

Cuidado de personas vulnerables del medio rural a través de la Inteligencia Artificial y la telelectura de los servicios municipales de aguas

Premio de Investigación del CES de Andalucía, edición 2023



Asociación Española de Operadores
Públicos de Abastecimiento y Saneamiento

**Cuidado de personas
vulnerables del medio
rural a través de la
Inteligencia Artificial
y la telelectura de los
servicios municipales
de aguas**



Cuidado de personas vulnerables del medio rural a través de la Inteligencia Artificial y la telelectura de los servicios municipales de aguas

Premio de Investigación del CES de Andalucía, edición 2023



Asociación Española de Operadores
Públicos de Abastecimiento y Saneamiento



Consejo
Económico y
Social de
Andalucía



Consejo Económico y Social de Andalucía

C/ Gamazo, 30. 41001 Sevilla

Tlf. 600 159 689

institucional.ces.ceeta@juntadeandalucia.es

<https://juntadeandalucia.es/organismos/ces.html>

Autores

Ramón González Carvajal

Antonio Jesús Torralba Silgado

Luis A. Babiano Amelibia

Antonio Ramírez Ramírez

Coordina

Secretaría General. CES de Andalucía.

Servicio de Informes, Estudios y Documentación. CES Andalucía

Diseño, maquetación y edición digital:

GANDULFO IMPRESORES S.L.

ISBN: 978-84-09-68053-5

Deposito Legal: SE-2850-2024

Esta publicación está accesible a texto completo en

<https://juntadeandalucia.es/organismos/ces/areas/investigacion/coleccion-premio.html>

Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio de esta obra sin la preceptiva autorización.

La responsabilidad de las opiniones expresadas en el trabajo Cuidado de personas vulnerables del medio rural a través de la Inteligencia Artificial y la telelectura de los servicios municipales de aguas, ganador del Premio de Investigación del Consejo Económico y Social de Andalucía, edición 2023, vincula exclusivamente a sus autores, y no significa que el CES de Andalucía se identifique necesariamente con ellas, si bien ha considerado conveniente la publicación y distribución de la misma.

Índice

1.- Presentación	9
Juan Marín.....	9
Luis Babiano	11
2.- Antecedentes	13
2.1. Objetivos de la investigación	14
2.2. Metodología	15
3.- Introducción	17
4.- Identificación de los grupos vulnerables	19
4.1. Identificación de grupos vulnerables en la Unión Europea y sus estrategias.....	20
4.2. Los grupos vulnerables en la legislación española.....	39
4.3. La Asistencia Social en Andalucía.....	42
4.4. La aplicación de la protección social a grupos vulnerables a escala municipal.....	47
5.- Cifras y características de vulnerabilidad social en Andalucía.....	49
5.1. Envejecimiento de la población. Situación actual y proyección.....	50
5.2. Dependencia y discapacidad.....	53
5.3. Personas en situación de pobreza o exclusión social.....	57
5.4. Mujeres víctimas de la violencia de género.....	59
5.5. Violencia doméstica o violencia intrafamiliar.....	59
5.6. Personas sin hogar.....	61
5.7. Menores en situación de especial vulnerabilidad.....	62
5.8. Personas con problemas de adicción.....	66
5.9. Conclusiones sobre la vulnerabilidad en Andalucía.....	68
6.- Digitalización del medio rural andaluz.....	73
6.1. Cobertura de banda ancha en Andalucía.....	73
6.2. La digitalización del ciclo urbano del de agua en el medio rural.....	80
7.- Smart Metering	87
7.1. Definición de Smart Metering.....	87
7.2. Evolución desde la metodología AMR a la tecnología AMI.....	89
7.3. La transformación digital.....	90
7.4. Beneficios de Smart Metering.....	94
7.5. El Smart Metering como herramienta de reducción del Agua No Registrada.....	95
8.- Aplicación del a AI a la telelectura de contadores de agua	103
8.1. Introducción a la telelectura de contadores de agua.....	104

8.2. Integración de AI en la telelectura de contadores de agua.	105
8.3. Implementación de la AI para la telelectura de contadores de agua.	118
9.- Identificación de perfiles de consumo de agua de los grupos vulnerables	127
9.1. Filtrado de datos.	130
9.2. Ejemplo de algoritmo para la identificación de usos domiciliarios.	132
9.3. La necesaria personalización del algoritmo por sistema de abastecimiento.	136
9.4. Posibles distorsiones en los hábitos de consumo de agua ante el monitoreo.	137
9.5. Retroalimentación del algoritmo y sinergia regional para la identificación de grupos vulnerables.	138
9.6. Necesidad de un mayor grado de investigación y desarrollo.	139
10.- La cuestión legal en torno al uso de datos de consumos domésticos	141
11.- Propuesta de protocolo de actuación de apoyo a grupos vulnerables mediante la telelectura y el uso de AI.	145
11.1. Modalidad de gestión del aviso.	146
11.2. Clasificación de avisos.	149
11.3. Gradación de avisos.	151
11.4. Medios y modos de comunicación de avisos a interesados o involucrados.	154
11.5. La recopilación de la resolución del evento para la mejora el sistema.	156
11.6. La necesaria colaboración interadministrativa.	158
12.- Casos prácticos relevantes	167
12.1. Operación “Living Water” de ZAKA de Israel.	167
12.2. El caso de la ciudad de Tokyo.	170
12.3. Proyecto SMILE.	172
12.4. Informe “Smart Future of Health”: Una visión integral de la salud digital en el futuro.	174
13.- Conclusiones	179
Anexo bibliográfico	185
I.1. Grupos vulnerables en el medio rural andaluz.	185
I.2. Estudios sobre hábitos de consumo a través del Smart Metering.	188
I.3. Normativa y planificación entorno vinculada al Smart Metering y la cobertura social de grupos vulnerables.	190
I.4. <i>Smart Water Metering</i>	197
I.5. Otras materias consultadas.	202
Índice de acrónimos	203

1

Presentación

Presentar esta nueva edición del Premio de Investigación del CES de Andalucía es una satisfacción para mí, como presidente de dicho organismo. En esta convocatoria de 2023 el tema que se eligió sobre el que debían versar los distintos proyectos fue El agua como recurso socioeconómico de Andalucía. Como en anteriores ocasiones es de destacar el número de proyectos de investigación presentados, el gran nivel de los distintos proyectos y la valía y competencia de los distintos grupos de investigación de las distintas universidades y otros organismos de investigación de Andalucía.

El Proyecto de investigación que fue reconocido con el Premio en esta edición fue el denominado *Cuidado de las personas a través de la digitalización de la gestión del Ciclo integral del agua en el mundo rural*, del equipo de investigadores formado por los catedráticos de Ingeniería electrónica Ramón González Carvajal, que también era el investigador principal del equipo y Antonio Jesús Torralba Silgado y dos miembros de la Asociación Española de Operadores Públicos de Abastecimiento y Saneamiento (AEOPAS) Luis A. Babiano Amelibia y Antonio Ramírez Ramírez, gerente y técnico respectivamente de dicha asociación.

Es pues para mí un honor presentarles el trabajo de investigación realizado, renombrado para su publicación como *Cuidado de personas vulnerables del medio rural a través de la Inteligencia Artificial y la telelectura de los servicios municipales de aguas*. Este estudio parte por un lado identificando y caracterizando los distintos grupos vulnerables y por otro lado el estado actual de la digitalización del ciclo del agua en nuestra región. A partir de ahí examina la tecnología asociada a la digitalización y su implementación y estudia exhaustivamente el

posible empleo de la información obtenida por la digitalización en la provisión de servicios añadidos específicos para este colectivo de personas vulnerables, señalando posible protocolos y mecanismos para su despliegue.

Con esta publicación que nos llena de orgullo difundir contribuimos a fomentar la investigación científica y su divulgación en aquellos temas socioeconómicos que nos afectan en nuestra comunidad autónoma, actividad que, entre otras, es una de las funciones de este Consejo Económico y Social de Andalucía.

Juan Marín Lozano
Presidente del CES de Andalucía

Unas palabras de Luis Babiano Amelibia, Gerente de la Asociación Española de operadores AEOPAS

Esta investigación constituye un avance significativo en la aplicación de la tecnología para mejorar los servicios esenciales a la ciudadanía, con especial atención a los colectivos más vulnerables. Un trabajo que refleja de forma fiel la filosofía de la Asociación Española de Operadores Públicos de Abastecimiento y Saneamiento (AEOPAS): colocar a las personas en el centro de nuestras acciones, reconociendo el agua como un Derecho Humano fundamental y apoyarnos en la innovación tecnológica para garantizar su acceso y gestión eficiente.

La investigación que aquí se presenta explora cómo la digitalización y el uso de la inteligencia artificial pueden ser herramientas decisivas para atender a las personas en situación de vulnerabilidad en Andalucía. Especialmente relevante es su foco en el medio rural, un ámbito donde las necesidades son más acuciantes y donde los pequeños y medianos municipios, así como los operadores públicos que gestionan el abastecimiento y saneamiento del agua, enfrentan mayores retos para implementar soluciones técnicas avanzadas.

Entre las actuaciones propuestas, destaca el uso de telelectura de contadores de agua y algoritmos de inteligencia artificial para analizar patrones de consumo que permitan detectar situaciones de riesgo en las que se puedan encontrar personas mayores que viven solas, quienes tienen dificultades económicas, de movilidad, etc. La capacidad de estos sistemas para identificar consumos anómalos y activar protocolos de alerta temprana abre nuevas posibilidades para coordinar la intervención de operadores públicos de agua, así como de servicios sociales, promoviendo una respuesta ágil y eficaz que garantice la atención a quienes más lo necesitan.

La investigación vuelve a poner de relieve la ya conocida necesidad e importancia de establecer mecanismos de colaboración interadministrativa, facilitando el intercambio de información y la cooperación entre ayuntamientos, operadores públicos y otros actores relevantes. Este enfoque integrado es clave para abordar las desigualdades sociales y avanzar hacia un modelo de gestión hídrica que no solo optimice los recursos, sino que también genere un impacto positivo en las comunidades más desfavorecidas. Igualmente, se pone de relieve tras la investigación que si bien existe un marco legal y ético para el uso de datos personales derivados de la telelectura de contadores, es verdad que debe avanzarse aún más en la regulación de un campo que comienza a tratar datos no sólo útiles para la gestión propia del servicio de suministro y saneamiento de agua, sino que comienza a adentrarse en la vida privada de los hogares, lo cual, aun para los fines que en la investigación se plantean, requieren de un desarrollo jurídico fuerte que garantice la seguridad tanto de usuarios como de los gestores de la información. Un equilibrio que es esencial para garantizar la confianza en las instituciones por parte de la ciudadanía.

En AEOPAS, somos conscientes de que la digitalización es una herramienta poderosa, pero no un fin en sí misma. Su verdadero valor radica en su capacidad para mejorar la calidad de vida de las personas, especialmente de aquellas en situaciones de mayor vulnerabilidad. Por ello, nos sentimos profundamente comprometidos con investigaciones como esta, que combinan la innovación técnica con un fuerte enfoque social.

Invito a los lectores y, en especial, a técnicos y responsables de ayuntamientos y operadores públicos de aguas a conocer esta investigación que pretende ayudar a iniciar una nueva línea de trabajo. La ciencia nos ha enseñado precisamente que las investigaciones no tienen porque ser el punto final, la conclusión última, sino que pueden tratarse de un avance, a veces imprescindible, para ayudar a que otros continúen indagando en la implementación de los fines aquí tratados. Por eso, desde AEOPAS estamos convencidos de que la presente publicación servirá como guía práctica e inspiradora para aquellos que trabajan en el ámbito de los servicios públicos. Estoy seguro de que las ideas y propuestas desarrolladas marcarán un camino hacia una gestión del agua más eficiente, equitativa y humana, y contribuirán a construir una sociedad más justa y solidaria para todos.

Luis Babiano Amelibia

Gerente de la Asociación Española de
Operadores Públicos de Abastecimiento y Saneamiento

2

Antecedentes

La presente investigación nace de la colaboración entre la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla y la Asociación Española de Operadores Públicos de Abastecimiento y Saneamiento (en adelante AEOPAS). Ambas entidades venían fomentando la implantación de contadores de agua con telelectura y la sensorización integral de los sistemas de suministro y saneamiento de agua urbana con el fin de contribuir a la eficiencia en la gestión de estos servicios.

Desde el Departamento de Ingeniería Electrónica se venían desarrollando trabajos de asesoramiento a diferentes entidades y operadores de agua para la implementación de mecanismos de telecontrol e Inteligencia Artificial (en adelante AI, por su nombre en inglés: "Artificial Intelligence"). En el campo de la digitalización del ciclo integral del agua se había trabajado en la implementación de redes y sistemas inteligentes para la gestión eficiente del agua, destacando proyectos como WIN4SMART, WaterIoT y AQUASIG, enfocados en la monitorización en tiempo real y lectura remota de contadores mediante tecnologías IoT como NbioT. También incluye el uso de infraestructuras de metering (AMICO, ECOWAMER) y gestión de concesiones de agua (DOÑANA 4.0), así como el desarrollo de un "Embalse Digital" en EMASESA, Sevilla. Por su parte, también se venían desarrollando estudios en plataformas de Data Lake: Experiencia en plataformas de datos avanzadas y proyectos de AI para el internet del futuro, tales como FIWare y EOShub, ambos financiados por la Comisión Europea, y en iniciativas de inteligencia ambiental (OSAMI) y aplicaciones del Internet Social de las Cosas (SITAC), con un enfoque en la integración de servicios abiertos y colaborativos.

