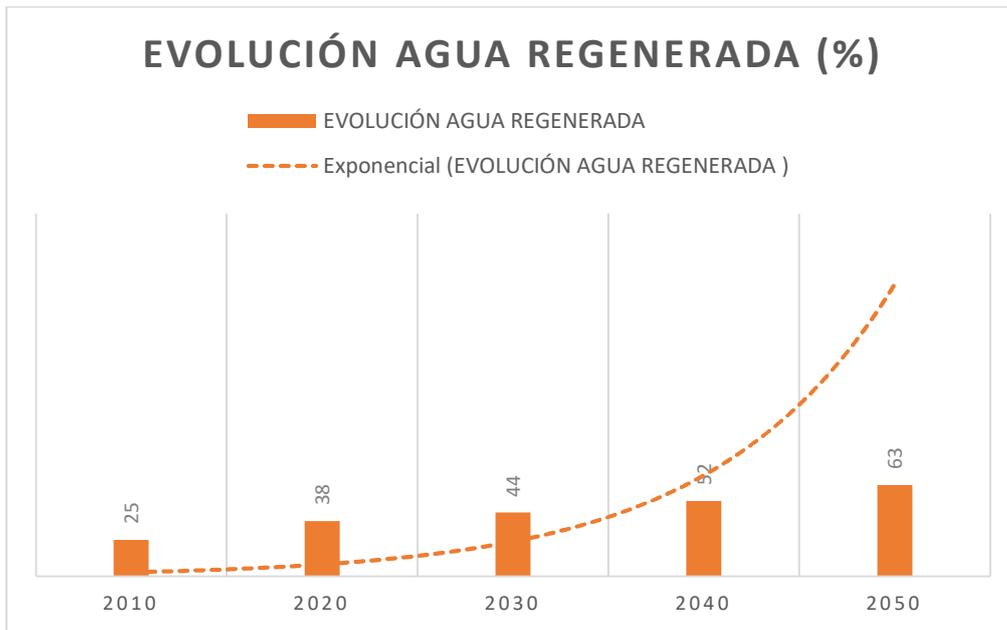


Figura 53: Porcentaje de evolución del agua regenerada en el futuro. Fuente: Elaboración propia.

El aumento progresivo de su uso, con sus ajustes tarifarios, es la dinámica a seguir y por la que se tiene que apostar de forma notable creando un entorno de agua regenerada para uso agrícola normalizado, que este bien vista en la sociedad y sobre todo eficientemente reglada para su tarificación final, consiguiendo un precio competitivo y acorde con las necesidades. Con todo esto se dará un impulso muy importante a la sostenibilidad, contribuyendo con acciones contra el cambio climático y la conservación de los recursos naturales.

Ya en varios países en el mundo, la reutilización y regeneración de aguas está totalmente instaurada en la ciudadanía y en el día a día. Casos como sucede en California (EEUU), que prácticamente se procesan aguas regeneradas para la recarga de acuíferos y cubrir regiones afectadas por las sequías, muy habituales en ciertas regiones y épocas del año de ese condado. Tanto es el caso y lo rápido que han evolucionado que en este mismo año ya se ha autorizado el suministro como agua potable de las aguas regeneradas (Gallego, 2024).

También en Singapur, el cual es otro país ejemplo de usos de aguas regeneradas, ya consiguen desde hace tiempo calidades y aceptación para producir y consumir aguas regeneradas como características de agua potable (Afp_Tickers, 2024).

Estos son exactamente los modelos a seguir, donde hay que fijarse y hacia donde hay que avanzar. Entre todos y con nuestra pequeñas o grandes aportaciones para su reutilización e



implantación, ya sea con el desarrollo de un modelo tarifario de aguas regeneradas, mediante la aceptación para sus cultivos por parte de agricultores de uso de aguas regeneradas o simplemente ir concienciándonos para su aplicación más extensa. Haciendo bien las cosas, se llegará a disponer de un recurso vital el cual está amenazado con un riesgo real de agotamiento, que necesita urgentes medidas preventivas para poder seguir disponer de ella. Si no lo conseguimos, un día nos despertaremos y veremos que ese elemento esencial para nuestras vidas se habrá agotado y será muy tarde para proponer soluciones a corto plazo.

8. SOSTENIBILIDAD

Durante el desarrollo de este trabajo, además de establecer un sistema de tarificación para el suministro de agua regenerada destinada al uso agrícola, estamos contribuyendo directamente a un modelo de gestión más eficiente del agua tratada, así como una contribución directa a la sostenibilidad de los recursos hídricos. A partir de aquí vamos a contribuir con unos consumos más regulados y repartidos de una manera solidaria según las necesidades, contribuyendo a la implementación de varias de las distintas metas establecidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que se establecieron gracias a la iniciativa global, adoptada por todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas en 2015, como parte del plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad que se planificaron para la Agenda 2030 (Ministerio de Derechos Sociales, Consumo y Agenda 2030, 2021).

Según los estándares para el establecimiento de los procesos de sostenibilidad, implica el avanzar sobre una serie de dimensionamientos, que según el caso o situación a la que se refiera, estarán más ligadas a un tipo de modelo sostenible que a otro. Para ello se distinguen 3 modelos de dimensiones principales, entre los que se encuentran (*Torey, 2014*):

- Dimensión Social
- Dimensión Económica
- Dimensión Ambiental

Cierto es que en base a estas tres principales dimensiones se pueden correlacionar otras, estando interconectadas entre sí para poder alcanzar un crecimiento sostenible según los objetivos marcados.

Esta combinación en nuestro estudio se integra estableciendo un enfoque global y equilibrado que optimiza las ventajas de la reutilización del agua tratada, no solo mejorando su productividad agrícola y la seguridad alimentaria, sino que además contribuye a la preservación de los recursos naturales, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y al bienestar general de las comunidades involucradas.



Figura 54: Interrelación de las dimensiones de sostenibilidad. Fuente: (Projecta Consulting, 2023).

En base a las dimensiones ambientales y económicas, señalar que una gestión de buenas prácticas y la administración estratégica de los recursos, resulta fundamental para conseguir una estabilidad económica y generación constante de suministros. Con esto se podrá fomentar una mayor competitividad en el mercado, evolucionando en nuevas tendencias tecnológicas que evolucionen hacia mejores y más adaptados sistemas regenerativos, que aún puedan dar mayor valor a las metodologías de riego agrícola existentes.

En este trabajo el mero hecho de la gestión de regeneración para uso agrícola hace que se evolucione hacia un modelo de gestión más amigable con el medio ambiente y por lo tanto incurriendo en ahorros frente los consumos más tradicionales. Si además se le añade una tarificación del proceso justa y equitativa, los productores agrícolas podrían verse beneficiados económicamente, pudiendo gestionar la producción con la obtención de mayores beneficios.

Las calidades y tratamientos que se pueden obtener, sobre todo con las metodologías que no se ve inmersa la desalación, son actuaciones donde el proceso cultivos se pueden ver beneficiados por los nutrientes que se pueden aportar, dotando de mayor fertilidad las zonas a tratar y por lo tanto aumentando calidades de los consumibles.

Referido a la dimensión social, indicar que se centra en la búsqueda de una sociedad justa e integradora, en la que se reducen las desigualdades, se fomenta la cohesión social, la participación activa de los ciudadanos y la base de una economía sostenible y resiliente, del mismo modo que es especialmente evidente que la salud y el bienestar de las personas están estrechamente relacionados con la calidad del medioambiente en el que viven (Los tres pilares de la sostenibilidad: medioambiental, social y económico, 2023).

La implementación de prácticas de reutilización del agua tratada en este sector no solo aporta ventajas significativas en términos de sostenibilidad, sino que también proporciona beneficios directos a los agricultores y a la economía en general. Un ejemplo es el de reducir la dependencia de fertilizantes, lo cual se consigue aumentar la producción agrícola, generando oportunidades económicas y promoviendo la equidad social.

8.1. Dimensiones de la sostenibilidad

En resumen, de lo expuesto anteriormente, en este trabajo a estudio sobre la implementación de un modelo de tarificación en la gestión de aguas regeneradas para el uso agrícola, se evidencia que se implica de lleno hacia una evolución y gran aportación en la aplicación de la sostenibilidad sobre el aprovechamiento de los recursos hídricos.

Se ha presentado y desarrollado implícitamente las distintas dimensiones de la sostenibilidad que hacemos mención, en las cuales, para nuestro caso, podemos decir que según su porcentaje se ven reflejadas notablemente en todo momento.

