

CAPÍTULO 13. DISEÑO DE MECANISMO PARA GESTIÓN Y SUMINISTRO DE RIEGO

**¹Mercedes Perdigones Gómez; ¹Ángel Mariano Rodríguez Pérez;
¹Julio José Caparrós Mancera; ¹José Antonio Hernández Torres**

¹Universidad de Huelva, España.

1. INTRODUCCIÓN

El agua de lluvia es un recurso que históricamente ha jugado un papel muy importante en nuestro país hasta el siglo XIX (E. Pravilova et al., 2009), (J. Palerm-Viqueira et al., 2010). Cuando, a principios del siglo XX, las canalizaciones de agua comenzaron a implantarse masivamente en ciudades, pueblos y aldeas, las edificaciones pluviales pasaron a un segundo plano o se reservaron casi exclusivamente para situaciones muy especiales (C. Brouwer y M. Heibloem, 1986), (S. Khan et al., 2005), (F. E. Y. Desarrollo, 2003), (T. Yamamoto et al., 2012), (M. E. Jensen, 1980) y (I. García-Garizábal et al. 2011).

El agua es esencial para la vida en la tierra. Constituye el 75 por ciento de los océanos del mundo, alrededor del 99 por ciento de nuestra agua dulce y la mayor parte de la superficie de nuestra tierra. La mayoría de los seres vivos dependen del agua para sobrevivir. Como resultado, tenemos que cuidar el agua que tenemos. Debemos conservar nuestro suministro de agua para poder usarla y encontrar nuevas fuentes para ella. Hay muchas formas de conservar el agua, como usar plantas tolerantes a la sequía y reducir la presión del agua en fuentes y duchas. Nuestras formas de usar el agua han dado lugar a formas de mantenerla. Sostenibilidad significa garantizar que algo perdure sin dañar el medio ambiente. Es una forma de vida que minimiza la pérdida de recursos naturales mientras mejora el disfrute de la vida. Hemos recorrido un largo camino cuando se trata de pensar e implementar métodos para usar y conservar los recursos de manera sostenible, ¡especialmente el agua! El uso sostenible de los recursos nos ayuda a preservar nuestro medio ambiente y nos permite seguir disfrutando de estos recursos de nuevas formas. Todo el mundo puede contribuir con algo a la sostenibilidad siguiendo hábitos sostenibles o empresas que promuevan prácticas sostenibles a través de sus estrategias de generación de ingresos o campañas de marketing. El agua es un recurso cada vez más caro y escaso, por lo que es muy importante concienciarnos para reciclarla de alguna manera, y aprender a utilizarla de forma sostenible. Algunas de las ventajas de la captación de agua son:

- Aprovechamiento de un recurso gratuito y ecológico.
- Ahorro evidente y creciente en la factura del agua.
- Contribución a la sostenibilidad y protección del medio ambiente.

A su vez, las principales desventajas son:

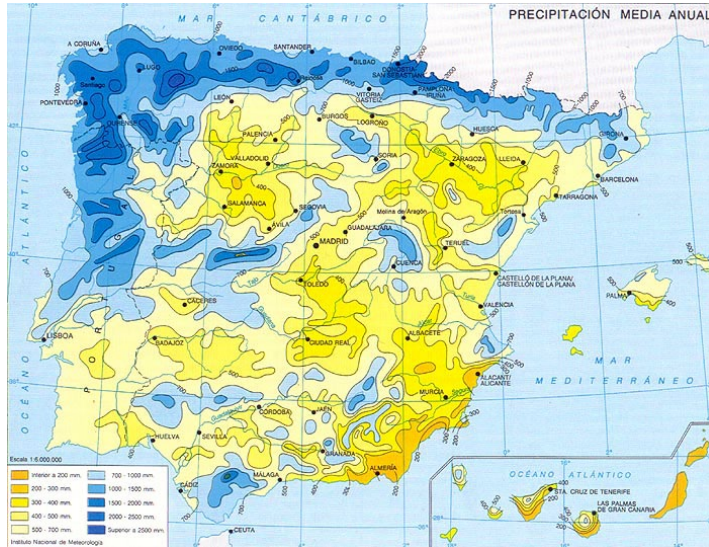
- Alto costo inicial que puede impedir su implementación.
- La cantidad de agua recolectada depende de las precipitaciones del lugar y del área de captación.