En el caso de AEOPAS, la asociación acoge a más de 50 operadores públicos de agua en España, existiendo socios en casi la totalidad de las regiones que cubren a más de 600 municipios y a una población superior a los 10 millones de habitantes. Entre los objetivos recogidos en sus estatutos está el de apoyar y realizar investigaciones que contribuyan a mejorar la calidad de los servicios municipales de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua.

Ambas entidades confluyeron en la publicación de la Guía de Telelectura para operadores públicos de agua, donde se analiza en profundidad los principios del Smart Metering y la transformación digital, detallando tanto los beneficios como los retos asociados a su adopción en los servicios de agua. Se examinaron distintas tecnologías y modelos operativos de telelectura, con especial atención a las redes de baja potencia de área amplia (LPWAN) como Wize, subrayando su capacidad para optimizar la recopilación de datos y la interacción con los usuarios finales. Además de una revisión técnica, el documento ofrece un marco estratégico para implementar estas tecnologías, abordando elementos clave como la interoperabilidad, la seguridad y la viabilidad económica. También se consideran las implicaciones de la telelectura en la gestión completa del ciclo del agua, desde la captación hasta la depuración, con un enfoque en la reducción de pérdidas, la optimización del consumo y la mejora de la calidad del servicio.

2.1. Objetivos de la investigación

Con experiencias como ésta y con la puesta en práctica de proyectos de implantación de contadores de telelectura de agua por operadores públicos asociados a AEOPAS, que permitían acercarnos a la realidad de los datos de consumos domésticos, desde la Universidad se planteó la posibilidad de aprovechar esta información para implantar un servicio de monitoreo que contribuyera a dar cobertura social a grupos vulnerables.

A raíz de la publicación de la convocatoria del Premio de Investigación del Consejo Económico y Social de Andalucía, se decidió participar para llevar a cabo la recopilación de publicaciones y experiencias en diversos campos de la informática y la cobertura social.

Por tanto, la investigación tiene como principal objetivo explorar el potencial de la telelectura de contadores de agua, combinada con AI, para identificar y brindar apoyo a grupos vulnerables en el medio rural de Andalucía. A través del análisis de patrones de consumo de agua, esta investigación busca detectar, de manera temprana, situaciones de vulnerabilidad que pueden necesitar de la atención de los servicios sociales, sanitarios, familiares, etc.

El proyecto propone la integración de algoritmos de AI en la gestión de estos datos de consumo para desarrollar un sistema predictivo que, de forma automatizada, sea capaz de identificar comportamientos de riesgo asociados a situaciones de vulnerabilidad. Este enfoque permitiría además tener un mayor control sobre la gestión de los sistemas de abastecimiento y, por tanto, optimizar el uso de recursos hídricos.

Además de los aspectos técnicos, la investigación busca establecer protocolos y mecanismos de colaboración entre los operadores de agua y las autoridades locales. La finalidad de estos protocolos es asegurar que las alertas de consumo anómalo se traduzcan en una respuesta coordinada y efectiva, permitiendo que los servicios sociales intervengan cuando sea necesario. En última instancia, este modelo de gestión hídrica y social representa un enfoque innovador que va más allá de la eficiencia en el uso del agua, posicionándose como una herramienta para promover un impacto social positivo en comunidades rurales vulnerables.

2.2. Metodología

La investigación se centra en comprender los perfiles de consumo de agua habitual de los grupos vulnerables en el medio rural de Andalucía, con el propósito de identificar patrones que sirvan como indicadores tempranos de situaciones que podrían requerir intervención social. Para alcanzar este fin, se han seguido una serie de pasos metodológicos orientados tanto al análisis de datos como al desarrollo de tecnologías que faciliten la aplicación práctica de estos conocimientos.

Lo que se ha considerado como primer paso es definir, según la normativa europea y nacional, de los grupos vulnerables en el ámbito rural andaluz, caracterizando sus particularidades y las situaciones que los colocan en una posición de mayor riesgo, tales como el envejecimiento de la población, la pobreza o la exclusión social. Este paso permite delimitar un marco específico sobre los perfiles de usuarios que podrían beneficiarse de un sistema de detección de necesidades basado en el consumo de agua. En este sentido también se aborda un estudio estadístico de estos grupos vulnerables, estableciendo distinción entre los ámbitos rurales y urbanos cuando se identifican diferentes significativas.

Posteriormente, se procede a estudiar el nivel de digitalización en las áreas rurales andaluzas, donde se analiza el estado actual de las infraestructuras de telecomunicaciones y la viabilidad de aplicar tecnologías de telelectura en los sistemas de abastecimiento. Esto sienta las bases para implementar las operaciones que se pretenden en la investigación, por tanto, es una condición imprescindible para

llevar a cabo estos servicios desde los operadores de agua, ya que sin ellos no se podría recopilar los datos de consumo de manera continua y fiable.

Una vez evaluada la infraestructura digital, la investigación se centra en la aplicación de AI en el análisis de patrones de consumo de agua. Este paso incluye el diseño de algoritmos que pueden identificar y clasificar perfiles de consumo asociados a distintos grados de vulnerabilidad. El objetivo es desarrollar un sistema que, con el tiempo, aprenda a reconocer hábitos específicos de cada grupo vulnerable y detecte desviaciones que podrían implicar situaciones de emergencia o de necesidad de atención por parte de las autoridades locales.

Finalmente, el proyecto plantea la propuesta de protocolos de actuación y coordinación interadministrativa. Este paso es crucial para definir cómo los operadores de agua, en colaboración con las autoridades locales y los servicios sociales, responderán ante los eventos generados por el sistema de monitoreo de la telelectura. Estos protocolos deben garantizar una intervención rápida y adecuada, donde los avisos de consumo anómalo actúen como catalizadores de una respuesta coordinada entre los servicios sociales y los operadores de agua.

En todo momento, el estudio tiene presente el problema de la gestión de datos que son privados. Siempre se reconoce en la investigación que la capacidad de la telelectura de contadores para conocer hábitos privados en el hogar es muy precisa, y ello puede llevar a un conflicto grave de intromisión en el ámbito privado de los abonados. Por esta razón, en el estudio se aborda el marco legal y ético para el uso de datos personales derivados de los contadores de agua, procurando que toda la información recopilada se maneje en conformidad con la legislación vigente y respete la privacidad de los usuarios. Esto es esencial para que el sistema sea implementable y cuente con la confianza tanto de las instituciones como de las personas involucradas.

De esta manera, la investigación establece una hoja de ruta clara: desde la comprensión de los patrones de consumo y el desarrollo tecnológico, hasta la coordinación efectiva para la atención social en zonas rurales. La finalidad es implementar un modelo de gestión hídrica y social que maximice el potencial de la telelectura como herramienta de apoyo a los grupos vulnerables, contribuyendo así a una gestión integrada y humanizada del recurso hídrico en Andalucía.

3

Introducción

La gestión del agua ha adquirido una importancia creciente en la actualidad al ser un recurso natural esencial en la sostenibilidad de las comunidades rurales. En este contexto, el uso de tecnologías avanzadas, como la telelectura de contadores de agua y la AI, presentan oportunidades significativas para mejorar la eficiencia en el manejo del ciclo integral del agua de uso urbano. Sin embargo, este proyecto va más allá de los objetivos de la eficiencia hídrica al plantear la hipótesis de que el uso de estos sistemas computacionales y de telelectura pueden ser también útiles como herramienta para identificar y apoyar a las poblaciones vulnerables que habitan en entornos rurales.

La hipótesis de partida se basa en que los patrones de consumo de agua de un hogar pueden ser perfectamente identificados, permitiendo conocer si se está haciendo uso del wc, de la lavadora, la ducha, el riego de jardines, etc., de modo que, cuando existe una desviación del perfil habitual de consumo, puede identificarse situaciones de vulnerabilidad social. Por ejemplo, la reducción significativa en el consumo de agua podría estar relacionada con problemas de salud, dificultades económicas o con comportamientos asociados a personas mayores que viven solas. Al mismo tiempo, consumos irregulares o repentinos pueden estar asociados a situaciones de emergencia o a necesidades especiales no cubiertas. Desde este punto de vista, la telelectura de agua, apoyada por algoritmos de AI, tiene el potencial de convertirse en una herramienta de detección temprana que alerte a los servicios sociales y autoridades locales sobre posibles riesgos o necesidades no satisfechas dentro de las comunidades.

El enfoque del proyecto se centra en la región rural de Andalucía, donde la población envejecida y los altos índices de pobreza o exclusión

social son desafíos persistentes. En estas áreas, la capacidad de las administraciones locales para proporcionar una cobertura adecuada a grupos vulnerables es limitada, lo que subraya la necesidad de nuevas estrategias de intervención que optimicen los recursos existentes. La telelectura de contadores de agua junto con AI pueden contribuir, también, a mejorar la atención social centrando la ayuda en situaciones más precisas.

Por tanto, este proyecto plantea la modernización del ciclo de agua en zonas rurales llevando a cabo una nueva manera de entender la intersección entre tecnología, gestión del agua y política social, ya que, en un contexto en el que los recursos hídricos son cada vez más limitados y las desigualdades sociales más acentuadas, es necesario innovar en la forma en que se gestionan estos recursos, integrando soluciones que maximicen la eficiencia y proporcionen un impacto social positivo.

4

Identificación de los grupos vulnerables

El reconocimiento de los grupos vulnerables viene siendo una cuestión crucial en las políticas de escala europea, nacional y regional. El concepto de igualdad, solidaridad y protección entre personas está suficientemente asentado en la población, así como en la normativa y planes de las administraciones públicas. La identificación de estos grupos, sus particularidades y necesidades son habituales en este tipo de documentos legales y estratégicos.

Se pretende aquí mostrar cómo se define la vulnerabilidad en la normativa europea, nacional y regional con la intención de descubrir cuáles son los grupos que lo integran, de modo que se obtenga una imagen clara de quienes serían las personas beneficiarias a las que atender por parte de los operadores de agua, en colaboración con los servicios sociales municipales. Como se verá, a mayor escala las definiciones son más difusas puesto que, a nivel europeo, se establecen estrategias, pilares, convenios, planes, etc. que pretenden establecer líneas generales de actuación. Aunque un poco más definido, ocurre algo similar a escala nacional puesto que son las Comunidades Autónomas las que tienen cedidas las competencias en esta materia. Finalmente, a escala municipal, los gobiernos locales son los que en sus ordenanzas recogen las herramientas de actuación en cobertura social de los grupos vulnerables.

El recorrido de lo general a lo particular es necesario mostrarlo para facilitar a los responsables municipales el origen de muchas de las definiciones que a nivel regional se dan sobre los grupos vulnerables. La intención de este capítulo es, por tanto, el de señalar con claridad a quienes nos estamos refiriendo cuando se habla de grupo vulnerable, evitando así que pudieran permanecer fuera personas que por su

condición de grupo minoritario o por no tener la suficiente notoriedad, pudiera quedar fuera de la atención de esta investigación y de las corporaciones locales.

Delimitando los grupos vulnerables permitirá que muchas de las acciones de identificación de patrones y medidas de apoyo sean para todo su conjunto.

4.1. Identificación de grupos vulnerables en la Unión Europea y sus estrategias

La Unión Europea (UE) viene desarrollando un despliegue importante de planes y estrategias dirigidas a la protección de grupos vulnerables, haciendo alusión, en algunos casos, a aquellos que se asientan en el medio rural. No siempre se define a los grupos vulnerables de forma explícita, sino que se determinan planes, estrategias y acciones orientados a personas con determinadas necesidades de cobertura social que dejan entrever la vulnerabilidad de los sectores de población a los que van destinados.

1.- Personas en situación de pobreza

a.- Estrategia Europa 2020: Define a las personas en riesgo de pobreza como aquellas que, debido a su nivel de ingresos y situación económica, tienen un acceso restringido a los recursos que les permitirían vivir con dignidad y participar activamente en la sociedad. Este grupo vulnerable incluye tanto a individuos que viven por debajo del umbral de la pobreza, como a aquellos en riesgo de exclusión social debido a factores como el desempleo, la baja calidad de empleo o el limitado acceso a servicios básicos.

La Estrategia Europa 2020 se centra en mejorar las condiciones de vida de los grupos vulnerables en el medio rural mediante políticas específicas y programas estratégicos. La política de desarrollo rural de la UE proporciona herramientas clave para fomentar el empleo rural, combatir la pobreza y abordar la exclusión social, eliminando barreras en el mercado laboral y mejorando el acceso a servicios esenciales y oportunidades de formación continua¹. El plan estratégico 2020-2024 destaca la necesidad de invertir en infraestructura, investigación y servicios rurales para crear nuevas oportunidades de ingresos en sectores no agrícolas, promoviendo así una sociedad rural más inclusiva y equita-

¹ Europa 2020: la estrategia de la Unión Europea para el crecimiento y la ocupación. Portal sobre pueblos inteligentes: https://ec.europa.eu/enrd/smart-and-competitive-rural-areas/smart-villages/smart-villages-portal/projects-initiatives_es.html

tiva². Además, la Red Europea de Desarrollo Rural (REDR) impulsa proyectos de innovación social y digital, orientados a revitalizar los territorios rurales y mejorar la sostenibilidad y resiliencia de las comunidades rurales.

b.- Pilar Europeo de Derechos Sociales: El Pilar Europeo de Derechos Sociales, proclamado en 2017, establece 20 principios fundamentales divididos en tres capítulos: igualdad de oportunidades y acceso al mercado laboral, condiciones de trabajo justas y protección e inclusión social. Estos principios están dirigidos a mejorar las condiciones de vida en la UE, enfocándose en la igualdad de género, el empleo seguro y el acceso a servicios esenciales. El Pilar se centra especialmente en la protección de grupos vulnerables, incluyendo personas con discapacidades, minorías étnicas y residentes de áreas rurales y remotas³.