En el trabajo realizado son muchos los procesos que tienen que ver con estas medidas de dimensionamiento y en base a los tres conceptos con mayor relevancia, tenemos una serie de ponderación donde entran todas ellas en lo referido al estudio, pero con distintos porcentajes según la importancia que tienen sobre las medidas que se han adoptado. Por ello para el modelo de tarificación de aguas regeneradas para uso agrícola nos resulta un dimensionamiento estándar sobre la sostenibilidad de la siguiente manera:

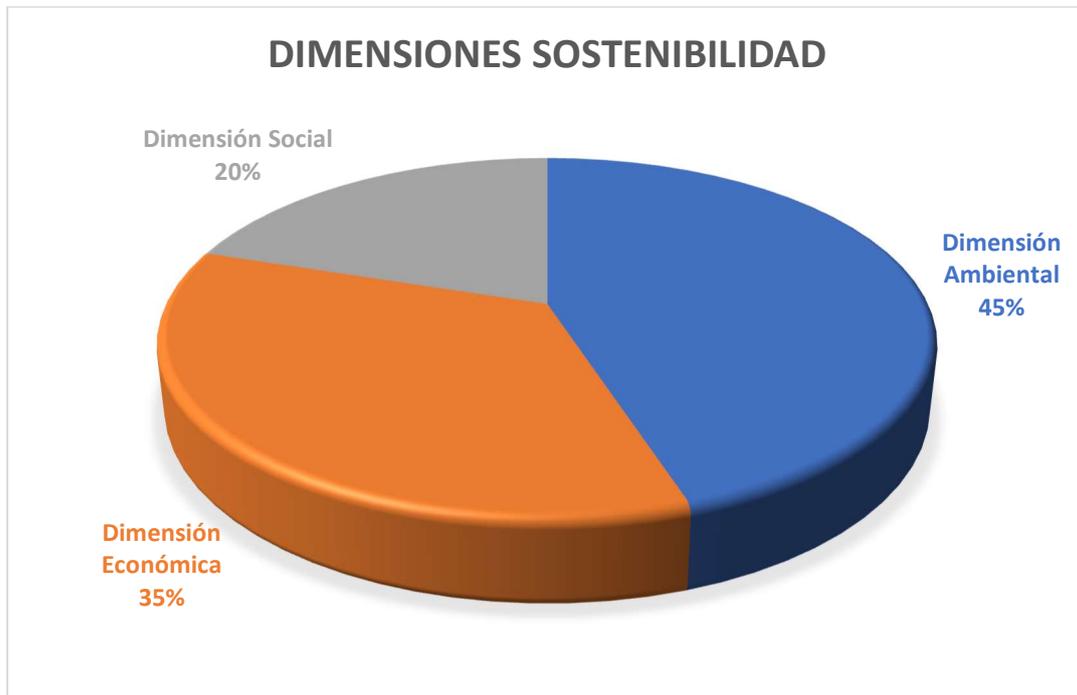


Figura 55: Distribución de dimensiones porcentual. Fuente: Fuente propia.

La dimensión ambiental es la que mayor implicación supone, ya que, con la medida de uso de aguas regeneradas, ya estamos actuando en la gestión de aguas renovables y por lo tanto afectando directamente con la reutilización, uno de los propósitos principales para preservar el medio ambiente.

La dimensión económica queda reflejada con las medidas directas que aporta el modelo tarifario propuesto, tanto para una adecuación de los costes que conlleva como la afección directa a políticas de consumo eficiente y adecuado, promoviendo un bienestar económico en el tiempo.

La dimensión social se presenta en lo referido a su aplicación en la sociedad para la implantación de técnicas novedosas de regeneración y en este caso, bajo su modelización tarifaria, generara un cambio de mentalidad sobre los usos hídricos y beneficiando en la visión global de la reutilización de recursos. Corresponde con un sistema novedoso y moderno que implica al entorno agrario a concienciarse y adoptar medidas beneficiosas, buscando su perpetuidad y estandarización.

8.1.1. Dimensión Ambiental.

Con este concepto nos referiremos a unas prácticas y estrategias donde aseguramos que el uso de agua regenerada, además de proteger el entorno natural de forma segura y eficiente, también protege y mejora el medio ambiente sin poner en riesgo la disponibilidad de otros recursos con el paso del tiempo. El enfoque va dirigido a la conservación de los recursos naturales, la protección de los ecosistemas y la mitigación de los impactos negativos asociados con la agricultura y la gestión del agua.

En este trabajo hemos analizado cómo las iniciativas para establecer una tarificación justa y equitativa, basadas en premisas estándar y costos ajustados, implican una gestión eficiente y responsable del agua regenerada para riego agrícola. Con estas buenas prácticas, garantizamos la preservación de los recursos hídricos, al mismo tiempo que apoyamos la productividad agrícola y la capacidad de adaptación ante el cambio climático.

El desarrollo de un modelo tarifario adecuado para el uso agrícola, que responda a las necesidades y sea atractivo para los usuarios o comunidades de regantes, garantiza que se reduzca el uso de agua dulce de ríos o acuíferos, manteniendo su disponibilidad para otros usos esenciales y para futuras generaciones. Siendo además crucial el destacar que contribuirá significativamente a la sostenibilidad ambiental reduciendo la sobreexplotación de los recursos naturales.

Al buscar estándares de calidad según tratamientos de regeneración necesaria, también se verá positivamente influenciado en la obtención de una excelente calidad del agua para los usos requeridos, sin tener que agotar altas cantidades energéticas y reduciendo verter mayor contaminación de residuos al sistema hídrico. Al adaptarlo con las nuevas tecnologías de energías renovables, se incurre en la reducción de la huella de carbono en el planeta, afectando de forma positiva en al medio ambiente.

Con todo esto, los factores más relevantes de esta, garantizara un suministro continuo y sostenible de agua regenerada para la agricultura. Contribuyendo a su vez, a una conservación de los ecosistemas acuáticos y terrestres, reduciendo la carga contaminante y manteniendo la biodiversidad. De esta forma se mejora la producción de alimenticia no comprometiendo la salud del medioambiental.

8.1.2. Dimensión Social.

Para el desarrollo de una sostenibilidad social, nos enfocamos en un modelo de aplicación de igualdad para todos, logrando la integración de todas las personas del planeta y obteniendo los mismos derechos.

El reparto de alimentos y suministros debe ser equitativo e igualitario, compartir o abastecer a las zonas más necesitadas, debe convertirse en una acción predominante y donde todos los agentes que conformar el ciclo evolutivo, estén debidamente alineados e involucrados.

Por ello, la implicación del modelo tarifario propuesto y que hemos llevado a cabo, gestionando el correspondiente tratamiento de aguas regeneradas, así como todos los beneficios implícitos que conlleva y unos repartos o tarificaciones justas, contribuirán con este dimensionamiento, aportando a la sociedad esos factores de equidad que se pretende conseguir con las medidas que se quieren alcanzar.

Con el apoyo de una adecuada gobernanza, en busca de financiaciones o subvenciones que impliquen el desarrollo de los tratamientos terciarios de regeneración, contribuirá de lleno a la gestión del uso del agua, aportando recursos en aquellas zonas que sufran de estrés hídrico tanto para un uso humano como para el uso agrícola que tratamos en este trabajo.

Una buena promoción política genera una evolución en gestión de recursos y administración. Las decisiones acertadas y en busca de beneficio a la sociedad, conlleva una estimulación de nuevas formas de organización e igualdad social.

No debemos pasar por alto que, en comparación con los trasvases, la reutilización emerge como una opción que conlleva niveles menores de conflictividad territorial y política (Ruiz,2024).

En definitiva, la disposición de un modelo tarifarios para el uso de agua regenerada para el riego en la agricultura e incentivando con el ahorro de recursos de agua, se invierte y repercute directamente con el desarrollo alimenticio de productos del cultivo, fomentando el reparto equitativo de producciones de suministros. Todo ello pudiendo buscar desarrollos de ahorros económicos y beneficiando a las gobernanzas, a la agricultura y a la ciudadanía en general.

8.1.3. Dimensión Económica.

Como hemos señalado en este estudio, se ha realizado un modelo tarifario para la gestión de aguas regeneradas, con el cual se desea llegar a un estándar de gestión lo más adecuado posible a la realidad, utilizando todos los recursos sostenibles que estén al alcance y así encontrar una gestión de bienestar económico para la agricultura y su entorno directo.

La sostenibilidad económica se basa en buscar una implicación del uso de prácticas económicas que sean rentables tanto desde el punto de vista social como medioambiental (Gadisa, 2023). Modelos de economía circular serán capaces de controlar las explotaciones de los recursos de agua, generando una eficiencia de reparto y precios más competitivos para el consumidor.

En términos económicos, a pesar de la inversión inicial requerida para establecer sistemas de tratamiento y distribución de agua reutilizada, los agricultores que adoptan prácticas de reutilización experimentan una disminución de hasta un 25% en los gastos relacionados con el agua, gracias a la reducción de la dependencia de fuentes de agua naturales y a la optimización en el uso de los recursos hídricos (Seo, 2023).