Los sistemas de riego por agua se utilizan en todo el mundo con fines agrícolas y de jardinería. Diferentes países utilizan estos sistemas con fines agrícolas, como producir alimentos o mantener vivas las plantas. Los sistemas de riego son especialmente útiles en áreas donde no llueve mucho, como los desiertos o las regiones árticas. Básicamente, un sistema de riego mantiene la tierra húmeda para que las plantas puedan crecer adecuadamente. Nuestro planeta necesita cantidades adecuadas de suelo para sustentar la vida; por lo tanto, implementar un sistema de riego es esencial para promover el crecimiento de las plantas y mantener vivo el suelo. Necesitamos ayudar a los países con menos acceso a agua dulce a implementar estos sistemas para que su suelo pueda mantenerse vivo y lo suficientemente fértil para el consumo humano. En este trabajo se utiliza el agua para el riego de las parcelas de la Universidad, pero existen proyectos más sencillos que se utilizan para el riego de jardines, con lo cual, se puede ver como esta técnica es aplicable en muchos ámbitos. Actualmente, son muchos los países, a nivel europeo y mundial, que cuentan con sus propias normativas y legislación respecto a la recogida y aprovechamiento del agua de lluvia. Por ejemplo, en México a partir de octubre de 2012 se aprobó la Ley General de Cambio Climático, la cual exige medidas de Adaptación y Mitigación ante este desafío cada vez más evidente. El aprovechamiento del agua de lluvia demuestra que se está tomando una doble medida de Adaptación ante los efectos de los cambios en el clima, aprovechando un recurso escaso y evitando los efectos generados por las inundaciones. La mitigación de los gases de efecto invernadero también se demuestra al verificar una reducción de las emisiones de CO₂, aprovechar el agua en el sitio y evitar su transferencia, lo que generalmente implica un proceso costoso y contaminante.

2. SISTEMA DESIGNADO

En primer lugar vamos a describir las características del lugar donde se quiere ubicar la instalación. Para ello hay que tener en cuenta varios factores. Estos factores los veremos a continuación en las diferentes figuras. La Figura 1 muestra la cantidad de agua de lluvia que cae en el área. La Figura 2 muestra las características del área donde se recolectará el agua. En la figura 3 podéis ver el esquema que vamos a seguir para colocar la instalación.

Figura 1: Precipitación media anual en la Península Ibérica



Fuente: "Diputación de Barcelona, institución de gobierno local - Diputació de Barcelona." <https://www.diba.cat/es/> (accessed Mar. 01, 2022)

En España, el 65,6 % del agua se abastece de fuentes superficiales y, por tanto, de las lluvias. La ubicación de este diseño no es una zona de lluvias frecuentes [9], como se muestra en la Figura 1. Esto rondaría un caudal de 700 l/m². Para la plantación se requieren 1.500.000 litros por año. Éstos se recogen por la entrada al mismo, Figura 2. Con ello se ha diseñado un sistema capaz de recoger suficiente agua durante todo el año, teniendo en cuenta la intermitencia y frecuencia de las lluvias.

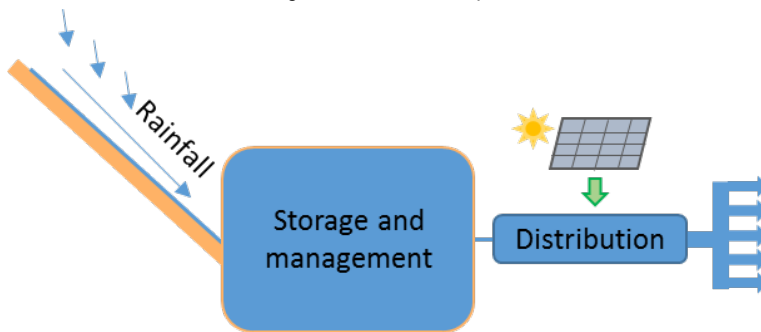
Figura 2: Entrada a la plantación



Fuente: Elaboración propia

Se presenta el sistema que recolecta el agua de lluvia, almacenándola en un tanque para poder utilizarla posteriormente como riego para la plantación. La recuperación de agua de lluvia consiste en la filtración del agua de lluvia captada en una zona determinada y su posterior almacenamiento en un depósito. La recogida de esta agua sería más fácil por el desnivel que hay justo a la entrada de la plantación y con ello se podría aprovechar mucho más el agua de lluvia. La distribución del agua desde el embalse hasta la plantación se realizaría mediante pequeñas bombas. En lugar de estar conectados a la corriente eléctrica, estos estarían conectados a pequeños paneles solares. Un esquema del sistema diseñado en este trabajo se muestra en la Figura 3.