El Plan de Acción del Pilar Europeo de Derechos Sociales, adoptado en 2021, establece objetivos específicos para 2030, tales como alcanzar una tasa de empleo del 78 %, asegurar que el 60 % de los adultos participen en formación y reducir en 15 millones el número de personas en riesgo de pobreza o exclusión social. En dicho documento se define a las personas en riesgo de pobreza o exclusión social como aquellos individuos que enfrentan múltiples desafíos socioeconómicos, como la falta de acceso a empleo estable, educación, servicios de salud adecuados y condiciones de vida dignas. Este grupo incluye a quienes se encuentran en condiciones de vulnerabilidad económica, excluidos socialmente o afectados por desigualdades que dificultan su participación plena en la sociedad.

Este plan pone un énfasis particular en la mejora de los servicios sociales, incluyendo el acceso a una vivienda adecuada, lo que conlleva asegurar el suministro de agua potable de calidad y en cantidad suficiente a los grupos vulnerables en el medio rural⁴.

c.- At Risk of Poverty or Social Exclusion⁵.

En riesgo de pobreza o exclusión social (*At Risk of Poverty or Social Exclusion*), abreviado como AROPE. La tasa AROPE es la pro-

2 Plan Estratégico 2020-2024 de la Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural de la Comisión Europea.

3 Pilar Europeo de Derechos Sociales.

4 Comunicación de la Comisión Europea al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Plan de Acción del Pilar Europeo de Derechos Sociales.

5 [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:At_risk_of_poverty_or_social_exclusion_\(AROPE\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:At_risk_of_poverty_or_social_exclusion_(AROPE))

porción de población que se encuentra en riesgo de pobreza o exclusión social. Es el principal indicador para supervisar el objetivo de pobreza y exclusión social de la UE para 2030 y fue el indicador principal para supervisar el objetivo de pobreza de la Estrategia Europa 2020.

Las iniciativas de estudios sobre esta población parten del Pilar Europeo de Derechos Sociales al proponer tres objetivos, a escala de la UE, que deben alcanzarse para 2030 en los ámbitos del empleo, las cualificaciones y la protección social. La pobreza y la exclusión social es uno de los objetivos. El número de personas en riesgo de pobreza o exclusión social debe reducirse en al menos 15 millones de aquí a 2030 y, de ellas, al menos 5 millones deben ser niños.

El concepto de riesgo de pobreza o exclusión social se enmarca en los indicadores utilizados por la Unión Europea para monitorizar la situación social y económica de sus Estados miembros, y está diseñado para medir la proporción de personas que se encuentran en alguna de las siguientes situaciones:

- **Riesgo de pobreza:** El umbral de riesgo de pobreza se define como el 60 % de la mediana de los ingresos disponibles equivalentes (ajustados por el tamaño del hogar) después de transferencias sociales. Este umbral se ajusta anualmente y varía entre países y regiones.
- **Carencia material y social severa:** La carencia material y social severa se mide a través de una lista de 13 ítems que representan necesidades materiales y sociales básicas. Estas limitaciones incluyen la incapacidad para permitirse ciertos bienes y servicios básicos.

Se considera que una persona está en carencia material y social severa si no puede permitirse al menos siete de los siguientes ítems:

- No puede permitirse ir de vacaciones al menos una semana al año.
- No puede permitirse una comida de carne, pollo o pescado al menos cada dos días.
- No puede permitirse mantener la vivienda con una temperatura adecuada.
- No tiene capacidad para afrontar gastos imprevistos.

- Ha tenido retrasos en el pago de gastos relacionados con la vivienda principal (hipoteca o alquiler, recibos de gas, comunidad...).
 - No puede permitirse disponer de un automóvil.
 - No puede sustituir muebles estropeados o viejos.
 - No puede permitirse sustituir ropa estropeada por otra nueva.
 - No puede permitirse tener dos pares de zapatos en buenas condiciones.
 - No puede permitirse reunirse con amigos/familia para comer o tomar algo al menos una vez al mes.
 - No puede permitirse participar regularmente en actividades de ocio.
 - No puede permitirse gastar una pequeña cantidad de dinero en sí mismo.
 - No puede permitirse conexión a internet.
- **Baja intensidad en el empleo:** Este componente se refiere a la proporción de personas que viven en hogares donde los adultos en edad de trabajar lo hacen menos del 20 % de su potencial total de trabajo durante el año de referencia. Esto incluye tanto a desempleados como a trabajadores a tiempo parcial involuntario.

Importancia del Índice AROPE.

El índice AROPE es crucial para la formulación de políticas públicas y la implementación de programas de asistencia social. Permite identificar a los grupos más vulnerables y diseñar intervenciones específicas para mejorar su situación económica y social.

d.- Informe de Derechos Fundamentales de la Unión Europea 2024.

Las personas en situación de pobreza se engloban, a su vez en el grupo de consumidores vulnerables, aquellos que necesitan políticas específicas para reducir los costos de energía y mejorar la calidad de la vivienda, asegurando que no se vean afectados negativamente por renovaciones que podrían resultar en aumentos desproporcionados de los alquileres o desalojos forzosos. Para estos casos, el Informe establece que deben desarrollarse políticas de:

- **Protección contra el aumento de los costes de energía**, que destaca la necesidad de proteger a los consumidores vulnerables de los aumentos desproporcionados en los alquileres y costes de energía.
- **Protección contra el impacto de la crisis del coste de la vida**: Un informe de la Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo muestra que la crisis del costo de la vida es específicamente significativa por el aumento de las facturas de servicios esenciales de luz, gas y agua.

e.- Reglamento (UE) N° 223/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo: Aquí hay una identificación de grupos vulnerables, no haciendo alusión explícita a través de dicho término, pero que lo define como *“personas que sufren de privación material o incluso de privación material severa”*.

Este Reglamento establece el Fondo de Ayuda Europea para las Personas Más Desfavorecidas (FEAD), que tiene como objetivo principal combatir la pobreza y la exclusión social proporcionando asistencia básica como alimentos y bienes esenciales, así como actividades de acompañamiento que promuevan la inclusión social y la reintegración de las personas desfavorecidas en la sociedad. Aunque el reglamento no menciona explícitamente a las personas en áreas rurales, las medidas de inclusión y apoyo están diseñadas para llegar a todas las personas desfavorecidas independientemente de su ubicación geográfica.

2.- Personas con discapacidad

a.- Estrategia Europea sobre Discapacidad 2010-2020⁶: Para la definición de las personas discapacitadas, la Estrategia se remite a la Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos de las Personas con Discapacidades: *“aquellas que tengan deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que, al interactuar con diversas barreras, puedan impedir su participación plena y efectiva en la sociedad en igualdad de condiciones con las demás.”⁷*

En este caso, se hace un enfoque en ocho áreas clave, entre las que se encuentra la protección social de este grupo vulnerable. Estas áreas buscan asegurar que las personas con discapacidad

6 Comunicación de la Comisión Europea al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Estrategia Europea sobre Discapacidad 2010-2020: un compromiso renovado para una Europa sin barreras.

7 Estrategia Europea sobre Discapacidad 2010-2020: un compromiso renovado para una Europa sin barreras.

puedan ejercer sus derechos y participar plenamente en la sociedad y la economía en igualdad de condiciones.

Así pues, la Estrategia no hace alusión específica a los grupos vulnerables asentados en el medio rural, lo hace de manera general, sin segmentar explícitamente por ubicación geográfica, aunque es implícito que las medidas deben aplicarse en todos los contextos, incluyendo las áreas rurales.

- b.- Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (CDPD)**⁸: Adoptada por la ONU en 2006, fue ratificada por la UE el 21 de abril de 2008 y de ahí la definición de los grupos vulnerables por discapacidad señalado en el punto anterior. De esta manera, según se recoge en esta norma nacional, *“la discapacidad queda configurada como la circunstancia personal y el ecosistema social resultante de la interacción del hecho diferencial de algunas personas con un entorno inadecuado por excluyente en tanto en cuanto que establecido según el parámetro de persona «normal»”*.

Esta firma convirtió a la Unión en la primera organización en sumarse a un tratado de Derechos Humanos que obliga a todos sus Estados miembros a implementar las disposiciones de la convención, garantizando los derechos de las personas con discapacidad en toda la Unión.

En concreto, el CDPD establece un marco integral para proteger y promover los derechos de las personas con discapacidad. Sin embargo, los textos no hacen alusión específica a los grupos vulnerables asentados en el medio rural, por lo que se entiende que los principios y derechos establecidos son aplicables universalmente, incluyendo a los grupos asentados en estas áreas rurales.

3.- Personas mayores

- a.- Libro Verde sobre el Envejecimiento (2021)**: Según se redacta en la introducción del documento, el objetivo *“es iniciar un amplio debate político sobre el envejecimiento con el fin de discutir opciones sobre cómo anticiparse y responder a los desafíos que plantea y las oportunidades que brinda, especialmente teniendo en cuenta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Decenio del Envejecimiento Saludable de las Naciones Unidas. [...] Esto puede ayudar a los Estados miembros y a las regiones a desarrollar sus propias respuestas políticas específicas al envejecimiento.*

8 Ley 26/2011, de 1 de agosto, de adaptación normativa a la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad.

En cuanto a la definición de persona mayor, el documento no proporciona descripción concreta del término “personas mayores”, lo hace de forma indirecta refiriéndose a *“aquellos individuos en las etapas avanzadas de su vida, generalmente implicando una transición hacia la jubilación y una mayor necesidad de cuidados a largo plazo debido al aumento de la longevidad y los cambios demográficos.”* Entre las cuestiones más destacable del Libro Verde sobre el Envejecimiento es que, a pesar de observarse como la mayoría de los jubilados en la UE reciben pensiones que les permiten mantener su nivel de vida y protegerse contra la pobreza, en 2018 un 15'5 % de personas mayores se encontraban en riesgo de pobreza. Este riesgo es más pronunciado entre las mujeres debido a menores tasas de empleo, interrupciones en sus carreras y salarios más bajos. Las pensiones de las mujeres son, en promedio, un tercio menores que las de los hombres. Además, las personas mayores con discapacidad se enfrentan riesgos adicionales, ya que pueden perder el acceso a ciertas ayudas al alcanzar la edad de jubilación, lo que incrementa su vulnerabilidad económica.

4.- Migrantes y refugiados

Plan de Acción en materia de Integración e Inclusión para 2021-2027. En el Plan se proporcionan definiciones específicas de migrantes y refugiados.

Definición de Migrantes: *“Los migrantes se definen como personas que se trasladan a otro país con la intención de residir de manera permanente o temporal. Este grupo incluye tanto a migrantes económicos que buscan mejores oportunidades de empleo y condiciones de vida, como a aquellos que se desplazan por razones familiares o educativas”.*

Definición de Refugiados: *“Los refugiados son personas que han huido de su país de origen debido a persecuciones, conflictos armados o violencia y buscan protección internacional. La definición abarca a aquellos que han solicitado asilo y a quienes ya se les ha concedido el estatus de protección internacional en un país extranjero.”*

El plan de acción subraya la importancia de abordar las necesidades específicas de estos grupos, promoviendo su integración en la sociedad mediante el acceso a servicios básicos, el mercado laboral, la educación y la vivienda. Además, se hace hincapié en la colaboración entre múltiples actores, incluidos los gobiernos locales y regionales, organizaciones de la sociedad civil y el sector privado para garantizar una inclusión efectiva y sostenible de los migrantes y refugiados en las comunidades de acogida.

Directiva 2011/95/UE del Parlamento Europeo y del Consejo: Relativa a las normas sobre la protección internacional. Según su Artículo 1, su objetivo es establecer *“normas relativas a los requisitos para el reconocimiento de nacionales de terceros países o apátridas como beneficiarios de protección internacional, a un estatuto uniforme para los refugiados o para las personas con derecho a protección subsidiaria y al contenido de la protección concedida”*. Por su parte, el Artículo 2. Definiciones, los identifica como:

“d) «refugiado»: el nacional de un tercer país que, debido a un temor fundado a ser perseguido por motivos de raza, religión, nacionalidad, opiniones políticas o pertenencia a un determinado grupo social, se encuentra fuera del país de su nacionalidad y no puede, o a causa de dicho temor no quiere, acogerse a la protección de dicho país, o el apátrida que, encontrándose fuera del país en que tenía su residencia habitual anterior, por los mismos motivos mencionados anteriormente, no puede o, a causa de dicho temor, no quiere regresar a él, y que no está comprendido en el artículo 12”.

Es destacable en esta directiva que dichos colectivos son beneficiarios de protección subsidiaria aquellos nacionales de terceros países o apátridas que, aunque no reúnen los requisitos para ser reconocidos como refugiados, enfrentan un riesgo real de sufrir daños graves si regresan a su país de origen.