Una gestión responsable para la obtención de sostenibilidad económica, conlleva tener en cuenta la reducción del impacto ambiental, conteniendo equidad social y económica, donde se pueda afrontar retos y desafíos ante las adversidades que puedan originarse en el entorno de gestión del agua (Communications, 2023). Por lo tanto, una regularización tarifaria será un factor predominante para contener el gasto y repartirlo equitativamente para los abastecimientos necesarios y según la repercusión económica que se disponga en cada uno de los entornos donde se apliquen las medidas.

El modelo tarifario propuesto para el abastecimiento de aguas regeneradas de uso agrícola, se han desarrollado técnicas de verificación de estándares de precios de regeneración de aguas, se han desarrollado modelos de incentivos a los consumidores que realicen usos adecuados según las concesiones estipuladas e incluso calculado benéficos para según qué zona de actuación se está tratando la modelización. A la contra, también se ha tenido en cuenta penalizaciones o la no aplicación de dichos incentivos, para aquellos modelos que no cumplan con los requisitos establecidos. Con esta medida se propone un uso de reutilización de aguas regeneradas adecuada y la no aplicación de malas prácticas de uso.

Con este modelo se pretende generar un aumento económico mediante la efectividad de uso de los recursos, la equidad social y la estabilidad financiera.

8.2. -Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

La gestión de aguas regeneradas para uso agrícola corresponde con un proceso de tratamiento y abastecimiento que no solo afecta la gestión de conservación de los recursos hídricos, sino que va directamente relacionado con la sostenibilidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Estos se imponen como una solución innovadora y sostenible enfrentándose la escasez de agua y promoviendo la seguridad alimentaria, siendo válido para todas las personas y en todos los ámbitos de implantación a nivel mundial.



Figura 56: ODS - Objetivos de Desarrollo Sostenible. Fuente: (Desarrollo Sostenible, 2017).

Con los factores y alternativas reflejados en el trabajo vamos a integrarnos a analizar y realizar un examen exhaustivo y profundo de los objetivos de desarrollo sostenible y sus metas correspondientes, para comprender cómo se entrelazan y se reflejan debidamente en relación con la gestión de aguas regeneradas para uso agrícola y la implicación de un modelo tarifario de gestión justa sobre el consumo, lo cual está estrechamente vinculado con el estudio del caso.

8.2.1. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con el agua regenerada para uso agrícola.

Con las actuaciones que se plantean en el trabajo y la finalidad a la que se quiere llegar, son condiciones que se integran directamente con los objetivos de desarrollo sostenible y al enfoque de sus metas, cumpliendo con los requisitos establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para cumplimentar y aportar con la agenda 2030.

En este caso los ODS que más se van a ver involucrados por una buena gestión de aguas regeneradas y una tarificación justa y equitativa, se implicaran directamente con las siguientes metas:

ODS 2: Hambre cero.

Una gestión basada en la sostenibilidad para la agricultura, será un factor muy relevante de aportación en la erradicación del hambre en el mundo. Un uso coherente de aguas regeneradas y su aplicación en el entorno del riego agrícola, afectaría de forma positiva en las explotaciones, pudiendo aportar la disponibilidad suficiente y estable de alimentos.



Meta 2.3: Para 2030, duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, en particular las mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los pastores y los pescadores, incluso mediante un acceso seguro y equitativo a la tierra, otros recursos y servicios de producción.



Meta 2.4: Para 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, que contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, que fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, a los fenómenos extremos, a la sequía, las inundaciones y otros desastres, y que mejoren progresivamente la calidad de la tierra y el suelo.

ODS 6: Agua limpia y saneamiento.

Promueve la disponibilidad y gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos. La distribución de aguas regeneradas para uso agrícola, presenta una alternativa directa de reutilización, paliando la aportación para regadío de agua dulce.



Meta 6.3: Para 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertido y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando sustancialmente el reciclado y la reutilización segura a nivel mundial.

ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles.

El uso de aguas regeneradas para el uso agrícola, permite la combinación y adecuación del resto de recursos aprovechables para otras funciones en el entorno de las ciudades o entorno de comunidades.



Meta 11.6: Para 2030, apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional.

ODS 12: Producción y consumo responsables.

Promover un uso eficiente de recurso hídricos en base a la reutilización de las aguas y más concretamente en la regeneración de aguas para el uso agrícola, promueve una sostenibilidad directa al entorno y reduce el agotamiento masivo de los suministros de agua dulce. Un modelo de tarificación son incentivos a las buenas prácticas genera un consumo más controlado y adecuado.



Meta 12.2: Para 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

ODS 13: Acción por el clima:

Las condiciones climatológicas adversas que se dan actualmente y las consecuencias que ellas acarrearán, no favorecen un desarrollo constante para la obtención de agua de forma natural. Grandes periodos del año sin lluvias y sus consecuentes sequías, generan una afección negativa directa a la agricultura y ciudadanía en general. La gestión eficiente del agua regenerada reduce la afección directa en el cambio climático, controlando la explotación de agua dulce.



Meta 13.1: Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países.

ODS 15: Vida de Ecosistemas Terrestres.

La lucha contra la desertificación, reducir e invertir en la degradación de las tierras y su deforestación, son aspectos vitales para el sostenimiento del mundo agrario y la de los seres vivos de forma general. La aplicación de tratamientos y usos de aguas regeneradas, permite mantener hábitats acuáticos y gestionar los recursos sin agotar dichos ecosistemas hídricos.



Meta 15.1: Asegurar la conservación, restauración y uso sostenible de los ecosistemas terrestres y de agua dulce y sus servicios, en particular los bosques, humedales, montañas y tierras áridas, de conformidad con las obligaciones derivadas de los acuerdos internacionales.

Las aguas regeneradas además de influir positivamente en la explotación de los recursos hídricos, es un factor determinante para el desarrollo alimentario y la salud pública en general. Por ello su aplicación al entorno del cultivo agrícola, buscando eficiencia de usos de las aguas, es

un factor crucial para llegar a conseguir los objetivos ODS que se quiere llegar a implantar para el año 2030, según las directrices marcadas por las Naciones Unidas y los planes de acción marcados en la agenda 2030.

8.2.2. Beneficios sostenibles de la reutilización de aguas regeneradas en la agricultura.

Con todo lo que se ha expuesto en este trabajo, se evidencia que la reutilización y regeneración de aguas, especialmente para el uso agrícola, es una de las acciones más sostenibles que se disponen en referencia a la gestión de las aguas. Por ellos, a continuación, se describen algunos aspectos reseñables que se implican de forma directa la regeneración de aguas y sus beneficios, tanto para su proceso de reutilización como sus consecuencias positivas respecto a elementos ambientales y económicos.

A continuación, se señala los diversos conceptos con los que podemos catalogar la regeneración de aguas para uso agrícola, considerándolo como un factor estratégico de sostenibilidad:

- **Conservación de recursos hídricos.**

Siendo la agricultura uno de los mayores consumidores de agua a nivel mundial, la utilización de aguas regeneradas para el riego de los campos de cultivo reduce el agotamiento de las fuentes de agua dulce.

- **Mejora de la calidad del suelo.**

Como el proceso de regeneración, al ser realizado con la recogida de aguas residuales, que posteriormente se les aplica otro tratamiento terciario, van a contener una serie de nutrientes que actúan como fertilizantes naturales y de esta forma mejorando la calidad del suelo para los cultivos que se quieran explotar.

- **Seguridad hídrica.**

La regeneración proporciona una fuente confiable y constante de agua, donde en zonas especialmente sensible por encontrarse a falta de medios o recursos limitados ante las sequías y desabastecimiento, pueden aportar suministro y evitar así reducir el efecto negativo de la afección.

- **Reducción del consumo de agua dulce y contaminación.**

Las aguas regeneradas pueden ser utilizadas para riego agrícola, uso industrial y paisajismo, lo que reduce la demanda sobre las fuentes de agua dulce, con la premisa de poder utilizar ese suministro a otros usos. También el factor de contaminación se verá gratamente beneficiado ya que se disminuyen los vertidos nocivos en los cuerpos de agua naturales, mejorando de esta forma la calidad del agua en general, tanto en ría, lagos y acuíferos.

- **Resiliencia al Cambio Climático:**

Las aguas regeneradas ofrecen una fuente confiable y constante de agua en tiempos de sequía, crucial para la agricultura en regiones que les afecte el cambio climático y propensas a largas épocas con carencias de recursos hídricos autosuficientes (Dsalaberri, 2024).

La reutilización de aguas regeneradas tratadas en la agricultura puede incrementar la disponibilidad de agua para riego, mejorando la productividad, rendimientos y la seguridad alimentaria, especialmente en áreas afectadas por la escasez de agua. Aportando nutrientes a los cultivos evitando fertilización química y aplicando prácticas sostenibles (Meijide, 2023).

8.2.3. Casos de éxito

España: En regiones como Murcia y Valencia, el uso de aguas regeneradas en la agricultura es una práctica común, demostrando cómo esta estrategia puede ser efectiva en áreas con escasez de hídrica.