Figura 3: Sistema esquemático



Fuente: Elaboración propia

3. RESULTADOS

El trabajo desarrollado en este proyecto tiene influencia y aportes en diferentes campos. Por ello, a continuación se realiza un análisis de los resultados de la política, la economía, la sociedad y la tecnología, haciendo uso de la metodología de análisis PEST.

3.1. Resultados políticos

Hoy en día, la política es algo que está presente en todos los proyectos que se llevan a cabo. Algo que puede entrar en debate, porque habrá quien piense que está bien y habrá quien piense que no. Lo cierto es que está ahí, y debemos vivir con ello. En un proyecto, la parte política consiste en los papeles a rellenar para poder llevarlo a cabo, y por tanto, hablamos de un proceso lento. También hay que decir que es a través de la política donde se aprueban las leyes y decretos necesarios para ayudar al medio ambiente.

A nivel estatal, el Ministerio de Medio Ambiente ha aprobado el Real Decreto por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas (RD 1620/2007, de 7 de diciembre), y cuyo objetivo básico es fomentar el uso de aguas regeneradas, liberando agua de mejor calidad para otros usos.

De acuerdo con los objetivos de la A.G.U.A. (Actuaciones para la Gestión y la Utilización del Agua, Ministerio de Medio Ambiente, 2004), el Real Decreto establece los mecanismos legales que permiten disponer de las aguas residuales tratadas como recurso alternativo, fomentando planes de reutilización y uso más eficiente del recurso hídrico (UNAM | Portal UNAM, 2022).

Aunque el establecimiento del citado marco legislativo abre el camino hacia la aceptación generalizada de este tipo de recursos por parte de la sociedad y el mercado.

Sin referencias específicas en el texto del actual Real Decreto, las administraciones públicas y entidades privadas interesadas en promover proyectos de reutilización de aguas residuales necesitarán referencias de expertos (instrucciones técnicas, manuales de buenas prácticas, etc.), si pretenden garantizar la aceptación social hacia este nuevo tipo. de recurso

A nivel europeo, existe un proyecto llamado AQUAREC, financiado por la Comisión Europea, que ha reunido a 17 socios interesados en la reutilización de agua tratada. En el marco de este proyecto, recientemente se ha publicado un manual que ofrece una metodología de apoyo a las diferentes entidades que contemplan proyectos de reutilización de aguas depuradas en la planificación hidrológica (Administración, ingenierías, organismos gestores de aguas, etc.). Esta guía, que ha sido elaborada por el Centro Tecnológico GAIKER-IK4 en colaboración con la Universidad Politécnica de Valencia (Instituto Tecnológico del Agua) y patrocinada por el Ministerio de Medio Ambiente, describe los aspectos fundamentales de la reutilización del agua: la regeneración, los criterios de calidad a exigir en función de los usos previstos del agua, los requisitos legales, los posibles riesgos para la salud y el medio ambiente derivados de estas prácticas (“Inicio | Universidad de Zaragoza (” <https://www.unizar.es/>, 2022).

Hoy en día en España, los responsables de la política energética y el Gobierno en su conjunto han dejado muy claro que su opción energética es el petróleo (instando a la prospección en Canarias), el gas (considerando una oportunidad el fracking), el carbón (dando continuidad a su uso), y la energía nuclear (obstinadas en mantener abierta Garoña), mientras demonizan las energías renovables en su discurso y en su normativa. Esta tarea de destrucción del sector renovable comenzó con el Real Decreto RDL1/2012 sobre la moratoria de las energías renovables.

3.2. Resultados económicos

En cuanto a su aspecto económico, tiene muchas ventajas cuando tenemos una visión de futuro debido a las continuas subidas del precio del agua (Figura 4). Si asumimos que el precio del agua seguirá subiendo, la instalación se amortizaría más rápido.