5.- Niños y jóvenes

a.- Estrategia de la EU sobre el Derecho de los Niños⁹. La estrategia mana de la Convención sobre los Derechos del Niño de las Naciones Unidas¹⁰, donde *“entiende por niño todo ser humano menor de dieciocho años de edad, salvo que, en virtud de la ley que le sea aplicable, haya alcanzado antes la mayoría de edad.”* Entre los objetivos principales de la Estrategia se encuentra el combatir la pobreza infantil y la exclusión social a través de:

- **Acceso a servicios esenciales:** Garantizar que todos los niños tengan acceso a educación, atención médica, cuidado infantil, una nutrición adecuada y una vivienda digna.
- **Protección social:** Implementar medidas de protección social para reducir la pobreza y mejorar las condiciones de vida de los niños en situación de vulnerabilidad.

9 Bruselas, 24.3.2021. COM (2021) 142 final. Comunicación de la Comisión Europea al Parlamento, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones.

10 Convención sobre los Derechos del Niño. UNICEF. 1946–2006. Unidos por la Infancia. <https://www.un.org/es/events/childrenday/pdf/derechos.pdf>

- **Inclusión y participación:** Promover la inclusión social de todos los niños, asegurando que puedan participar plenamente en la vida social, cultural y educativa.
- **Apoyo a familias:** Proveer asistencia financiera y de servicios a las familias para que puedan ofrecer un entorno seguro y estable a sus hijos.

La Estrategia resalta la importancia de coordinar esfuerzos a nivel europeo y nacional, y de utilizar fondos europeos como el Fondo Social Europeo Plus (FSE+) para financiar iniciativas que combatan la pobreza infantil y la exclusión social.

b.- Garantía Infantil Europea¹¹. Si bien el documento de la Estrategia de la UE sobre los Derechos de los Niños crea un marco general, el de Garantía Infantil actúa en áreas específicas para asegurar la implantación efectiva de los derechos de los niños, cuyo objetivo principal es prevenir y combatir la pobreza y la exclusión social entre los niños mediante el acceso garantizado a una serie de servicios esenciales, que incluyen:

- **Acceso a educación y cuidado infantil.**
- **Atención médica.**
- **Nutrición adecuada.**
- **Vivienda digna.**
- **Reducción de la pobreza infantil.**

En las recomendaciones que hace el Consejo de Europa para la Garantía Infantil Europea, se encuentran tres alusiones a situaciones del niño que hay que atender:

- **"Niños necesitados:** *las personas menores de dieciocho años que se encuentran en riesgo de pobreza o exclusión social.*
- **Niños de origen migrante:** *los niños nacionales de terceros países, con independencia de su situación migratoria, y los niños con nacionalidad de un Estado miembro que son de origen migrante porque al menos uno de sus progenitores nació fuera de la Unión.*
- **Niños en situaciones familiares precarias:** *los niños expuestos a diversos factores de riesgo que pueden conducir a la pobreza o a la exclusión social. Esto incluye: vivir en un hogar con un único perceptor de ingresos; vivir con un progenitor con*

¹¹ Resolución del Parlamento Europeo, de 29 de abril de 2021, sobre la Garantía Infantil Europea (2021/2605(RSP)).

discapacidad; vivir en un hogar donde existen problemas de salud mental o enfermedades de larga duración; vivir en un hogar donde se consumen drogas o hay violencia doméstica; ser hijo de una persona con ciudadanía de la Unión que se ha trasladado a otro Estado miembro y haber permanecido, no obstante, en el Estado miembro de origen; tener una madre adolescente o ser madre adolescente; y tener un progenitor en prisión.”

El documento de la Garantía Infantil Europea no menciona explícitamente el suministro de agua potable o el derecho humano al agua como un objetivo específico. Sin embargo, la provisión de una vivienda adecuada implicaría el acceso a servicios esenciales como agua potable y saneamiento.

- c.- Recomendación (UE) sobre el desarrollo y el refuerzo de los sistemas integrados de protección de la infancia que redunden en el interés superior del niño¹².** En este documento se define a los menores vulnerables como aquellos en riesgo debido a factores como violencia, explotación, pobreza, discapacidad y migración. Estos niños requieren protección especial a través de sistemas integrados y multidisciplinarios para garantizar su acceso a servicios esenciales como educación, salud y vivienda adecuada. La recomendación enfatiza la importancia de una coordinación efectiva entre diferentes niveles de gobierno y servicios para proteger los derechos de estos niños y promover su bienestar.

Se trata de un aspecto especialmente peculiar, pues centra la atención en señalar que la protección a los menores no puede venir de una única entidad, como podría ser asuntos sociales, sino que debe haber una involucración multiespectral, en la que las distintas administraciones y empresas públicas den cobertura al menor para garantizar, en todo momento, las necesidades esenciales.

12 Recomendación (UE) 2024/1238 de la Comisión, de 23 de abril de 2024, sobre el desarrollo y el refuerzo de los sistemas integrados de protección de la infancia que redunden en el interés superior del niño.

6.- Desempleados de larga duración.

- a.- Recomendación del Consejo de 2016 sobre la integración de los desempleados de larga duración en el mercado laboral**¹³ : En el punto (4) se señala: *“Entre los más vulnerables al desempleo de larga duración se encuentran las personas con bajas capacidades o cualificaciones profesionales, los nacionales de terceros países, las personas con discapacidad y las minorías desfavorecidas, como los gitanos. La profesión que se ha ejercido anteriormente también desempeña un papel importante, pues en algunos países los aspectos sectoriales y cíclicos son fundamentales para explicar la persistencia del desempleo de larga duración”*. La Recomendación insta a los Estados miembros a ofrecer a los desempleados de larga duración un acuerdo de integración laboral que incluya una evaluación individual y un plan de acción. Esta Recomendación define como desempleado de larga duración a aquella persona que ha estado desempleada durante 12 meses o más tiempo.

Entre los objetivos que se establecen en este documento aparece la necesaria coordinación y colaboración entre los servicios sociales, lo que refleja que este grupo vulnerable es otro de los sectores de población a los que debe hacerse frente para dar una cobertura suficiente desde la administración para garantizar sus derechos como ciudadano.

- b.- Garantía Juvenil de la Unión Europea:** Es una iniciativa destinada a asegurar que todos los jóvenes menores de 30 años reciban una oferta de empleo, educación continua, formación de aprendizaje o prácticas en un plazo de cuatro meses tras quedar desempleados o salir del sistema educativo. Esta garantía se ha reforzado para incluir a jóvenes de hasta 29 años y asegurar una mejor inclusión de grupos vulnerables como los NEET¹⁴ (jóvenes que no tienen, estudios, empleo o formación).

El enfoque de la Garantía Juvenil se centra en la integración laboral y educativa de los jóvenes y no aborda específicamente la provisión de servicios como el suministro de agua potable. Sin embargo, la inclusión de medidas de apoyo social puede implicar, primero, la consideración de grupo vulnerable y, segundo, la necesaria coordinación con servicios que aseguren condiciones de vida adecuadas para los jóvenes beneficiarios, aunque esto no se menciona explícitamente en el contexto de la garantía.

13 Recomendación del Consejo de 15 de febrero de 2016 sobre la integración de los desempleados de larga duración en el mercado laboral (2016/C 67/01).

14 Del inglés “Not Education, Employment or Training”.

7.- Minorías étnicas.

a.- Informe de Derechos Fundamentales de la Unión Europea 2024.

Dicho Informe menciona a varios grupos vulnerables específicos, entre los que se encuentran las minorías étnicas. Las establece como tales debido al incremento del racismo y la exclusión social que hace que se enfrentan a barreras significativas en el acceso al empleo, la educación y la vivienda, lo que agrava su situación de vulnerabilidad, pues cuando acceden a estos derechos, suele ser en condiciones de escasa calidad. Es la razón por la que a este grupo debe prestarse especial atención, más si cabe en el medio rural pues es aquí donde la actividad agrícola intensiva concentra a un número importante como mano de obra en las plantaciones.

Así pues, entre los objetivos principales que se entienden como prioritarios en el Informe de Derechos Fundamentales de la Unión Europea 2024 está el de Defensa de los derechos de las minorías y grupos vulnerables, garantizando la protección de los derechos de las minorías étnicas, religiosas y lingüísticas, así como de otros grupos vulnerables, incluyendo a migrantes y solicitantes de asilo. Para ello, se establece como conclusión, que debe existir una cooperación entre instituciones, una colaboración para abordar eficazmente las violaciones de los derechos fundamentales.

8- Personas sin hogar.

Aunque el estudio que aquí se realiza en cuanto al uso de contadores inteligentes con telelectura para ofrecer una cobertura mayor a grupos vulnerables no podría abordar los problemas de las personas sin hogar, se considera que estos deben ser mencionados por que se reconoce que las personas llegan a esta situación por una compleja interacción de factores estructurales, institucionales y personales previos que deben ser atendidos para evitar alcanzar el estado de persona sin hogar.

La Unión Europea no cuenta con una definición única y oficial de “personas sin hogar”. Sin embargo, se utiliza ampliamente la tipología ETHOS (*European Typology of Homelessness and Housing Exclusion*), desarrollada por la Federación Europea de Organizaciones Nacionales que Trabajan con Personas sin Hogar (FEANTSA). Esta tipología clasifica la exclusión residencial en cuatro categorías principales:

- **Sin techo:** Personas que viven en la calle o en refugios nocturnos.
- **Sin vivienda:** Personas que residen en alojamientos temporales o instituciones.

- **Vivienda insegura:** Personas que enfrentan amenazas de desalojo o violencia.
- **Vivienda inadecuada:** Personas que habitan en condiciones de hacinamiento extremo o en viviendas no aptas.

Para combatirlo, se hace hincapié en que las políticas de bienestar social desempeñan un papel crucial en la prevención de la carencia de hogar y en la necesidad de un enfoque intergubernamental para desarrollar y aplicar estrategias efectivas que impida el incremento de personas sin hogar.

a.- Resolución del Parlamento Europeo, de 24 de noviembre de 2020, sobre cómo abordar los porcentajes de personas sin hogar en la Unión Europea. La Resolución aborda varios aspectos clave para combatir y reducir la falta de hogar en la UE:

- **Contexto y preocupación:** La resolución destaca que más de cuatro millones de personas en la UE están sin hogar, y que el número ha aumentado un 70 % en la última década. Este incremento se asocia con factores como el aumento de los costos de vivienda, la crisis económica y la insuficiencia de políticas sociales.
- **Derechos fundamentales:** Subraya que el acceso a la vivienda es un derecho fundamental y que la falta de hogar es una de las formas más graves de pobreza y privación. La resolución invoca varios tratados y cartas de derechos de la UE que respaldan este derecho.
- **Acción coordinada:** Solicita a la Comisión Europea y a los Estados miembros a adoptar medidas más enérgicas y coordinadas para erradicar la falta de hogar para 2030. Esto incluye el desarrollo de una definición compartida y la implementación de estrategias nacionales basadas en el principio de “la vivienda, primero”.
- **Recomendaciones específicas:** Se alienta la adopción de enfoques innovadores y el intercambio de buenas prácticas entre los Estados miembros, con un énfasis en estrategias integradas y sostenibles para abordar la falta de hogar.

Con la intención de recopilar de forma más esquemática todo lo descrito en este punto, donde se abordan las estrategias, planes, guías, recomendaciones y cualquier documento oficial de la EU sobre el reconocimiento de los grupos vulnerables, mostramos a continuación un cuadro con las principales cuestiones identificadas:

GRUPO VULNERABLE	DOCUMENTO EUROPEO	DEFINICIÓN DEL GRUPO VULNERABLE	OBJETIVO
	Estrategia Europea 2020.	Aquellos que, debido a su nivel de ingresos y situación económica, tienen un acceso restringido a los recursos que les permitirían vivir con dignidad y participar activamente en la sociedad. Este grupo vulnerable incluye tanto a individuos que viven por debajo del umbral de la pobreza, como a aquellos en riesgo de exclusión social debido a factores como el desempleo, la baja calidad de empleo o el limitado acceso a servicios básicos.	Mejorar las condiciones de vida de los grupos vulnerables en el medio rural mediante políticas específicas y programas estratégicos. La política de desarrollo rural de la UE proporciona herramientas clave para fomentar el empleo rural, combatir la pobreza y abordar la exclusión social, eliminando barreras en el mercado laboral y mejorando el acceso a servicios esenciales y oportunidades de formación continua
	Pilar Europeo de Derechos Sociales. Plan de Acción.	Individuos que enfrentan múltiples desafíos socioeconómicos, como la falta de acceso a empleo estable, educación, servicios de salud adecuados y condiciones de vida dignas. Este grupo incluye a quienes se encuentran en condiciones de vulnerabilidad económica, excluidos socialmente o afectados por desigualdades que dificultan su participación plena en la sociedad.	El plan fija un objetivo específico para la reducción de la pobreza, con el compromiso de reducir el número de personas en riesgo de pobreza o exclusión social en al menos 15 millones para 2030.
PERSONAS EN SITUACIÓN DE POBREZA	ARPE (At Risk of Poverty or Social Exclusion).	El umbral de riesgo de pobreza se define como el 60 % de la mediana de los ingresos disponibles equivalentes (ajustados por el tamaño del hogar) después de transferencias sociales. Este umbral se ajusta anualmente y varía entre países y regiones: - Carencia material y social severa. - Baja intensidad en el empleo.	El índice AROPE es crucial para la formulación de políticas públicas y la implementación de programas de asistencia social. Permite identificar a los grupos más vulnerables y diseñar intervenciones específicas para mejorar su situación económica y social.
	Informe de Derechos Fundamentales de la Unión Europea 2024.	Personas que necesitan políticas específicas para reducir los costos de energía y mejorar la calidad de la vivienda, asegurando que no se vean afectados negativamente por renovaciones que podrían resultar en aumentos desproporcionados de los alquileres o desalojos forzados.	- Protección contra el aumento de los costes de energía. - Protección contra el impacto de la crisis del coste de la vida.
	Reglamento (UE) N° 223/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo.	Personas que sufren de privación material o incluso de privación material severa.	Tiene como objetivo principal combatir la pobreza y la exclusión social proporcionando asistencia básica como alimentos y bienes esenciales, así como actividades de acompañamiento que promuevan la inclusión social y la integración de las personas desfavorecidas en la sociedad.