Israel: Con tecnologías avanzadas de tratamiento de aguas residuales y políticas de reutilización, Israel ha logrado que cerca del 85% de sus aguas residuales tratadas se reutilicen para la agricultura, convirtiéndose en un líder mundial en esta práctica (Yaben, 2023).

8.3. -Enfoque y estrategias

Como ya hemos expuesto durante este trabajo, los recursos de agua y su cada vez más habitual escasez, es uno de los aspectos más preocupantes en la sociedad y, por lo tanto, donde se tiene

que hacer mayor hincapié de una forma directa. Es en el entorno de la agricultura donde se ve gravemente afectado, ya que es un sector el cual se ve cada vez más afectado debido al estrés hídrico existente. De continuar con esta tendencia, la situación podría derivar en graves consecuencias para la seguridad alimentaria de toda la humanidad.

Disponiendo de un modelo tarifario de aguas regeneradas, donde se apliquen competencias y estándares que beneficien el consumo para el riego agrícola, su gestión se desarrollara con estrategias claramente beneficiosas para el incurriendo directo en las pautas a cumplir sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Al integrar esta práctica en las políticas y estrategias agrícolas, se puede avanzar significativamente hacia un futuro más sostenible y equitativo (Encicle, 2024).

Para ello se podrá basar en algunos desafíos y enfoques que repercuten en las estrategias a llevar a cabo en la consecución de los objetivos estandarizados:

- **Calidad del agua.**

Se debe de contrastar y asegurar que los estándares de calidad de las aguas regeneradas, certifiquen sus parámetros y requisitos según los tratamientos a llevar a cabo para la aplicación del riego agrícola. Para las prácticas y metodologías de tratamientos en base a las calidades, será primordial el uso de tecnologías avanzadas de tratamiento y su control constante de la actividad. Su aplicación repercutiría con incentivos en las tarificaciones de regeneración de las aguas.

- **Infraestructura y costos.**

Los sistemas de tratamiento o distribución de aguas regeneradas pueden suponer altas inversiones o elevados costes generales. Por ello, una implicación de los estamentos gubernamentales con financiaciones adecuadas e inversiones atractivas para las empresas explotadoras, podrán conseguir llegar a implementar, aún más, en la consecución de una tarificación acorde con las infraestructuras existentes y en base a las necesidades, disponiendo costes de consumo ajustados y beneficiosos para la agricultura.

- **Aceptación social:**

Uno de los aspectos cruciales para una óptima evolución es el de fomentar la aceptación de las aguas regeneradas a la sociedad. Este proceso requiere de un camino de



divulgación y aprendizaje, donde se sensibilice tanto a la masa del ámbito de la agricultura, así como al resto de población en general. Es esencial que todo el mundo sea consecuente con las necesidades existentes, las metodologías correctoras que se pueden aplicar y sobre todo los beneficios que aporta el uso de las aguas regeneradas para el entorno general y especialmente en el uso agrícola.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACA - Agencia Catalana de l' Aigua. <https://aca.gencat.cat/es/laca/observatori-del-preu-de-laigua/Preu-per-municipis-i-evolucio/index.html>
- Administración. (2021, 30 junio). *La sequía se convertirá en la próxima pandemia - Cámara Insular de Aguas de Tenerife. Cámara Insular de Aguas de Tenerife.* <https://www.camaradeaguas.com/la-sequia-se-convertira-en-la-proxima-pandemia/>
- Afp_Tickers. (2024, 31 enero). *En Singapur, el agua residual se transforma en agua potable. SWI swissinfo.ch.* <https://www.swissinfo.ch/spa/en-singapur-el-agua-residual-se-transforma-en-agua-potable/46855778>
- Amengual, L. (2024, 13 febrero). *Agua regenerada para la sostenibilidad de los recursos hídricos. Hablando En Vidrio.* <https://hablandoenvidrio.com/agua-regenerada-recursos-hidricos/>
- Aparicio, S. (2018b, marzo 29). *La Junta pide al gobierno 206 millones para infraestructuras hídricas en Almería - Mediterraneo Diario16. Mediterraneo Diario16.* <https://mediterraneo.diario16plus.com/la-junta-pide-al-gobierno-206-millones-infraestructuras-hidricas-almeria/>
- Asano, T. and Cortuvo, J., 1998. *Groundwater recharge with reclaimed municipal wastewater: Health and regulatory considerations. Water Res. 38:1941-1951.*
- AzeDigital & AzeDigital. (2021, 1 marzo). *Costes asociados a la depuración de aguas residuales industriales | DR | Depuración Aguas. DR | Depuración Aguas.* <https://d-r.es/costes-asociados-a-la-depuracion-de-aguas-residuales-industriales/>
- Baeza, J. (2007). *Reutilización de aguas residuales [TFM]. Universidad de Alicante.* <https://iuaca.ua.es/es/master-agua/documentos/gestadm/trabajos-fin-de-master/jaume-baeza.pdf>
- Bonet, N. (2022). *El AMB impulsa la regeneración hídrica para ahorrar agua potable.* <https://www.elperiodico.com/es/metropolis-barcelona/el-amb-impulsa-la-regeneracion-hidrica-para-ahorrar-agua-potable-sh/index.html>

- Caballero, Á. (2024, 19 febrero). *La agricultura, el "elefante en la habitación" que consume el 80% del agua en la España de las sequías*. RTVE.es. <https://www.rtve.es/noticias/20240217/agricultura-consume-80-agua-espana-sequias/15972242.shtml>
- Candela, L., Fabregat, S., Josa, A., Suriol, J., Mas, J., Vignes, N. 2007. *Assesment of soil and groundwater impacts by treated urban wastewater reuse. A case study: application in a golf course (Girona, Spain)*. *Science of Total Environment*. 374, 26-35.
- Chamorro, J. (2018, 16 abril). *Sobre el precio del agua para la agricultura*. iAgua. <https://www.iagua.es/blogs/jorge-chamorro/precio-agua-agricultura>
- Comisión Europea (2024, 24 abril). *La Comisión Europea refuerza la gestión del riesgo en la reutilización del agua para agricultura ADECAGUA*. <https://adecagua.es/noticias/la-comision-europea-refuerza-la-gestion-del-riesgo-en-la-reutilizacion-del-agua-para>
- Comos, J.A. (2014). "Reutilización de las aguas depuradas en la vega de Valencia" en *Aplicación de lodos y aguas regeneradas en agricultura. 1ª Jornada sobre el aprovechamiento de recursos disponibles en una EDAR., Valencia*. Disponible en: <http://www.serglo.es/congresos/2014/depuracion2014/M43-JOSE%20ALBERTO%20COMOS%20GUILLEN.pdf>
- Communications. (2023, 13 julio). *¿Qué es la sostenibilidad económica y cuáles son sus implicaciones?* BBVA NOTICIAS. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-sostenibilidad-economica-y-cuales-son-sus-implicaciones/>
- Comunicación de la Comisión. *Directrices para apoyar la aplicación del Reglamento 2020/741 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua*.
- Conama, P. (2024, 17 mayo). *La relación entre el sector del agua y la economía circular, en una imagen*. Fundación Conama. <https://www.fundacionconama.org/la-relacion-entre-el-agua-y-la-economia-circular-en-una-imagen/>
- Del Villar, A (2016). *Aproximación a los costes de producción y valoración del agua regenerada [Diapositivas de PowerPoint]*. Facultad de Educación, Universidad Alcalá de Henares. <https://www.um.es/documents/3456781/4761291/Alberto+del+Villar.pdf/6314eb30-8a16-4c0a-9232-ae63e7b7df3f>

Desarrollo Sostenible. (2017, 13 noviembre). La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>

Dsalaberri. (2024, 5 junio). Living Lab La Axarquía: Innovación y Sostenibilidad en el Uso de Aguas Regeneradas para la Agricultura. Bioazul.

<https://www.bioazul.com/living-lab-la-axarquia-uso-de-aguas-regeneradas-en-agricultura/>

Efe. (2024). Los embalses internos de Catalunya bajan al 16,1%.

www.diaridetarragona.com. <https://www.diaridetarragona.com/cat-es-mon/los-embalses-internos-de-catalunya-bajan-al-161-KD18281568>

El regadío en la Comunidad Valenciana. Servicio de Documentación, Publicaciones y Estadística Departamental. Generalitat Valenciana, Conselleria de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2023.

EMASA – Empresa Municipal de Aguas de Málaga. <https://www.emasa.es/sistema-de-tarifas/>

EMUASA - Aguas de Murcia. <https://www.emuasa.es/tarifas>

Encicle. (2024, 8 abril). Sostenibilidad Social: qué es y nuestro papel - Encicle.