Figura 4: Precio del agua en España



Fuente: "El precio del agua en España | iAqua." <https://www.iaqua.es/noticias/locken/precio-agua-espana> (accessed Mar. 01, 2022)

El precio de mantenimiento de este tipo de instalaciones es muy pequeño debido a lo sencilla que es la instalación. La energía que los paneles solares suministrarían a las bombas, al igual que ocurriría con el agua, se amortizaría fácilmente debido a la continua subida que sufre la electricidad. Los subsidios que se pueden recibir para el aprovechamiento del agua de lluvia dependen de cada municipio, mientras que para la instalación de paneles solares fotovoltaicos se suele recibir un subsidio del 40% del costo de la instalación (G. Saénz de Miera, 2002).

Pero como casi siempre ocurre, no todo es bueno, este tipo de instalaciones también tiene inconvenientes económicos como la inversión inicial. Al igual que ocurrió en la Universidad de Huelva, para poner el tipo de instalación que se encuentra ahora, lo que se tuvo en cuenta fue el precio inicial y se optó por la solución más económica. Esto es lo que suele ocurrir, desde las instituciones públicas a cada individuo en su casa, lo que retrasa el desarrollo de las energías renovables en nuestro país.

Por tanto, dado que Huelva es el lugar de España con más luz solar durante todo el año, se debería fomentar el uso de paneles solares fotovoltaicos, pero no

es así cuando debería ser en Huelva donde debería haber más paneles solares. Aquí es donde se demuestra que los subsidios otorgados para instalar paneles solares no se tradujeron completamente en decisiones de eficiencia.

3.3. Resultados sociales

Este tipo de uso del agua puede llegar a ser muy educativo para las personas, ya que tomarían conciencia de la verdadera importancia del agua, y que lamentablemente es un recurso que, entre la contaminación y su mal uso, está siendo restringido. Una de las razones por las que este tipo de uso del agua no es muy aceptado por la sociedad española es lo poco que llueve en España, claro que depende de la estación y del municipio en el que nos encontremos, y debido al cambio climático también depende un poco del año en el que nos encontremos. Por eso es muy importante organizar eventos donde se explique este tipo de proyectos, ya que al existir un depósito el agua se queda estancada hasta que se necesita, con lo cual se recolecta toda el agua necesaria en época de lluvias y se almacena para periodos secos.

Esto lleva a otra buena parte del proyecto sobre los cultivos, pues al tener el agua almacenada, en periodos secos, habría agua para el riego de estos, sin tener que exceder el uso de agua potable, que es más necesaria para otros fines. como la hidratación y la higiene personal.

Pero claro, por mucho que se propaguen buenas intenciones, y por mucho que se expliquen proyectos innovadores, y sobre todo en relación con las energías renovables, sin la colaboración de la población, por mucho que hagamos unos cuantos, se conseguirá no ser suficiente Hoy se debe crear una conciencia ambiental, que es muy importante, porque al fin y al cabo, la Tierra es un ser vivo más que cambia y la población debe adaptarse al cambio. Quizás este proyecto de recolección de agua de lluvia es una de las formas de adaptación. Para concluir, decir que el uso generalizado de sistemas de energías renovables puede dar lugar a tasas de empleo más altas o más bajas en algunas regiones, dependiendo de su base industrial y de si son totalmente dependientes de los combustibles fósiles.

3.4. Resultados tecnológicos

En la actualidad, el gran desarrollo de las técnicas de reutilización del agua indica que es una opción viable (en un futuro próximo exigida por la normativa) tanto desde el punto de vista técnico como económico.

Además, existe un gran interés desde el punto de vista social, dado el creciente compromiso (tanto de las personas como de la administración) con la sostenibilidad y el medio ambiente.

Si se instalara este tipo de sistema en la Universidad de Huelva, además de las ventajas mencionadas anteriormente, también habría tanto investigación como desarrollo de este tipo de sistema.