GRUPO VULNERABLE	DOCUMENTO EUROPEO	DEFINICIÓN DEL GRUPO VULNERABLE	OBJETIVO
PERSONAS CON DISCAPACIDAD	<p>Estrategia Europea sobre Discapacidad 2010-2020.</p> <p>Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad.</p>	<p>Aquellas que tengan deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que, al interactuar con diversas barreras, puedan impedir su participación plena y efectiva en la sociedad en igualdad de condiciones con las demás</p> <p><i>*Es el origen de la Estrategia Europea sobre Discapacidad, por lo que comparte la misma definición.</i></p>	<p>Asegurar que las personas con discapacidad puedan ejercer sus derechos y participar plenamente en la sociedad y la economía en igualdad de condiciones.</p> <p>Modificar el entorno solidariamente para acoger a las personas con discapacidad como elementos enriquecedores que ensanchan la humanidad y le agregan valor y debe hacerlo tomando en consideración la propia intervención de las personas con capacidades diferenciadas. Para ello, adicionalmente, la Convención se constituye en el primer tratado internacional que regula la importancia de la participación de la sociedad civil.</p>
PERSONAS MAYORES	<p>Libro Verde sobre Envejecimiento (2021)</p>	<p>Individuos en las etapas avanzadas de su vida, generalmente implicando una transición hacia la jubilación y una mayor necesidad de cuidados a largo plazo debido al aumento de la longevidad y los cambios demográficos.</p>	<p>Iniciar un amplio debate político sobre el envejecimiento con el fin de discutir opciones sobre cómo anticiparse y responder a los desafíos que plantea y las oportunidades que brinda, especialmente teniendo en cuenta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Decenio del Envejecimiento Saludable de las Naciones Unidas.</p>
	<p>Plan de Acción en materia de Integración e Inclusión para 2021-2027.</p>	<p>- Definición de Migrantes: Los migrantes se definen como personas que se trasladan a otro país con la intención de residir de manera permanente o temporal. Este grupo incluye tanto a migrantes económicos que buscan mejores oportunidades de empleo y condiciones de vida, como a aquellos que se desplazan por razones familiares o educativas.</p> <p>- Definición de Refugiados: Los refugiados son personas que han huido de su país de origen debido a persecuciones, conflictos armados o violencia y buscan protección internacional. La definición abarca a aquellos que han solicitado asilo y a quienes ya se les ha concedido el estatus de protección internacional en un país extranjero.</p>	<p>El plan de acción subraya la importancia de abordar las necesidades específicas de estos grupos, promoviendo su integración en la sociedad mediante el acceso a servicios básicos, el mercado laboral, la educación y la vivienda. Además, se hace hincapié en la colaboración entre múltiples actores, incluidos los gobiernos locales y regionales, organizaciones de la sociedad civil y el sector privado para garantizar una inclusión efectiva y sostenible de los migrantes y refugiados en las comunidades de acogida.</p>

GRUPO VULNERABLE	DOCUMENTO EUROPEO	DEFINICIÓN DEL GRUPO VULNERABLE	OBJETIVO
<p>MIGRANTES Y REFUGIADOS</p>	<p>Directiva 2011/95/UE del Parlamento Europeo y del Consejo.</p>	<p>Refugiado: el nacional de un tercer país que, debido a un temor fundado a ser perseguido por motivos de raza, religión, nacionalidad, opiniones políticas o pertenencia a un determinado grupo social, se encuentra fuera del país de su nacionalidad y no puede, o a causa de dicho temor no quiere, acogerse a la protección de dicho país, o el apátrida que, encontrándose fuera del país en que tenía su residencia habitual anterior, por los mismos motivos mencionados anteriormente, no puede o, a causa de dicho temor, no quiere regresar a él, y que no está comprendido en el artículo 12.</p>	<p>Su objetivo es establecer normas relativas a los requisitos para el reconocimiento de nacionales de terceros países o apátridas como beneficiarios de protección internacional, a un estatuto uniforme para los refugiados o para las personas con derecho a protección subsidiaria y al contenido de la protección concedida.</p>
<p>NIÑOS Y JÓVENES</p>	<p>Estrategia de la UE sobre el Derecho de los Niños.</p>	<p>Todo ser humano menor de dieciocho años de edad, salvo que, en virtud de la ley que le sea aplicable, haya alcanzado antes la mayoría de edad.</p>	<p>Combatir la pobreza infantil y la exclusión social a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acceso a servicios esenciales. - Protección social. - Inclusión y participación. - Apoyo a familias.

GRUPO VULNERABLE	DOCUMENTO EUROPEO	DEFINICIÓN DEL GRUPO VULNERABLE	OBJETIVO
<p>NIÑOS Y JÓVENES</p>	<p>Garantía Infantil Europea.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Niños necesitados: las personas menores de dieciocho años que se encuentran en riesgo de pobreza o exclusión social. - Niños de origen migrante: los niños nacionales de terceros países, con independencia de su situación migratoria; y los niños con nacionalidad de un Estado miembro que son de origen migrante porque al menos uno de sus progenitores nació fuera de la Unión. - Niños en situaciones familiares precarias: los niños expuestos a diversos factores de riesgo que pueden conducir a la pobreza o a la exclusión social. Esto incluye: vivir en un hogar con un único perceptor de ingresos; vivir con un progenitor con discapacidad; vivir en un hogar donde existen problemas de salud mental o enfermedades de larga duración; vivir en un hogar donde se consumen drogas o hay violencia doméstica; ser hijo de una persona con ciudadanía de la Unión que se ha trasladado a otro Estado miembro y haber permanecido, no obstante, en el Estado miembro de origen; tener una madre adolescente o ser madre adolescente; y tener un progenitor en prisión. 	<p>Actúa en áreas específicas para asegurar la implantación efectiva de los derechos de los niños, cuyo objetivo principal es prevenir y combatir la pobreza y la exclusión social entre los niños mediante el acceso garantizado a una serie de servicios esenciales, que incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acceso a educación y cuidado infantil. - Atención médica. - Nutrición adecuada. - Vivienda digna. - Reducción de la pobreza infantil.
	<p>Recomendación (UE) sobre el desarrollo y el refuerzo de los sistemas integrados de protección de la infancia que redunde en el interés superior del niño.</p>	<p>Aquellos en riesgo debido a factores como violencia, explotación, pobreza, discapacidad y migración</p>	<p>La recomendación enfatiza la importancia de una coordinación efectiva entre diferentes niveles de gobierno y servicios para proteger los derechos de estos niños y promover su bienestar.</p> <p>Se trata de un aspecto especialmente peculiar, pues centra la atención en señalar que la protección a los menores no puede venir de una única entidad, como podría ser asuntos sociales, sino que debe haber una involucración multilateral, en la que las distintas administraciones y empresas públicas den cobertura al menor para garantizar, en todo momento, las necesidades esenciales.</p>

GRUPO VULNERABLE	DOCUMENTO EUROPEO	DEFINICIÓN DEL GRUPO VULNERABLE	OBJETIVO
DESEM- PLEADOS DE LARGA DURACIÓN	Recomenda- ción del Conse- jo de 2016 sobre la integración de los desem- pleados de larga duración en el mercado laboral.	Entre los más vulnerables al desempleo de larga duración se encuentran las personas con bajas capacidades o cualifica- ciones profesionales, los nacionales de terceros países, las personas con discapacidad y las minorías desfavorecidas, como los gitanos. La profesión que se ha ejercido ante- riormente también desempeña un papel importante, pues en algunos países los aspectos sectoriales y cíclicos son fundamentales para explicar la persistencia del desempleo de larga duración.	Entre los objetivos que se establecen en este documento aparece la necesaria coordinación y colaboración entre los servicios sociales, lo que refleja que este grupo vulnerable es otro de los sectores de población a los que debe hacerse frente para dar una cobertura suficiente desde la adminis- tración para garantizar sus derechos como ciudadano.
MINORÍAS ÉTNICAS	Garantía Juve- nil de la Unión Europea. Informe de De- rechos Funda- mentales de la Unión Europea 2024.	Menores de 30 años que no han recibido una oferta de em- pleo, educación continua, formación de aprendiz o prácticas en un plazo de 4 meses. Minorías que se enfrentan a barreras significativas en el ac- ceso al empleo, la educación y la vivienda por el incremento del racismo y la exclusión social.	Asegurar una mejor inclusión de grupos vulnerables como los NEET (jóvenes que no tienen, estudios, empleo o forma- ción). Garantizando la protección de los derechos de las minorías étnicas, religiosas y lingüísticas, así como de otros grupos vulnerables; incluyendo a migrantes y solicitantes de asilo. Para ello, se establece como conclusión, que debe existir una cooperación entre instituciones, una colaboración para abordar eficazmente las violaciones de los derechos funda- mentales.

GRUPO VULNERABLE	DOCUMENTO EUROPEO	DEFINICIÓN DEL GRUPO VULNERABLE	OBJETIVO
<p>PERSONAS SIN HOGAR</p>	<p>Resolución del Parlamento Europeo, de 24 de noviembre de 2020, sobre cómo abordar los porcentajes de personas sin hogar en la Unión Europea.</p>	<p>La Unión Europea no cuenta con una definición única y oficial de "personas sin hogar". Sin embargo, se utiliza ampliamente la tipología ETHOS (European Typology of Homelessness and Housing Exclusion), desarrollada por la Federación Europea de Organizaciones Nacionales que Trabajan con Personas sin Hogar (FEANTS). Esta tipología clasifica la exclusión residencial en cuatro categorías principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sin techo: Personas que viven en la calle o en refugios nocturnos. - Sin vivienda: Personas que residen en alojamientos temporales o instituciones. - Vivienda insegura: Personas que enfrentan amenazas de desalojo o violencia. - Vivienda inadecuada: Personas que habitan en condiciones de hacinamiento extremo o en viviendas no aptas. 	<p>La Resolución aborda varios aspectos clave para combatir y reducir la falta de hogar en la UE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contexto y preocupación. - Derechos fundamentales. - Acción coordinada. - Recomendaciones específicas. - Innovación y buenas prácticas

4.2. Los grupos vulnerables en la legislación española.

El Sistema Público de Servicios Sociales constituye uno de los pilares fundamentales del Estado de Bienestar en España. Según la distribución de competencias establecida por la Constitución Española, específicamente en su Artículo 148.1. 20.ª, se permite a las Comunidades Autónomas asumir competencias en materia de “asistencia social”:

“Artículo 148.

Las Comunidades Autónomas podrán asumir competencias en las siguientes materias:

[...]

20.ª Asistencia social.”

En consecuencia, todas las Comunidades Autónomas han incorporado en sus respectivos Estatutos de Autonomía la competencia exclusiva en materia de Servicios Sociales, un hecho reafirmado en las más recientes reformas estatutarias.

Este marco competencial ha llevado a que cada Comunidad Autónoma apruebe sus propias Leyes de Servicios Sociales que definen principios orientadores, además de detallar las prestaciones y servicios específicos que se ofrecen en sus respectivas regiones.

Sin embargo, con el objetivo de establecer unos mínimos de prestación de servicios a los que puede acceder las personas en el conjunto del territorio, el Ministerio de Derechos Sociales, Consumo y Agenda 2030¹⁵ redactó el Catálogo de Referencia de Servicios Sociales junto con la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP), donde se reúne en un solo documento las prestaciones disponibles en todo el territorio estatal. Según este catálogo, los principios en los que deben estar basados las prestaciones y servicios son:

1. Universalidad.
2. Responsabilidad pública.
3. Igualdad.
4. Equidad.
5. Prevención y dimensión comunitaria.
6. Promoción de la autonomía personal.
7. Atención personalizada e integral.
8. Inspección y normalización.
9. Proximidad.

15 <https://www.mdsocialesa2030.gob.es/derechos-sociales/servicios-sociales/Prestaciones-basicas/catalogo-referencia.htm>

10. Solidaridad.
11. Calidad.
12. Participación.
13. Cooperación y colaboración.

Aunque no se trate de una norma a nivel nacional, el Catálogo reconoce los siguientes grupos vulnerables:

1. Personas con discapacidad (física u orgánica, sensorial, intelectual, o por enfermedad mental).
2. Personas mayores.
3. Personas en situación de dependencia.
4. Víctimas de violencia de género.
5. Víctimas de violencia doméstica.
6. Personas sin hogar.
7. Menores en situación de riesgo o desprotección.
8. Mujeres en situación o riesgo de exclusión social.
9. Jóvenes en situación o riesgo de exclusión social.
10. Personas inmigrantes.
11. Minorías étnicas.
12. Personas con adicciones.