<https://encicle.es/sostenibilidad-social-para-un-futuro-equitativo-y-resiliente/>

European and Global Drought Observatories. (2024). EU Science Hub. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/european-and-global-drought-observatories_en

Fomento de la reutilización de las aguas residuales - Informe complementario, 2020.

Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. Secretaría de estado de medio ambiente. Dirección general del agua.

Gadisa. (2023, 2 enero). Las 5 claves de la sostenibilidad económica | GADISA. Gadis

[Blog. https://www.gadisa.es/blog/las-5-claves-de-la-sostenibilidad-economica/#:~:text=La%20sostenibilidad%20econ%C3%B3mica%20se%20define,de%20vista%20social%20como%20medioambiental.](https://www.gadisa.es/blog/las-5-claves-de-la-sostenibilidad-economica/#:~:text=La%20sostenibilidad%20econ%C3%B3mica%20se%20define,de%20vista%20social%20como%20medioambiental.)

Gallego, J. L. (2024, 7 enero). California empieza a abastecer a la población con agua regenerada de depuradora. elconfidencial.com.

https://www.elconfidencial.com/medioambiente/agua/2024-01-07/california-agua-regenerada-depuradora-sequia_3805270/

García, S. (2023, 15 mayo). *El mapa de las comunidades autónomas que más agua reciclan: atento a Cataluña*. COPE.

https://www.cope.es/actualidad/sociedad/noticias/potabilizacion-aguas-residuales-formula-para-acabar-con-sequia-espana-20230515_2708272

Gencat. (2024). *El Govern acuerda cambios en los escenarios por sequía en el Alt Empordà, debido a la mejora de la situación hidrológica*. Departamento de Acción Exterior y Unión Europea. https://exteriors.gencat.cat/es/ambits-dactuacio/afers_exteriors/mediterrania/not_240528_sequera

Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010.

Guía práctica para la elaboración de un Plan Sanitario del agua en una zona de abastecimiento. Evaluación cuantitativa. Secretaria General Técnica. Ministerio de Sanidad.

Ministerio de Sanidad. (2024). *Riesgos ergonómicos en el uso de las nuevas tecnologías con pantallas de visualización* Guía práctica para la elaboración de un Plan Sanitario del agua en una zona de abastecimiento. Evaluación cuantitativa. https://www.sanidad.gob.es/profesionales/saludPublica/docs/2024_PSA_CUAN_TITATIVO.pdf#page=18&zoom=100,92,150

Hidrotec. (2024, 30 abril). *ERAR: Estación regeneradora de aguas residuales*. Hidrotec. <https://www.hidrotec.com/blog/erar-estacion-regeneradora-de-aguas-residuales/#:~:text=Una%20estaci%C3%B3n%20regeneradora%20de%20aguas%20residuales%2C%20o%20ERAR%20por%20sus,como%20tratamiento%20terciario%20de%20depuai%C3%B3n>

HISPAGUA – Sistema Español de Información sobre el Agua.

https://hispagua.cedex.es/sites/default/files/especiales/Tarifas_agua/tarifa_utilizacion_registro.html

Inap. (2020). *La municipalización del servicio de abastecimiento de agua en la actualidad*. <https://laadministracionaldia.inap.es/noticia.asp?id=1510307>

INE. - Instituto Nacional de Estadística. (2020). *INEbase / Agricultura y medio ambiente / Agua / Estadística sobre el suministro y saneamiento del agua / Últimos datos*. INE. https://www.ine.es/dyns/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176834&menu=ultiDatos&idp=1254735976602

- INE. - Instituto Nacional de Estadística. (2024). INEbase / Demografía y población / Cifras de población y censos demográficos / Estadística continua de población / Últimos datos. INE.
https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177095&menu=ultiDatos&idp=1254735572981
- INTAGRI. (2017). *El Uso de Ácidos para Mejorar la Calidad de Agua. Serie Agua y Riego Núm. 18. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.* Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/el-uso-de-acidos-para-mejorar-la-calidad-del-agua-de-riego> - Esta información es propiedad intelectual de INTAGRI S.C., Intagri se reserva el derecho de su publicación y reproducción total o parcial.
- Irritec Iberia. (2024). *Riego por goteo por el mango. Irritec Iberia.*
<https://irritec.es/cultivos/riego-por-goteo-por-el-mango/#:~:text=Las%20m%C3%A1ximas%20necesidades%20h%C3%ADdrica%20para,ser%C3%A1%20de%2080%20m%2Fha>
- IQS. (2023, 15 junio). *Análisis de contaminantes en aguas regeneradas -) IQS.*
<https://techtransfer.iqs.edu/actualidad/analisis-de-contaminantes-en-aguas-regeneradas/>
- Iuaca. (2016, 2 noviembre). *El principal problema de la provincia de Alicante: El déficit hídrico. iAgua.*
<https://www.iagua.es/noticias/espana/iuaca/16/11/01/principal-problema-provincia-alicante-deficit-hidrico>
- Jiménez, J. (2024, 1 febrero). *La sequía no solo es un drama medioambiental, también es económico. A Cataluña le va a costar 2.400. . . Xataka.*
<https://www.xataka.com/ecologia-y-naturaleza/cataluna-ha-entrado-quiebra-hidrica-sequia-sabe-cuanto-le-va-a-costar-2-400-millones-euros>
- Lázaro-Carrasco, J. A. D. (2021, 24 marzo). *La economía circular, el agua y la reutilización. iAgua.* <https://www.iagua.es/blogs/jose-antonio-diaz-lazaro/economia-circular-agua-y-reutilizacion>
- Leal, M. (2020). *La gestión del riesgo en el nuevo Reglamento de reutilización [Diapositivas de PowerPoint]. Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.*
https://www.mapa.gob.es/images/es/201028_gestiondelriesgo_jornadamapa_marialeal_tcm30-550736.pdf//codia.info/wp-content/uploads/2023/11/06-mesa-2-n-2-tratamiento-seguro-de-las-aguas-residuales-reciclado-y-reutilizacion-jose-pimienta.pdf

Los tres pilares de la sostenibilidad: medioambiental, social y económico. (2023b, junio 15). <https://www.enel.com/es/nuestra-compania/historias/articulos/2023/06/tres-pilares-sostenibilidad>

Machado, P. (2023). Tratamiento seguro de las aguas residuales, reciclado y reutilización segura en PORTUGAL [Diapositivas de PowerPoint]. Codia. Confederación de Direcciones y Autoridades Iberoamericanas del Agua. <https://codia.info/wp-content/uploads/2023/11/06-mesa-2-n-2-tratamiento-seguro-de-las-aguas-residuales-reciclado-y-reutilizacion-jose-pimienta.pdf>

Marcuello, C. (2020). Novedades en el impulso de la reutilización – El reglamento 2020/741 [Diapositivas de PowerPoint]. Dirección general del agua, Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. https://www.mapa.gob.es/images/es/novedadesrgto_reut_tcm30-550734.pdf

Martín, C. (2024, 18 abril). Ante la escasez de agua, la regeneración es la solución más sostenible y con menor coste energético. Hispanidad. https://www.hispanidad.com/economia/escasez-agua-regeneracion-es-solucion-mas-sostenible-con-menor-coste-energetico_12047063_102.html

Martínez, L. (2019, 22 abril). Uso de los lodos de depuradora en la agricultura - Campo Galego. Campo Galego. <https://www.campogalego.es/abonar-con-lodos-de-depuradora-riesgos-y-ventajas-de-esta-practica/>

Martínez, S., & Tena, A. (2023, 22 diciembre). España llega a 2024 con el problema del agua al límite y sin consenso en la solución. <https://www.publico.es/politica/espana-llega-2024-problema-agua-limite-consenso-solucion.html>. <https://www.publico.es/politica/espana-llega-2024-problema-agua-limite-consenso-solucion.html>

Mas, J.G. (2016). Análisis coste/beneficio aplicado a los procesos de depuración y reutilización [TFM]. Universidad de Alicante. <https://iuaca.ua.es/es/master-agua/documentos/gestadm/trabajos-fin-de-master/tfm10/tfm10-guillermo-mas-ortega.pdf>

Mch. (2023). Swaps de aguas: Una innovadora herramienta para abordar la crisis hídrica en Chile | Mch. <https://www.mch.cl/industria-y-negocios/swaps-de-aguas-una-innovadora-herramienta-para-abordar-la-crisis-hidrica-en-chile/>

Meijide, D. (2023, 22 MARzo). La regeneración: clave para garantizar el agua a las generaciones futuras. Pacto mundial.org. <https://www.pactomundial.org/tribuna/la-regeneracion-clave-para-garantizar-el-agua-a-las-generaciones-futuras/>

Melo, M. F. (2024, 21 marzo). *Dónde será mayor el estrés hídrico en 2050*. Statista Daily Data. <https://es.statista.com/grafico/31943/relacion-proyectada-entre-la-demanda-y-la-disponibilidad-de-agua--nivel-de-estres-hidrico-/>

Ministerio de Derechos Sociales, Consumo y Agenda 2030. (s. f.). *Conoce la Agenda*. https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/conoce_la_agenda.htm#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20Agenda%202030,el%20acceso%20a%20la%20justicia.