Este sistema se instalaría en el área de investigación de La Rábida, donde se encuentran las parcelas agroforestales, y se están realizando otras

investigaciones. Además, la Universidad de Huelva tiene muchas líneas de investigación, así que esta podría ser otra. Con la investigación de este tipo de sistema, sería posible hacerlo más eficiente y rentable. En otros países de la Unión Europea se da más importancia al fomento de la investigación y desarrollo de las energías renovables, gracias a esto en otros países como Alemania y Francia, sin tener más energías renovables instaladas, consiguen una mayor eficiencia que en nuestro país. (Étudiants | Campus France: étudier en France, 2022). Esto se debe a que en España se empezaron a instalar energías renovables con el dinero de las subvenciones que daba el gobierno, sin tener en cuenta la adaptación de estos sistemas en la zona geográfica, es decir, dependiendo de esta zona, vale más tener un tipo de energía u otra, ya que, por ejemplo, en un municipio donde no hay muchas horas de sol, la instalación de placas solares no es eficiente, ya que no rendirían al 100%, al contrario, Huelva sería un lugar perfecto para la instalación de placas solares fotovoltaicas, ya que es la zona geográfica con más horas de sol de España.

Con todo ello, este tipo de investigación sería capaz de desarrollar todo el potencial de las energías renovables, estudiando su rendimiento en función del área geográfica en la que se ubica.

4. CONCLUSIONES

En conclusión, cabe destacar dos aspectos importantes. En primer lugar, el impacto ambiental, con el que logramos concienciar a las personas sobre el camino a seguir y así dar ejemplo de que juntos podemos lograr cuidar el lugar en el que todos vivimos. En segundo lugar, el tiempo necesario para amortizar la instalación. El coste del sistema se estima en 20.000 €. El tiempo dependerá directamente de dos factores, y se pueden reducir si el precio del agua y la luz sigue subiendo con el paso de los años, teniendo en cuenta el ahorro que supone el sistema propuesto, al ser independiente del suministro general.

REFERENCIAS

C. Brouwer and M. Heibloem, "Irrigation water management: irrigation water needs," *Train. Man.*, vol. 3, 1986.

Diputación de Barcelona, institución de gobierno local - Diputació de Barcelona." <https://www.diba.cat/es/> (accessed Mar. 01, 2022).

E. Pravilova, *River of Empire: Geopolitics, Irrigation, and the Amu Darya in the Late XIXth Century*, no. 17/18. Institut Français d'Études sur l'Asie centrale, 2009.

El precio del agua en España | iAgua. <https://www.iagua.es/noticias/locken/precio-agua-espana> (accessed Mar. 01, 2022).

Electricidad: precio medio final España 2010-2022 | Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/993787/precio-medio-final-de-la-electricidad-en-espana/> (accessed Mar. 01, 2022).

Étudiants | Campus France: étudier en France. <https://www.campusfrance.org/fr> (accessed Mar. 01, 2022).

F. E. Y. DESARROLLO, “El agua, un recurso limitado. Sequía, desertificación y otros problemas.” Biblioteca Nueva. Madrid, 2003.

G. Saénz de Miera, “Agua y Economía. Hacia una Gestión Racional de un Recurso Básico,” Colección Estud. Serv. Publicaciones la Univ. Autónoma Madrid, 2002.

I. García-Garizábal, J. Causapé, and R. Abrahao, “Application of the Irrigation Land Environmental Evaluation Tool for flood irrigation management and evaluation of water use,” *CATENA*, vol. 87, no. 2, pp. 260–267, Nov. 2011, doi: 10.1016/j.catena.2011.06.010.

Inicio | Universidad de Zaragoza. <https://www.unizar.es/> (accessed Mar. 01, 2022).

J. Palerm-Viqueira, “Comparative history of irrigation water management, from the sixteenth to twentieth centuries: Spain, Mexico, Chile, Mendoza (Argentina) and Peru,” *Water Policy*, vol. 12, no. 6, pp. 1–27, 2010.

M. E. Jensen, “Design and operation of farm irrigation systems (No. 631.587/J51),” *Am. Soc. Agric. Eng.*, 1980.

S. Khan, R. Tariq, C. Yuanlai, and J. Blackwell, “Can irrigation be sustainable?,” *Agric. Water Manag.*, vol. 80, no. 1–3, pp. 87–99, Feb. 2006, doi: 10.1016/j.agwat.2005.07.006.

T. Yamamoto, A. Jalaldin, and T. Nagasawa, “Factors responsible for the effective introduction of water-saving irrigation facilities in the Tarim River Basin,” in *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 2012, vol. 168, pp. 245–253, doi: 10.2495/SI120211.

UNAM | Portal UNAM. <https://www.unam.mx/> (accessed Mar. 01, 2022).