Estos pueden ser los considerados grupos vulnerables a nivel nacional, pues han sido reconocidos, de forma consensuada, por varias entidades gubernamentales dedicadas a la protección de este sector de la población:

- Comisión Delegada de Directores Generales de Servicios Sociales e Inclusión Social.
- Consejo Territorial de Servicios Sociales.
- Sistema para la Autonomía y Atención a la Dependencia.
- Consejo Estatal de ONG de Acción Social.

De modo que, por defecto, estos grupos vulnerables son centro de atención tanto en los entornos urbanos como en el medio rural.

Si se hace una búsqueda de las referencias sobre cobertura a grupos vulnerables en el entorno rural, y más concretamente con relación a los suministros de agua potable, aun no siendo el objeto particular y único del presente estudio, encontramos entre las normas autonómicas las siguientes normativas de interés:

1.- Canarias¹⁶:

“Artículo 21. Prestaciones económicas del sistema público de servicios sociales.

[...]

Las prestaciones económicas del sistema público de servicios sociales de Canarias serán, al menos, las siguientes, en los términos que se recojan en el catálogo de servicios y prestaciones:

La vinculada a cubrir necesidades básicas: conjunto de prestaciones destinadas a dar cobertura a las necesidades básicas, con carácter temporal, ante una situación excepcional o extraordinaria y puntual que requiere de una atención inmediata, sin la cual podría producirse un grave deterioro o agravamiento del estado de vulnerabilidad y de desprotección en una persona o unidad de convivencia.

Esta prestación incluirá, al menos, las siguientes necesidades básicas: el alojamiento de urgencia, la atención alimenticia adecuada, incluidas las personas afectadas por celiaquía y diabetes, vestido, higiene y aseo personal, medicamentos, suministros básicos de la vivienda (agua, luz, gas, etc.) y alquiler de la vivienda.”

2.- Castilla y León¹⁷.

En esta Comunidad Autónoma se reconoce en la Exposición de motivos de su Ley 16/2010, que existe un problema singular en el medio rural ante la despoblación y las dificultades que se les presenta a las personas mayores:

“Otro elemento a tener en cuenta es una marcada tendencia de la población a concentrarse en los núcleos urbanos, lo que conlleva que, teniendo en cuenta el número de municipios y la amplitud del territorio de la Comunidad, exista una gran despoblación y dispersión en el mundo rural.”

3.- Cataluña¹⁸.

Es otra de las regiones que hace una mención especial al problema de las personas mayores en el mundo rural por cuanto a dispersión y dificultades de acceso a los servicios sociales se refiere:

16 Ley 16/2019, de 2 de mayo, de Servicios Sociales de Canarias.

17 Ley 16/2010, de 20 de diciembre, de Servicios Sociales de Castilla y León.

18 Ley 12/2007, de 11 de octubre, de Servicios Sociales de Cataluña.

“ANEXO. Catálogo clasificado de servicios y prestaciones sociales del Sistema Catalán de Servicios Sociales.

[...]

1.2.2.2. Servicio de atención integral a las personas mayores en el ámbito rural.”

4.- Galicia¹⁹.

Se trata de una de las Comunidades Autónomas españolas con mayor carácter rural y ello se recoge en el Preámbulo de su Ley 13/2008:

“A ese panorama de carácter global hay que añadir, al hablar de Galicia, ciertos rasgos propios que se deben considerar para configurar nuestro sistema de servicios sociales: el envejecimiento forjado por el abandono de la sociedad rural en las últimas décadas alcanza ahora valores alarmantes e insostenibles en buena parte de la Galicia interior...”

Posteriormente, en el Punto 3 del Artículo 23. *Disposiciones generales* del Capítulo III. *Del equipo profesional de los Servicios Sociales*, indica:

“De manera particular, se asegurará en las áreas sociales rurales y de alta dispersión una oferta de servicios profesionales semejante a la que exista en el resto del territorio.”

4.3. La Asistencia Social en Andalucía.

El **Estatuto de Autonomía de Andalucía²⁰** es la norma base en la que se asume las competencias en materia de servicios sociales de la región:

“Artículo 61. Servicios sociales, voluntariado, menores y familias.

1. Corresponde a la Comunidad Autónoma la competencia exclusiva en materia de servicios sociales, que en todo caso incluye:

a) La regulación, ordenación y gestión de servicios sociales, las prestaciones técnicas y las prestaciones económicas con finalidad asistencial o complementarias de otros sistemas de protección pública.

b) La regulación y la aprobación de planes y programas específicos dirigidos a personas y colectivos en situación de necesidad social.

c) Instituciones públicas de protección y tutela de personas ne-

¹⁹ Ley 13/2008, de 3 de diciembre, de servicios sociales de Galicia.

²⁰ Ley Orgánica 2/2007, de 19 de marzo, de reforma del Estatuto de Autonomía para Andalucía.

cesitadas de protección especial, incluida la creación de centros de ayuda, reinserción y rehabilitación.”

Como norma base de referencia, entre sus objetos está el recoger los derechos y deberes de los ciudadanos, y como derechos, se puede entender que éstos deben ser garantizados por parte las administraciones públicas regionales y locales.

“CAPÍTULO II. Derechos y deberes.

[...]

Artículo 16. Protección contra la violencia de género.

Las mujeres tienen derecho a una protección integral contra la violencia de género, que incluirá medidas preventivas, medidas asistenciales y ayudas públicas.

Artículo 17. Protección de la familia.

1. Se garantiza la protección social, jurídica y económica de la familia. La ley regulará el acceso a las ayudas públicas para atender a las situaciones de las diversas modalidades de familia existentes según la legislación civil.

[...]

Artículo 18. Menores.

1. Las personas menores de edad tienen derecho a recibir de los poderes públicos de Andalucía la protección y la atención integral necesarias para el desarrollo de su personalidad y para su bienestar en el ámbito familiar, escolar y social, así como a percibir las prestaciones sociales que establezcan las leyes

[...]

Artículo 19. Mayores.

Las personas mayores tienen derecho a recibir de los poderes públicos de Andalucía una protección y una atención integral para la promoción de su autonomía personal y del envejecimiento activo, que les permita una vida digna e independiente y su bienestar social e individual, así como a acceder a una atención gerontológica adecuada, en el ámbito sanitario, social y asistencial, y a percibir prestaciones en los términos que establezcan las leyes.

[...]

Artículo 24. Personas con discapacidad o dependencia.

Las personas con discapacidad y las que estén en situación de dependencia tienen derecho a acceder, en los términos que establezca la ley, a las ayudas, prestaciones y servicios de calidad con garantía pública necesarios para su desarrollo personal y social.”

De forma esquemática, se ve que los grupos a los que se presta especial atención dentro de la Comunidad Autónoma de Andalucía son:

1. Mujeres víctimas de violencia de género.
2. Familias.
3. Menores de edad.
4. Mayores.
5. Personas con discapacidad o dependencia.

El resto de los puntos de este CAPITULO II de derechos y deberes del Estatuto de Autonomía de Andalucía, recoge muchos de los principios que ya vienen marcados por la Constitución española, indicando en este caso las obligaciones que el gobierno regional asume, tales como la educación, el acceso a un sistema sanitario público de carácter universal, a las prestaciones sociales, a la vivienda, al trabajo, a un medio ambiente de calidad, a la justicia, a la participación política, etc.

De forma más precisa, la norma que desgrana la cobertura a grupos vulnerables a nivel andaluz es la Ley 9/2016, de 27 de diciembre, de Servicios Sociales de Andalucía, donde se reconocen a los siguientes grupos:

- Personas mayores.
- Personas con discapacidad física, sensorial y psíquica.
- Personas en situación de dependencia.
- Personas menores.
- Familias, especialmente con hijos e hijas.
- Personas en situación de pobreza o exclusión social.
- Víctimas de violencia de género.
- Personas migrantes.
- Personas sin hogar.
- Personas con problemas de salud mental.
- Personas con adicciones.
- Personas en situación de riesgo de exclusión social.
- Mujeres.

- Personas que sufren discriminación por motivos de género, orientación sexual, identidad de género o diversidad funcional.

De la Ley 9/2016 surge el **Plan Estratégico de Servicios Sociales de Andalucía 2022-2026**, que tiene por objetivo principal el orientar las políticas de la Junta de Andalucía para dar respuesta a las necesidades, expectativas y preferencias de la población andaluza. En cuanto a la protección de grupos vulnerables, el plan se centra en adecuar las prestaciones sociales a las necesidades específicas de estos colectivos mediante acciones preventivas y de intervención comunitaria. Se busca promover la autonomía personal y garantizar la cobertura de las necesidades sociales básicas, respetando siempre la dignidad y el bienestar de las personas.

El plan también enfatiza la capacitación y empoderamiento de los individuos para reducir situaciones de especial vulnerabilidad. Para lograrlo, se pretende fortalecer los Servicios Sociales Comunitarios, asegurar una coordinación efectiva entre diferentes departamentos y administraciones y fomentar la cooperación entre el sector público y privado. Todo ello con el fin de consolidar un modelo de atención integral centrado en la persona, con un enfoque preventivo y de acción comunitaria.

Además de la Ley 9/2016 y del Plan Estratégico de Servicios de Servicios Sociales de Andalucía 2022-2026, en la Comunidad Autónoma existe una variedad de normas específicas para determinados grupos vulnerables que pretenden cubrir las necesidades específicas para cada uno de ellos:

- Ley 4/1997, de 9 de julio, de prevención y asistencia en materia de drogas.
- Ley 1/1998, de 20 de abril, de los derechos y la atención al menor.
- Ley 1/1999, de 31 de marzo, de atención a las personas con discapacidad de Andalucía.
- Ley 6/1999, de 7 de julio, de atención y protección a las personas mayores.
- Ley 1/2009, de 27 de febrero, reguladora de la mediación familiar en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Ley 12/2007, de 26 de noviembre, para la promoción de la igualdad de género en Andalucía. De esta norma deriva el Plan Estratégico para la Igualdad de Mujeres y Hombres en Andalucía 2022-2028, que entre sus líneas de actuación destaca la 2.B. Salud y bienestar social:

“En cuanto a las políticas sociales, el foco debe estar puesto sobre todo en aquellos colectivos de mujeres que presentan situa-

ciones de mayor vulnerabilidad, como pueden ser las que tienen una edad muy avanzada, las mujeres gitanas, mujeres con algún tipo de discapacidad o problema de salud mental, las que viven en el ámbito rural, las que están en riesgo de exclusión debido a sus deficientes condiciones laborales [...]"

- Ley 13/2007, de 26 de noviembre, de medidas de prevención y protección integral contra la violencia de género. Al igual que la anterior, en esta Ley se recogen alusiones específicas a las zonas rurales en cuanto que reconoce que existen particularidades que exigen una especial atención sobre los grupos que habitan en ellas:

"Artículo 6. Líneas de investigación.

1. La Administración de la Junta de Andalucía realizará aquellas actividades de investigación o estudio del fenómeno social de la violencia de género en sus diferentes aspectos y, en particular, las que se refieran a:

f) La incidencia y consecuencias en los colectivos de mujeres con especial dificultades y, en particular, las mujeres de las zonas rurales de Andalucía y las mujeres inmigrantes.

Artículo 27. Derechos a la atención especializada.

3. La Administración de la Junta de Andalucía desarrollará programas específicos para víctimas de violencia de género especialmente vulnerables, entre otras:

b) Mujeres en el medio rural.

Artículo 43. Atención integral especializada.

2. La atención integral especializada y multidisciplinar comprenderá la intervención con las víctimas de violencia de género, basada en un sistema coordinado de servicios, recursos y de ayudas económicas, fiscales y sociolaborales. Los referidos medios gozarán de las siguientes características:

c) Accesibles. La Administración de la Junta de Andalucía favorecerá que la atención integral especializada y multidisciplinar y los medios de apoyo y recuperación sean accesibles a las víctimas de violencia de género, y particularmente a aquellas que por sus circunstancias personales, sociales o culturales se encuentren en una situación de especial vulnerabilidad, tales como personas con discapacidad, personas mayores, personas inmigrantes y personas que vivan en el medio rural, con especial atención a las personas menores de edad en situación de riesgo social."

- Ley 11/2011, de 5 de diciembre, por la que se regula el uso de la lengua de signos española y los medios de apoyo a la comunicación oral de las personas sordas, con discapacidad auditiva y con sordoceguera en Andalucía.
- Ley 39/2006, de 14 de diciembre, de Promoción de la Autonomía Personal y Atención a las personas en situación de dependencia.

4.4. La aplicación de la protección social a grupos vulnerables a escala municipal.

Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local, en su Artículo 27, Punto 3, establece que:

“Con el objeto de evitar duplicidades administrativas, mejorar la transparencia de los servicios públicos y el servicio a la ciudadanía y, en general, contribuir a los procesos de racionalización administrativa, generando un ahorro neto de recursos, la Administración del Estado y las de las Comunidades Autónomas podrán delegar, siguiendo criterios homogéneos, entre otras, las siguientes competencias:

[...]

c) Prestación de los servicios sociales, promoción de la igualdad de oportunidades y la prevención de la violencia contra la mujer.”

En el contexto rural andaluz, los pequeños y medianos municipios se enfrentan a desafíos particulares en la provisión de servicios sociales debido a la dispersión de la población, limitaciones presupuestarias y la menor disponibilidad de infraestructuras comparadas con las grandes ciudades. Las ordenanzas municipales en estas áreas son esenciales para asegurar que todos los habitantes, especialmente los más vulnerables, reciban el apoyo necesario a través de unas reglas consensuadas e igualitarias.