Ministerio de Sanidad. (2024). *Guía práctica para la elaboración de un Plan Sanitario del agua en una zona de abastecimiento. Evaluación cuantitativa*. https://www.sanidad.gob.es/profesionales/saludPublica/docs/2024_PSA_CUAN_TITATIVO.pdf#page=18&zoom=100,92,150

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/2023/09/el-14-6--del-territorio-esta-en-emergencia-por-escasez-de-agua-y.html#:~:text=El%20a%C3%B1o%20hidrol%C3%B3gico%202022%2F23,de%20los%20mismos%20meses%20del>

Mundial, B. (2020, 20 marzo). *El agua residual puede generar beneficios para la gente, el medioambiente y las economías, según el Banco Mundial*. World Bank. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/03/19/wastewater-a-resource-that-can-pay-dividends-for-people-the-environment-and-economies-says-world-bank>

OMS. (2016). *Caracterización de peligros de patógenos en los alimentos y el agua*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <https://www.fao.org/4/y4666s/y4666s00.htm#Contents>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO. <https://www.fao.org/home/es>

Pimec. (2024, 23 abril). *Noticia - Pimec*. <https://pimec.org/es/actualidad/noticia/n/la-recuperacion-de-las-reservas-hidricas-permite-al-ambito-ter-llobregat-volver-al-escenario-de-excepcionalidad>

Prats, D. (2015). *Evolución y perspectivas de la reutilización*. *Apuntes del Máster universitario en Gestión Sostenible y Tecnologías del Agua*, Universidad de Alicante.

Precios y costes de los Servicios del Agua en España. Informe integrado de recuperación de costes de los servicios de agua en España. Artículo 5 y anejo III de la Directiva Marco de Agua. Ministerio de Medio Ambiente, 2007.

Projecta Consulting. (2023, 22 noviembre). Desafíos y Oportunidades en la Ruta hacia la Sostenibilidad | Projecta Consulting. <https://projectaconsulting.es/sostenibilidad/>

Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.

Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.

Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

Real Decreto Ley 4/2023, de 11 de mayo, por el que se adoptan medidas urgentes en materia agraria y de aguas en respuesta a la sequía y al agravamiento de las condiciones del sector primario derivado del conflicto bélico en Ucrania y de las condiciones climatológicas, así como de promoción del uso del transporte público colectivo terrestre por parte de los jóvenes y prevención de riesgos laborales en episodios de elevadas temperaturas.

Redacción. (2023, 21 agosto). Reutilización del agua en Alicante: éxito del modelo de gestión y referente internacional. Alicante Mag. <https://alicantemag.com/estilo-de-vida/medio-ambiente/reutilizacion-del-agua-en-alicante-exito-del-modelo-de-gestion-y-referente-internacional#:~:text=Para%20ello%2C%20se%20ha%20ido%20dotando%20a%20la,todo%20ello%2C%20mejorar%20de%20imagen%20de%20la%20ciudad>

Regidor, J. (2019, 12 agosto). ¿Qué es el agua regenerada? Una solución eficaz a la sequía reciclando. Viagua. <https://viagua.es/que-es-el-agua-regenerada/>

Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de mayo de 2020 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua (Texto pertinente a efectos del EEE)

Reglamento Delegado (UE) 2024/1261 de la Comisión, de 11 de marzo de 2024, por el que se completa el Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a las especificaciones técnicas de los elementos clave de la gestión del riesgo.

Researchgate.

https://www.researchgate.net/publication/315698299_Reutilizacion_de_aguas_regeneradas_aproximacion_a_los_costes_de_produccion_y_valoracion_de_su_uso_Reuse_of_Reclaimed_Water_Estimating_the_Costs_of_Production_and_Utilization

Reutilización de las aguas. (s. f.). Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.miteco.gob.es/gl/agua/temas/concesiones-y-autorizaciones/reutilizacion-aguas-depuradas.html>

Reutilización. (s. f.). Confederación Hidrográfica del Segura. <https://www.chsegura.es/es/cuenca/caracterizacion/recursos-hidricos/reutilizacion/#:~:text=La%20reutilizaci%C3%B3n%20directa%20es%20aqu%C3%A9lla,incorpore%20a%20dominio%20p%C3%ABblico%20hidr%C3%A9ulico>

Ruiz, S. L. (2024, 7 marzo). España ante el estrés hídrico: la regeneración y reúso de aguas como estrategia sostenible. *Agenda Pública*. <https://agendapublica.es/noticia/19109/espana-ante-estr-hidrico-regeneracion-reuso-aguas-estrategia-sostenible>

Salazar, M. (2023, 24 mayo). Soluciones innovadoras para las aguas residuales: ¿cómo abordar el problema mundial de los desechos humanos? *Noticias Ambientales*. <https://es.mongabay.com/2022/03/soluciones-innovadoras-para-aguas-residuales-desechos-humanos/>

SL, I. I. L. (2007, 9 diciembre). Artículo 2 Régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas. *Iberley Información Legal, S.L.* https://www.iberley.es/legislacion/articulo-2-regimen-juridico-reutilizacion-aguas-depuradas#google_vignette

Seo. (2023, 12 diciembre). Agua Regenerada para la Agricultura. *Ceata Ingeniería*. <https://ceataingenieria.com/reutilizacion-del-agua-para-la-agricultura/>

Solà, J. P. I. (2019). La municipalización del servicio de abastecimiento de agua en la actualidad. *El Cronista del Estado Social y Democrático de Derecho - ISSN 1889-0016*, 81, 12-21. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7085715>

STOA (2017). *Forward-looking policy-making at the European Parliament through scientific foresight | Panel for the Future of Science and Technology (STOA) | European Parliament.* [https://www.europarl.europa.eu/stoa/en/document/EPRS_BRI\(2017\)603205](https://www.europarl.europa.eu/stoa/en/document/EPRS_BRI(2017)603205)

Tarifasdeagua. (2024). *Precio de agua en España: Toda la información.*
<https://tarifasdeagua.es/>. <https://tarifasdeagua.es/info/precio>

TecnoAqua. (2023). *Entrevista a Javier Santos Ramírez, director de Tratamientos de Agua y Economía Circular del grupo Agbar -*
<https://www.tecnoaqua.es/articulos/20230306/entrevista-javier-santos-agbar-biofactorias>

Telwesa. (2022, 21 diciembre). *Economía circular del agua.* Telwesa.
<https://telwesa.com/economia-circular-del-agua/#:~:text=Uno%20de%20los%20objetivos%20definidos,sucede%20con%20el%20ciclo%20natural>

Torey, S. (2014). *Cinco dimensiones para avanzar hacia un desarrollo sustentable - Nuestra Esfera.* Nuestra Esfera. <http://nuestraesfera.cl/zoom/cinco-dimensiones-para-avanzar-hacia-un-desarrollo-sustentable/#:~:text=Trabajar%20por%20el%20desarrollo%20sustentable,determinado%20pa%C3%ADs%20regi%C3%B3n%20o%20localidad>.

United Nations. (2023). *La población mundial aumentará en 1.000 millones para 2030 | Naciones Unidas.* <https://www.un.org/es/desa/world-population-prospects-2017>

US EPA. (2024, 28 febrero). *Guidelines for Water Reuse | US EPA.*
<https://www.epa.gov/waterreuse/guidelines-water-reuse>

Yaben, M. (2023, 29 mayo). *Israel, el paradigma de la reutilización de agua que ha acabado con la escasez.* El Independiente.
<https://www.elindependiente.com/economia/2023/05/07/israel-el-paradigma-de-la-reutilizacion-de-agua-que-ha-acabado-con-la-escasez/>

Zvik, B. (2024, 28 mayo). *Precio de agua en España: Toda la información.*
<https://tarifasdeagua.es/>. <https://tarifasdeagua.es/info/precio>



10. ANEXOS



ANEXO 1

MODELO TARIFARIO EN BLANCO

TARIFICACIÓN DE AGUA REGENERADA PARA RIEGO AGRÍCOLA

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL		LECTURA ACTUAL				
LECTURA ANTERIOR		LECTUR ANTERIOR				
Días TOTALES	0,00	Consumo TOTAL (m3)	0			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción			TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución			TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento			TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona			BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	0	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	0,00	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)		Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m3	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	0,00 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	0	0,00	0,00 €	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	0	0,00		
F						
AGUA REGENERADA	0,00 €					
IVA (10%)						
TOTAL	0,00 €					
F						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	0	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)		0,00 €		
AGUA POTABLE	0,00 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³				
IVA (10%)		Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³				
TOTAL	0,00 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 300 m ³				
		Tramo 4: Más de 300 m ³				