En los municipios rurales de Andalucía, las ordenanzas municipales juegan por tanto un papel crucial en la cohesión social y en la mejora de la calidad de vida. Las ordenanzas están diseñadas para ser flexibles y adaptables a las necesidades locales, permitiendo a los municipios responder eficazmente a las situaciones de vulnerabilidad específicas de su población, atendiendo, como mínimo, a los grupos vulnerables que ya han sido identificados en normativas de rango autonómico.

Así pues, la proximidad y el conocimiento directo de las autoridades locales sobre las necesidades de sus ciudadanos facilitan la implementación de medidas efectivas y personalizadas. Son fundamentales

para garantizar la protección y el bienestar de los grupos más vulnerables en el ámbito rural y sus enfoques integrales aseguran condiciones de vida dignas. La identificación y priorización de grupos vulnerables permiten que la atención sea más efectiva y dirigida, contribuyendo a una mayor equidad y cohesión social en las áreas rurales de Andalucía. Estas iniciativas son cruciales para mejorar la resiliencia y el desarrollo sostenible de estas comunidades, asegurando que nadie quede atrás.

5

Cifras y características de vulnerabilidad social en Andalucía

El origen del problema por el que una persona pasa a ser considerada vulnerable es probablemente tan variado como el número de casos. Lo habitual es que no sea una única causa, sino una combinación que, en distintas proporciones, termina desembocando en una situación personal donde se hace necesario una cobertura social para garantizar sus derechos como ciudadano y facilitar su salida de la coyuntura en la que se encuentra.

Debido a la variedad de grupos y a la diversidad de orígenes de los problemas que causan la vulnerabilidad, éstos han sido estudiados desde posiciones distintas. En torno a ellos se han desarrollado informes y estadísticas que tratan de conocer la situación por sexo, edad, territorio o cuestiones específicas. Los resultados de estos trabajos muestran además que los grupos no son estancos en cuanto a que una persona pertenezca sólo a uno de ellos, sino que, asiduamente, se encuentran situaciones en las que una persona puede ser incluida en varios grupos de forma simultánea debido a la complejidad de sus problemas.

Es la razón por la que la vulnerabilidad no puede abordarse como un único problema. Requiere que se singularicen a los grupos para ser analizados de forma individual aun sabiendo que parte de ellos están igualmente en otros grupos vulnerables. Pero aun sabiéndolo, es necesario abordarlo de forma individualizada para llevar a cabo planes de apoyo que, a escala local y bajo los servicios sociales municipales, pasan a ser personalizados.

Es necesario señalar que las fuentes de datos empleadas han sido en su mayoría informes y estadísticas elaboradas por la Junta de Andalucía, y en ellos no siempre muestran datos particulares del me-

dio rural, lo que se entiende como la ausencia de diversidad territorial entre estos espacios y los entornos urbanos más densamente poblados. Igualmente, es necesario decir que no han sido abordados todos los grupos que se identifican en la Ley 9/2016, de 27 de diciembre, de Servicios Sociales de Andalucía, puesto que, como se ha mencionado anteriormente, algunos grupos comparten orígenes y planes de lucha de mitigación.

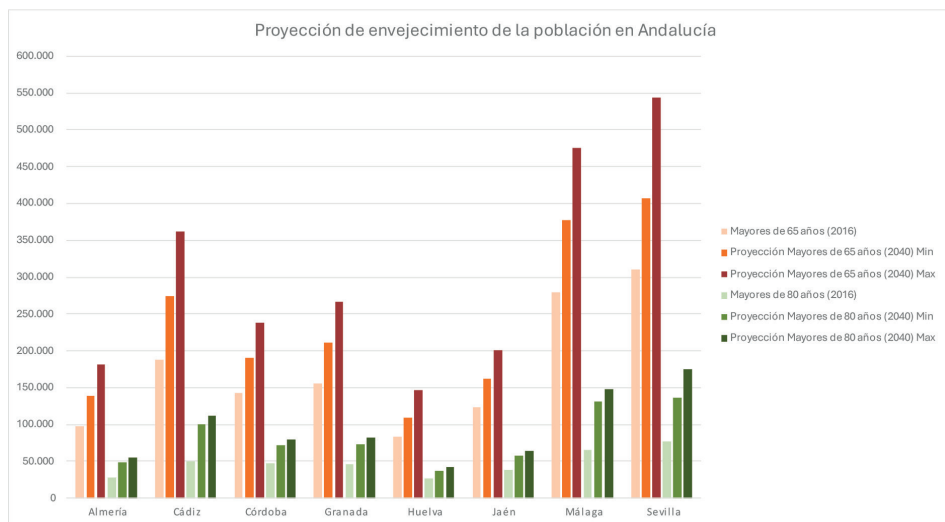
5.1. Envejecimiento de la población. Situación actual y proyección.

El envejecimiento poblacional es un fenómeno demográfico de gran relevancia que influye significativamente en la planificación económica, social y sanitaria. El aumento de la esperanza de vida, combinado con una tasa de natalidad decreciente, ha llevado a una mayor proporción de personas mayores con respecto a la población total. Basándonos en los datos extraídos del documento “Proyecciones de Población de Andalucía, 2016-2070”, examinamos en este punto tanto la situación actual como las proyecciones futuras de la población mayor de 65 y 80 años, que constituyen, sin lugar a duda, el grueso de población de mayor necesidad de dependencia en la región andaluza.

1.- Andalucía en conjunto.

En 2016, la población mayor de 65 años representaba el 16,4 % del total en Andalucía, mientras que los mayores de 80 años constituían el 4,7 %. Según las proyecciones, estos porcentajes aumentarán significativamente, alcanzando el 28,6 % y el 9 % respectivamente en 2040 en el escenario medio. Esta tendencia se mantiene en todos los escenarios considerados, reflejando un aumento sustancial del segmento de población de mayor edad. La evolución demográfica proyectada se debe, tal y como se ha comentado anteriormente, a la baja fecundidad y a la mejora continua en la esperanza de vida.

2.- Desglose provincial.



Provincia	Población Total (2016)	Mayores de 65 años (2016)		Proyección mayores de 65 años (2040) Min		Proyección mayores de 65 años (2040) 26%	Proyección mayores de 80 años (2016)		Proyección mayores de 80 años (2040) Min		Proyección mayores de 80 años (2040) Max
Almería	696.186	97.466	14%	139.237	20%	181.008	27.847	4%	48.733	7%	55.694
Cádiz	1.248.241	187.236	15%	274.613	22%	361.989	49.929	4%	99.859	8%	112.341
Córdoba	792.412	142.634	18%	190.178	24%	237.723	47.544	6%	71.317	9%	79.241
Granada	917.494	155.973	17%	211.023	23%	266.073	45.874	5%	73.399	8%	82.574
Huelva	521.648	83.463	16%	109.546	21%	146.061	26.082	5%	36.515	7%	41.731
Jaén	646.500	122.835	19%	161.625	25%	200.415	38.790	6%	58.185	9%	64.650
Málaga	1.640.572	278.897	17%	377.331	23%	475.765	65.622	4%	131.245	8%	147.651
Sevilla	1.940.721	310.515	16%	407.551	21%	543.401	77.628	4%	135.850	7%	174.664

La tabla proporciona una imagen clara y detallada sobre el envejecimiento de la población en las provincias de Andalucía, tanto en el año 2016 como en las proyecciones para 2040. Este panorama nos permite comprender mejor las tendencias demográficas y anticipar los desafíos asociados al aumento de la población de personas mayores en cada provincia.

En 2016, el porcentaje de personas mayores de 65 años variaba entre un 14 % y un 18 % del total poblacional, con Córdoba y Granada destacando como las provincias con una proporción más elevada de población envejecida. Este indicador refleja un nivel significativo de envejecimiento, ya que el peso de este grupo etario no solo depende del volumen poblacional general, sino también de factores locales como la longevidad y la migración juvenil. En términos absolutos, las provincias con mayor densidad poblacional, como Cádiz y Granada, concentraban también un alto número de personas mayores, en consonancia con su mayor peso demográfico.

Mirando hacia el futuro, las proyecciones de 2040 dibujan un escenario en el que el envejecimiento de la población se acentúa de forma notable. El número de personas mayores de 65 años se espera que crezca

de manera significativa, alcanzando en algunos casos un 28 % de la población total en las estimaciones más altas. Esta tendencia sugiere que provincias como Cádiz y Córdoba podrían experimentar un notable envejecimiento de su estructura poblacional, una situación que probablemente modifique el perfil demográfico de la región. Aunque el envejecimiento se observa en toda Andalucía, el ritmo varía entre provincias, destacando el caso de Córdoba con un porcentaje proyectado de personas mayores superior al promedio regional.

En cuanto a la población de mayores de 80 años, en 2016 constituían entre un 4 % y un 6 % del total, siendo Córdoba una de las provincias con una proporción especialmente alta. Este grupo etario, que suele demandar mayor atención sanitaria y social, refleja una distribución algo más heterogénea. De cara a 2040, las proyecciones indican un aumento marcado en esta franja de edad, especialmente en Cádiz y Córdoba, donde se espera que el porcentaje de mayores de 80 años ronde el 8 % al 10 % en el escenario máximo, duplicando así las cifras actuales. Este fenómeno evidencia un reto demográfico significativo, que afectará la planificación y provisión de servicios de apoyo y asistencia para la tercera edad en todo el territorio andaluz.

Las implicaciones de estos cambios son profundas. Un aumento en la población mayor de 65 y 80 años requerirá una planificación específica en servicios de salud y asistencia social, así como un refuerzo en las infraestructuras urbanas para adecuarse a las necesidades de un perfil poblacional más envejecido. Provincias como Cádiz, Córdoba y Granada podrían necesitar una asignación de recursos considerable para satisfacer la demanda de servicios adaptados. A nivel económico, el envejecimiento de la población también impactará en el mercado laboral y los ingresos públicos, dado que una mayor proporción de personas jubiladas implicará una mayor carga para los sistemas de pensiones y de sanidad, con posibles repercusiones en el desarrollo económico regional.

3.- Conclusiones.

En conclusión, el envejecimiento proyectado de la población andaluza plantea desafíos significativos en términos de planificación y adaptación de servicios, infraestructuras y políticas. Las provincias, especialmente aquellas con mayores proyecciones de envejecimiento, deberán estar preparadas para hacer frente a una realidad en la que la tercera edad tendrá un protagonismo cada vez mayor. Esta situación requerirá tanto inversiones como un enfoque integral que permita atender adecuadamente a una población que, en pocos años, estará compuesta en gran medida por personas mayores.

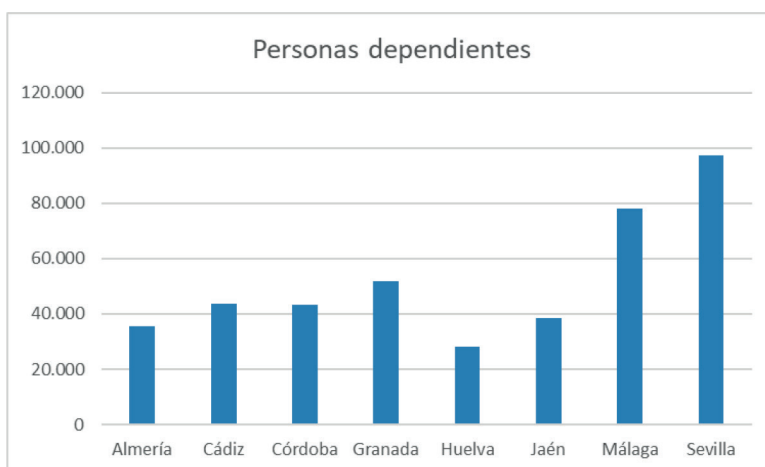
5.2. Dependencia y discapacidad.

Utilizando datos de la Encuesta sobre Discapacidad, Autonomía personal y situaciones de Dependencia (EDAD) de 2008 desglosamos las estadísticas por provincia, destacando las principales características sociodemográficas de esta población.

1.- Distribución de la dependencia por provincia.

En Andalucía, la distribución de la dependencia varía notablemente entre provincias. Sevilla y Málaga son las de mayor número absoluto de personas dependientes debido, entre otras cuestiones, a su alta densidad poblacional. Por su parte, Jaén y Granada presentan la mayor prevalencia de dependencia en términos proporcionales.

2.- Datos por provincia.



Provincia	Población total	Personas dependientes	Porcentaje dependientes
Almería	659.983	35.390	8,5 %
Cádiz	1.194.575	43.627	10,6 %
Córdoba	778.710	43.220	10,3 %
Granada	889.523	51.696	12,4 %
Huelva	494.268	27.983	6,7 %
Jaén	651.318	38.317	9,2 %
Málaga	1.523.444	78.146	18,9 %
Sevilla	1.822.615	97.290	23,5 %

3.- Datos generales.

La población total en situación de dependencia en Andalucía alcanza la cifra de 415.667 personas, lo que representa el 5.6 % de la población de 6 y más años de edad. En cuanto a su distribución por sexo, las mujeres representan una proporción mayor de personas dependientes (7.2 %) en comparación con los hombres (3.9 %) y, con relación a la edad, se observa la siguiente distribución de la dependencia:

- **Entre 6 y 15 años:** 8.717 personas dependientes (2.1 % de la población en ese grupo de edad).
- **Entre 16 y 64 años:** 145.277 personas dependientes (35 % de la población en ese grupo de edad).
- **65 y más años:** 261.673 personas dependientes (63 % de la población en ese grupo de edad).

4.- Prevalencia de la dependencia.