ANEXO 2

ESTIMACIÓN DE COSTES DE PRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y TRATAMIENTOS

Estimación de costes de producción y distribución de A.R. para Uso Agrícola en €/m3

	IMPLANTACIÓN (€/m3)	EXPLOTACIÓN (€/m3)	COSTE PROMEDIO (€/m3) MÍNIMO	COSTE PROMEDIO (€/m3) MÁXIMO	SUMATORIO (€/m3)
Producción agua regenerada	0,20-4,50	0,06-0,48	0,08	1,24	1,32
Distribución agua regenerada	1,00-7,00	0,15-0,50	0,27	1,34	1,61
MEDIA TOTAL:			0,55	1,88	2,43

Estimación de costes de tratamiento A.R. según calidad para Uso Agrícola en €/m3

TRATAMIENTO DE REGENERACIÓN	COSTES		Tipo de Calidad de Tratamiento
	IMPLANTACIÓN (€/m3)	EXPLOTACIÓN (€/m3)	
Físico-Químico + Filtración + Filtración de Membranas + Cloro residual	0,82	0,2	1
Físico-Químico + Filtración + Ultravioleta + Cloro residual	0,12	0,09	1
Filtración + Ultravioleta + Cloro residual	0,05	0,06	2
Filtración	0,03	0,06	2
Físico-Químico + Filtración + Filtración de Membranas + Ósmosis Inversa + Cloro residual	1,14/1,09	0,46	3
Físico-Químico + Filtración + Electrodiálisis Reversible + Ultravioleta + Cloro Residual	1,04/1,09	0,46	3

TRATAMIENTOS	PONDERACIÓN PRODUCCIÓN (€/m3)	PONDERACIÓN DISTRIBUCIÓN (€/m3)
TR-2	0,38	0,46
TR-3	0,26	0,32
TR-5	0,88	1,07

	% PONDERACIÓN TRATAMIENTO	CALIDADES
TR-2 (35%)	3,5	ALTA
TR-3 (50%)	5,0	MEDIA
TR-5 (15%)	1,5	ALTA

Tipo de Tratamiento Terciario	Desalación	Tipo de Calidad de Tratamiento	Tarifa Producción (€/m3)	Tarifa Distribución (€/m3)	Coste Medio (€/m3)
TR-2	No	1	0,38	0,46	0,84
TR-3	No	2	0,26	0,32	0,59
TR-5	Si	3	0,88	1,07	1,95

COSTE MEDIO TRATAMIENTO: 1,13



ANEXO 3

ESTIMACIÓN DE COSTES DE COSTES FIJOS

Estimación de costes fijos de A.R. para Uso Agrícola en €/m3

	Coste fijo €/m3 valor máximo	Coste fijo €/m3 valor mínimo	Coste fijo €/m3 medio
Cataluña	0,30	0,60	0,45
Valencia	0,35	0,30	0,33
Murcia	0,20	0,50	0,35

Promedio estandar 0,38

Valoración m3/día 80

Total fijo €/año 30,00

Total Fija €/mes 2,50

Total Fija €/día 0,08



ANEXO 4

DESARROLLO TARIFICACIÓN MODELO VALENCIA

TARIFICACIÓN DE AGUA REGENERADA PARA RIEGO AGRÍCOLA

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA (Tarifas 2024)						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Valencia	Canon 1	Zona 1				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	31/03/2024	LECTURA ACTUAL	6885			
LECTURA ANTERIOR	01/01/2024	LECTUR ANTERIOR	6185			
Días TOTALES	90,00	Consumo TOTAL (m3)	700			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,88	3	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	1,07		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	1,95		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,98		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	700	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,50	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	752,03 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	700	752,03	Valencia	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	0	0,00	2,21	
F						
AGUA REGENERADA	759,53 €					
IVA (10%)	75,65 €					
TOTAL	835,19 €					
F						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	700	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Valencia		
AGUA POTABLE	1.241,68 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	1,17 €			
IVA (10%)	123,87 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	1,44 €			
TOTAL	1.365,55 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 300 m ³	1,86 €			
		Tramo 4: Más de 300 m ³	2,21 €			



ANEXO 5 a

CASO 1

MODELO MURCIA - VALENCIA

TARIFICACIÓN DE AGUA REGENERADA PARA RIEGO AGRÍCOLA

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Murcia	Canon 1	Zona 1				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	23/06/2024	LECTURA ACTUAL	34674			
LECTURA ANTERIOR	21/03/2024	LECTUR ANTERIOR	31415			
Días TOTALES	94,00	Consumo TOTAL (m3)	3259			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,26	2	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,32		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,59		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,29		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	3.259	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,83	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	1.562,76 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	3000	879,00	Murcia	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	259	683,76	2,64	
F						
AGUA REGENERADA	1.570,59 €					
IVA (10%)	156,76 €					
TOTAL	1.727,35 €					
F						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	3.259	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Murcia		
AGUA POTABLE	7.664,64 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	1,11 €			
IVA (10%)	766,16 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	1,52 €			
TOTAL	8.430,81 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 500 m ³	2,13 €			
		Tramo 4: Más de 500 m ³	2,64 €			

TARIFICACIÓN DE AGUA REGENERADA PARA RIEGO AGRÍCOLA

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Cataluña	Canon 2	Zona 2				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	23/06/2024	LECTURA ACTUAL	14566			
LECTURA ANTERIOR	21/03/2024	LECTUR ANTERIOR	11307			
Días TOTALES	94,00	Consumo TOTAL (m3)	3259			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,26	2	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,32		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,59		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,50		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	3.259	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,83	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	2.188,42 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	3000	1494,30	Cataluña	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	259	694,12	2,68	
F						
AGUA REGENERADA	2.196,25 €					
IVA (10%)	219,33 €					
TOTAL	2.415,58 €					
F						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	3.259	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Cataluña		
AGUA POTABLE	7.794,20 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	1,47 €			
IVA (10%)	779,12 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	1,62 €			
TOTAL	8.573,32 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 500 m ³	1,91 €			
		Tramo 4: Más de 500 m ³	2,68 €			



ANEXO 5 b

CASO 1 MEJORADO

MODELO MURCIA

TARIFICACIÓN DE AGUA REGENERADA PARA RIEGO AGRÍCOLA

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Murcia	Canon 1	Zona 1				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	23/06/2024	LECTURA ACTUAL	37051			
LECTURA ANTERIOR	21/03/2024	LECTUR ANTERIOR	34675			
Días TOTALES	94,00	Consumo TOTAL (m3)	2376			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,26	2	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,32		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,59		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,29		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	2.376	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,83	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	696,17 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	2376	696,17	Murcia	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	0	0,00	2,64	
F						
AGUA REGENERADA	704,00 €					
IVA (10%)	70,10 €					
TOTAL	774,10 €					
F						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	2.376	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Murcia		
AGUA POTABLE	5.333,52 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	1,11 €			
IVA (10%)	533,05 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	1,52 €			
TOTAL	5.866,58 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 500 m ³	2,13 €			
		Tramo 4: Más de 500 m ³	2,64 €			



ANEXO 5 a

CASO 2

MODELO MÁLAGA

TARIFICACIÓN DE AGUA REGENERADA PARA RIEGO AGRÍCOLA

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Andalucía	Canon 2	Zona 2				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	15/04/2024	LECTURA ACTUAL	3577			
LECTURA ANTERIOR	15/01/2024	LECTUR ANTERIOR	3174			
Días TOTALES	91,00	Consumo TOTAL (m3)	403			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,38	1	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,46		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,84		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,71		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	403	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,58	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	372,79 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	403	372,79	Andalucía	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	0	0,00	1,88	
F						
AGUA REGENERADA	380,38 €					
IVA (10%)	37,74 €					
TOTAL	418,11 €					
G						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	403	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Andalucía		
AGUA POTABLE	470,52 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	0,87 €			
IVA (10%)	46,75 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	1,12 €			
TOTAL	517,28 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 300 m ³	1,47 €			
		Tramo 4: Más de 300 m ³	1,88 €			

TARIFICACIÓN DE AGUA REGENERADA PARA RIEGO AGRÍCOLA

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Andalucía	Canon 2	Zona 2				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO		INDICE (m3)		
LECTURA ACTUAL	15/04/2024	LECTURA ACTUAL	3577			
LECTURA ANTERIOR	15/01/2024	LECTUR ANTERIOR	3174			
Días TOTALES	91,00	Consumo TOTAL (m3)	403			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,26	2	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,32		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,59		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,50		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	403	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,58	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	260,95 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	403	260,95	Andalucía	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	0	0,00	1,88	
F						
AGUA REGENERADA	268,54 €					
IVA (10%)	26,55 €					
TOTAL	295,09 €					
G						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	403	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Andalucía		
AGUA POTABLE	470,52 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	0,87 €			
IVA (10%)	46,75 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	1,12 €			
TOTAL	517,28 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 300 m ³	1,47 €			
		Tramo 4: Más de 300 m ³	1,88 €			

TARIFICACIÓN DE AGUA REGENERADA PARA RIEGO AGRÍCOLA

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Andalucía	Canon 2	Zona 2				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	15/04/2024	LECTURA ACTUAL	3577			
LECTURA ANTERIOR	15/01/2024	LECTUR ANTERIOR	3174			
Días TOTALES	91,00	Consumo TOTAL (m3)	403			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,88	3	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	1,07		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	1,95		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	1,66		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	403	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,58	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	869,85 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	403	869,85	Andalucía	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	0	0,00	1,88	
F						
AGUA REGENERADA	877,43 €					
IVA (10%)	87,44 €					
TOTAL	964,88 €					
G						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	403	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Andalucía	 <small>Empresa Municipal Agua de Málaga</small>	
AGUA POTABLE	470,52 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	0,87 €			
IVA (10%)	46,75 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	1,12 €			
TOTAL	517,28 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 300 m ³	1,47 €			
		Tramo 4: Más de 300 m ³	1,88 €			



ANEXO 5 b

CASO 2 MEJORADO

MODELO MÁLAGA

TARIFICACIÓN DE AGUA REGENERADA PARA RIEGO AGRÍCOLA

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Andalucía	Canon 1	Zona 1				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	15/04/2024	LECTURA ACTUAL	3577			
LECTURA ANTERIOR	15/01/2024	LECTUR ANTERIOR	3174			
Días TOTALES	91,00	Consumo TOTAL (m3)	403			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,26	2	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,32		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,59		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,29		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	403	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,58	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	153,50 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	403	153,50	Andalucía	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	0	0,00	1,88	
F						
AGUA REGENERADA	161,09 €					
IVA (10%)	15,81 €					
TOTAL	176,89 €					
G						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	403	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Andalucía		
AGUA POTABLE	470,52 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	0,87 €			
IVA (10%)	46,75 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	1,12 €			
TOTAL	517,28 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 300 m ³	1,47 €			
		Tramo 4: Más de 300 m ³	1,88 €			



ANEXO 6 a

CASO 3

MODELO PALENCIA

TARIFICACIÓN DE AGUA REGENERADA PARA RIEGO AGRÍCOLA

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Castilla León	Canon 3	Zona 3				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	18/07/2023	LECTURA ACTUAL	41548			
LECTURA ANTERIOR	17/04/2023	LECTUR ANTERIOR	36785			
Días TOTALES	92,00	Consumo TOTAL (m3)	4763			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,38	1	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,46		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,84		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,84		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	4.763	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,67	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	4.574,14 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	3000	2511,43	Castilla León	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	1763	2062,71	1,17	
F						
AGUA REGENERADA	4.581,81 €					
IVA (10%)	457,88 €					
TOTAL	5.039,69 €					
G						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	4.763	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
AGUA POTABLE	5.210,19 €	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Castilla León		
IVA (10%)	520,72 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	0,77 €			
TOTAL	5.730,91 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	0,98 €			
		Tramo 3: Desde 200 hasta 500 m ³	1,03 €			
		Tramo 4: Más de 500 m ³	1,17 €			

TARIFICACIÓN DE AGUA REGENERADA PARA RIEGO AGRÍCOLA

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Castilla León	Canon 3	Zona 3				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	18/07/2023	LECTURA ACTUAL	41548			
LECTURA ANTERIOR	17/04/2023	LECTUR ANTERIOR	36785			
Días TOTALES	92,00	Consumo TOTAL (m3)	4763			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,26	2	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,32		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,59		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,59		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	4.763	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,67	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	3.820,71 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	3000	1758,00	Castilla León	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	1763	2062,71	1,17	
F						
AGUA REGENERADA	3.828,38 €					
IVA (10%)	382,54 €					
TOTAL	4.210,91 €					
G						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	4.763	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Castilla León		
AGUA POTABLE	5.210,19 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	0,77 €			
IVA (10%)	520,72 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	0,98 €			
TOTAL	5.730,91 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 500 m ³	1,03 €			
		Tramo 4: Más de 500 m ³	1,17 €			

TARIFICACIÓN DE AGUA REGENERADA PARA RIEGO AGRÍCOLA

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Castilla León	Canon 3	Zona 3				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	18/07/2023	LECTURA ACTUAL	6498			
LECTURA ANTERIOR	17/04/2023	LECTUR ANTERIOR	5975			
Días TOTALES	92,00	Consumo TOTAL (m3)	523			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,38	1	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,46		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,84		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,84		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	523	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,67	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	481,61 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	523	481,61	Castilla León	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	0	0,00	1,17	
F						
AGUA REGENERADA	489,27 €					
IVA (10%)	48,63 €					
TOTAL	537,90 €					
G						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	523	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
AGUA POTABLE	249,39 €	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Castilla León		
IVA (10%)	24,64 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	0,77 €			
TOTAL	274,03 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	0,98 €			
		Tramo 3: Desde 200 hasta 500 m ³	1,03 €			
		Tramo 4: Más de 500 m ³	1,17 €			

TARIFICACIÓN DE AGUA REGENERADA PARA RIEGO AGRÍCOLA

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Castilla León	Canon 3	Zona 3				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	18/07/2023	LECTURA ACTUAL	6498			
LECTURA ANTERIOR	17/04/2023	LECTUR ANTERIOR	5975			
Días TOTALES	92,00	Consumo TOTAL (m3)	523			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,26	2	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,32		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,59		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,59		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	523	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,67	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	337,13 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	523	337,13	Castilla León	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	0	0,00	1,17	
F						
AGUA REGENERADA	344,79 €					
IVA (10%)	34,18 €					
TOTAL	378,97 €					
G						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	523	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Castilla León		
AGUA POTABLE	249,39 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	0,77 €			
IVA (10%)	24,64 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	0,98 €			
TOTAL	274,03 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 500 m ³	1,03 €			
		Tramo 4: Más de 500 m ³	1,17 €			



ANEXO 6 b

CASO 3 MEJORADO

MODELO PALENCIA

TARIFICACIÓN DE AGUA REGENERADA PARA RIEGO AGRÍCOLA

A						
TARIFICACIÓN MODELO AGUA REGENERADA						
Comunidad Autónoma	Tipo de Canon	Zonificación				
Castilla León	Canon 2	Zona 2				
B						
PERIODO DE CONSUMO	FECHAS	CONSUMO	INDICE (m3)			
LECTURA ACTUAL	18/07/2023	LECTURA ACTUAL	41548			
LECTURA ANTERIOR	17/04/2023	LECTUR ANTERIOR	36785			
Días TOTALES	92,00	Consumo TOTAL (m3)	4763			
C						
	€/m3		TIPO DE TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN €/m3	DISTRIBUCIÓN €/m3	
Costo Producción	0,26	2	TR-2 =1	0,38	0,46	
Costo Distribución	0,32		TR-3 =2	0,26	0,32	
Costo Tratamiento	0,59		TR-5 =3	0,88	1,07	
Canon por Zona	0,50		BONIFICACIÓN POR ZONAS			
			Zona 1 (50%)	Zona 2 (0,15%)	Zona 3 (0%)	
			0,50	0,85	1,00	
D						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	4.763	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	CONSUMO AGUA REGENERADA	PONDERACIÓN	
Costo Fijo Consumo	7,67	TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Desde 0 hasta 500 m ³	1,30	30%
				Desde 500 hasta 1500 m ³	1,10	10%
				Desde 1500 hasta 3000 m ³	1,00	0%
E						
Costo Demanda Variable	3.557,01 €	Baremos de Consumo	CONSUMO	TOTAL VARIABLE	COSTE AGUA POTABLE (€/m3)	
		BLOQUE 1: Desde 0 hasta 3.000 m ³	3000	1494,30	Castilla León	
		BLOQUE 2: Más de 3.000 m ³	1763	2062,71	1,17	
F						
AGUA REGENERADA	3.564,68 €					
IVA (10%)	356,17 €					
TOTAL	3.920,84 €					
G						
SISTEMA VALORACIÓN AGUA POTABLE						
CONSUMO TRIMESTRAL AGUA DE RIEGO (m ³)	4.763	SISTEMAS AGRÍCOLAS AGUA RIEGO 2024 (sin IVA)	AGUA RIEGO (€/m ³)	COMUNIDAD AUTONOMA	DATOS TARIFICACIÓN	
		TARIFA FIJA SERVICIO (indep. del consumo)	0,08 €	Castilla León		
AGUA POTABLE	5.210,19 €	Tramo 1: Desde 0 hasta 8 m ³	0,77 €			
IVA (10%)	520,72 €	Tramo 2: Desde 80 hasta 200 m ³	0,98 €			
TOTAL	5.730,91 €	Tramo 3: Desde 200 hasta 500 m ³	1,03 €			
		Tramo 4: Más de 500 m ³	1,17 €			