La prevalencia de la dependencia según la encuesta realizada varía considerablemente según la edad y el sexo:

- **Grupos de edad:** La dependencia aumenta significativamente con la edad. Entre las personas mayores de 65 años, el 22.7 % se encuentran en situación de dependencia, lo que indica que la vejez es un factor determinante en la prevalencia de la dependencia.
- **Provincias con mayor prevalencia:** Jaén y Granada muestran la mayor prevalencia de dependencia debido a factores demográficos como una población más envejecida y condiciones socioeconómicas específicas.

5.- Clasificación de las discapacidades.

La EDAD categoriza las discapacidades en ocho grandes grupos basados en las actividades que se ven dificultadas:

1. **Visual.** Limitaciones relacionadas con la capacidad visual, que pueden abarcar desde dificultades leves hasta ceguera total.
2. **Auditiva.** Dificultades en la percepción auditiva, incluyendo desde problemas leves de audición hasta sordera completa.
3. **De comunicación.** Problemas en la capacidad para expresarse o comprender, que pueden manifestarse en trastornos del habla, del lenguaje o de la comprensión.

4. **De aprendizaje y aplicación del conocimiento.** Limitaciones en la capacidad para aprender, recordar o ejecutar tareas cotidianas, abarcando desde dificultades de aprendizaje hasta discapacidades intelectuales.
5. **Movilidad.** Restricciones en la capacidad para moverse, que incluyen dificultades para caminar, subir escaleras o realizar movimientos físicos básicos.
6. **Autocuidado.** Dificultades para realizar actividades básicas de la vida diaria, como vestirse, alimentarse o mantener la higiene personal.
7. **En la vida doméstica.** Limitaciones en la realización de tareas domésticas, como preparar comidas, limpiar o gestionar el hogar.
8. **En relaciones interpersonales.** Problemas en la interacción y mantenimiento de relaciones sociales, que pueden incluir dificultades para establecer o mantener contactos sociales y familiares.

Las personas en situación de dependencia presentan diversos tipos de discapacidades, siendo las más comunes:

a.- Datos sobre tipos de discapacidad.



Tipo de Discapacidad	Personas afectadas	Porcentaje sobre población total
Movilidad	347.527	4.6 %
Vida Doméstica	336.756	4.5 %
Autocuidado	309.162	4.1 %
Visión	116.540	1.6 %
Comunicación	113.540	1.5 %
Aprendizaje y Aplicación del Conocimiento	105.108	1.4 %
Audición	83.471	1.1 %
Relaciones Interpersonales	100.752	1.3 %

b.- Orígenes de las discapacidades.

- **Población infantil:** En los niños, las discapacidades suelen ser de origen congénito o relacionadas con problemas de desarrollo.
- **Población adulta y mayor:** En los adultos y mayores, predominan las discapacidades osteomusculares y sensoriales, muchas de ellas resultantes de procesos degenerativos asociados a la edad.

6.- Conclusiones.

La situación de dependencia en Andalucía presenta un perfil caracterizado por una alta proporción de personas mayores y mujeres. Las provincias de Sevilla y Málaga concentran el mayor número absoluto de personas dependientes, mientras que Jaén y Granada tienen la mayor prevalencia proporcional de dependencia. Las discapacidades relacionadas con la movilidad son las más comunes.

Este análisis destaca la importancia de desarrollar estrategias integrales que aborden las necesidades específicas de la población dependiente en Andalucía, teniendo en cuenta las variaciones geográficas y demográficas dentro de la comunidad autónoma.

Finalmente, es muy relevante señalar que la EDAD indica en su texto la mayor concentración de personas con discapacidad o dependencia en el medio rural:

“La proporción de personas en situación de dependencia desciende a medida que la población del municipio es mayor, pero la pauta se rompe en los municipios de más de 100.000 habitantes o capitales de provincia donde estos porcentajes vuelven a subir. Los municipios con menos de 10.000 habitantes muestran

las proporciones más altas en dependencia (6,4 %), y este porcentaje va descendiendo hasta alcanzar 4,3 % en los municipios de entre 50.000 y 100.000 habitantes. En los entornos con mayor número de habitantes, casi el 6 % se encuentra en situación de dependencia. El porqué de esta relación no es ajeno, una vez más, a la estructura de edades, resultando que los entornos más envejecidos son también los que mayores proporciones de discapacidad y dependencia registran.”

5.3. Personas en situación de pobreza o exclusión social.

Este informe presenta un análisis exhaustivo de la pobreza relativa en Andalucía, basado en los indicadores establecidos para el objetivo Europa 2030. En él se examinan tres componentes claves: la tasa de riesgo de pobreza o exclusión social, la carencia material y social severa y, por último, la baja intensidad en el empleo. Los datos se desglosan por sexo y grado de urbanización, proporcionando una visión detallada de la situación en zonas muy pobladas, zonas medias y zonas poco pobladas.

1.- Indicadores de pobreza.

a.- Tasa de riesgo de pobreza o exclusión social.

Como se describió en puntos anteriores de esta investigación, a este grupo pertenecen aquellas personas cuyos ingresos disponibles (ajustado según la composición del hogar) es inferior al umbral de pobreza, que se establece en el 60 % de la mediana de ingresos del país.

Sexo	Zonas muy pobladas (%)	Zonas medias (%)	Zonas poco pobladas (%)
Hombres	27,23 %	28,46 %	33,76 %
Mujeres	29,45 %	31,35 %	34,73 %
Ambos sexos	28,37 %	29,94 %	34,22 %

b.- Carencia material y social severa.

Este indicador mide la proporción de la población que padece al menos siete de las 13 limitaciones especificadas en la lista de carencias materiales y sociales. En este caso, las zonas poco pobladas presentan menores niveles de carencia material y social severa que las zonas muy pobladas, lo que probablemente se deba a mayores lazos sociales y apoyo solidario en las comunidades menos densamente pobladas.

Sexo	Zonas muy pobladas (%)	Zonas medias (%)	Zonas poco pobladas (%)
Hombres	10,18 %	12,78 %	10,50 %
Mujeres	14,03 %	14,61 %	11,01 %
Ambos Sexos	12,14 %	13,72 %	10,74 %

c.- Baja intensidad en el empleo.

Este indicador refleja la proporción de personas viviendo en hogares con baja intensidad en el empleo, es decir, hogares en los que sus miembros en edad de trabajar lo hicieron menos del 20 % de su potencial de trabajo durante el año de referencia.

Sexo	Zonas muy pobladas (%)	Zonas medias (%)	Zonas poco pobladas (%)
Hombres	11,86 %	10,68 %	13,11 %
Mujeres	13,62 %	11,33 %	13,71 %
Ambos Sexos	12,74 %	11,01 %	13,38 %

2.- Análisis y observaciones.

a.- Riesgo de pobreza o exclusión social: Las zonas poco pobladas tienen una tasa de riesgo de pobreza o exclusión social más alta en comparación con las zonas muy pobladas y medias. Este patrón es consistente tanto en hombres como en mujeres.

b.- Carencia material y social severa: Contrariamente a la tendencia general de riesgo de pobreza, las zonas poco pobladas muestran niveles menores de carencia material y social severa en comparación con las zonas muy pobladas. Este fenómeno puede estar relacionado con el mayor apoyo comunitario y los lazos sociales más fuertes en áreas menos urbanizadas.

c.- Baja intensidad en el empleo: Las zonas poco pobladas también muestran una mayor proporción de personas viviendo en hogares con baja intensidad en el empleo, lo cual puede contribuir al mayor riesgo de pobreza en estas áreas.

3.- Conclusión.

La pobreza relativa en Andalucía presenta variaciones significativas según el grado de urbanización. Mientras que las zonas poco pobladas tienen un mayor riesgo de pobreza o exclusión social, presentan

menores niveles de carencia material y social severa, posiblemente debido a un mayor apoyo comunitario. Estos datos subrayan la importancia de diseñar políticas públicas específicas que aborden las necesidades únicas de cada tipo de zona para ser efectivas en la reducción de la pobreza.

5.4. Mujeres víctimas de la violencia de género.

Las estadísticas localizadas no muestran la incidencia de este tipo de hechos por municipio. La mayor concreción conseguida es a escala provincial, de modo que no permite identificar patrones singulares entre los centros urbanos y el medio rural. En cualquier caso, es interesante conocer los números por la repercusión que tiene en general en todo el territorio andaluz.

Provincia	Denuncias recibidas	Denuncias por cada 10.000 habitantes	Denuncias por cada 10.000 mujeres
Almería	3.300	45,1	92
Cádiz	5.481	41,2	81,4
Córdoba	2.389	30,8	60,3
Granada	4.950	53,7	105,8
Huelva	2.518	47,9	94,9
Jaén	1.999	31,9	63,1
Málaga	7.217	40,5	79,5
Sevilla	6.102	31,3	61,2

Tal como se observa en la tabla, las provincias más densamente pobladas como Sevilla y Málaga presentan un alto número absoluto de denuncias, aunque sus tasas relativas pueden ser inferiores a las de provincias con menor población como Granada y Huelva. Esto sugiere una variabilidad en el número de denuncias no solo basada en la población absoluta, sino también en otros factores como la eficacia del seguimiento de la situación familiar y la concienciación sobre la violencia de género.

5.5. Violencia doméstica o violencia intrafamiliar²¹.

Tal y como señala la web oficial de la Junta de Andalucía, esta modalidad de hecho flagrante se define como:

21 <https://www.juntadeandalucia.es/temas/seguridad/victimas/violencia-domestica.html>

“La violencia doméstica o violencia intrafamiliar se refiere a la violencia ejercida en el ámbito doméstico por parte de una de las personas integrantes contra otra, contra algunas de las demás o contra todas ellas. Así, el concepto incluye una amplia variedad de fenómenos, entre los que se encuentran la violencia contra las mujeres, violencia contra el hombre, maltrato y abuso infantil, violencia filio-parental y maltrato a mayores.”

Por su parte, la violencia de género es considerada como:

“Se considera violencia de género a toda conducta que atenta contra la dignidad e integridad física y moral de las mujeres por el hecho de serlo, como manifestación de la discriminación, la situación de desigualdad y las relaciones de poder de los hombres sobre las mujeres.”

A continuación, se presenta un resumen de las víctimas totales por rango de edad en el año 2023:

Rango de edad	Víctimas totales
Todas las edades	9.126
Menos de 18 años	1.880
De 18 a 24 años	822
De 25 a 44 años	1.755
De 45 a 64 años	1.304
65 y más	625

La violencia doméstica es un problema social que afecta a individuos de todas las edades y géneros. La evolución temporal de la violencia doméstica se puede observar en los datos recopilados desde el año 2011 hasta 2023, donde se han registrado variaciones en el número de víctimas tal y como se señala:

- **Tendencia general al alza:** Desde 2011 hasta 2023, el número total de víctimas ha mostrado una tendencia al alza, aunque con fluctuaciones.
- **Reducción en algunos años:** En ciertos años, hubo una disminución en el número de víctimas, posiblemente debido a cambios en políticas de protección y mejoras en los mecanismos de denuncia.

5.6. Personas sin hogar.

La I Estrategia de Atención a Personas Sin Hogar en Andalucía 2023-2026²² menciona algunos aspectos generales sobre la distribución de personas sin hogar en la región de Andalucía que pueden inferir ciertas condiciones en áreas menos urbanizadas.

1.- Caracterización general.

a.- Número total de personas sin hogar: En el año 2022, se identificaron 5.539 personas en situación de sinhogarismo en Andalucía, según la Encuesta sobre las Personas Sin Hogar del INE²³.

b.- Distribución por ciudades: La mayoría de las personas sin hogar se localizan en los municipios con más población, como Sevilla y Málaga. Los datos específicos indican que los municipios más poblados concentran la mayor parte de la población sin hogar, lo que sugiere una menor prevalencia en áreas rurales o menos densamente pobladas.

Ciudad	Nº de Personas	% del Total
Almería	122	7,0 %
Cádiz	158	9,1 %
Córdoba	202	11,7 %
Granada	198	11,4 %
Huelva	78	4,5 %
Jaén	75	4,3 %
Málaga	373	21,5 %
Sevilla	525	30,3 %
Total	1.731	100 %

2.- Indicadores relevantes.

Sexo y Edad: El sinhogarismo presenta una tendencia mayoritaria entre hombres (73 %) y se concentra principalmente en el rango de edad de 45 a 64 años (47,7 %).

22 | Estrategia de Atención a Personas Sin Hogar en Andalucía 2023-2026. Consejería de Inclusión Social, Juventud, Familias e Igualdad. Dirección General de Protección Social y Barriadas de Actuación Preferente.

23 | Encuesta a las personas sin hogar. Año 2022. https://www.ine.es/prensa/epsh_2022.pdf

Indicador	Valor
Mujeres sin hogar	27 %
Hombres sin hogar	73 %
Personas entre 45 y 64 años	47,7 %
Personas entre 30 y 44 años	25,3 %
Personas entre 18 y 29 años	19,6 %
Personas mayores de 65 años	7,4 %
Menores de edad	1,7 %

3.- Conclusión.

Aunque el documento no proporciona información detallada sobre el sinhogarismo en áreas rurales de Andalucía, los datos disponibles permiten vislumbrar que la mayoría de las personas sin hogar se concentran en las áreas urbanas más pobladas. La falta de datos específicos sobre las zonas rurales sugiere una necesidad de investigaciones más focalizadas para comprender mejor la situación en estas áreas menos urbanizadas.

5.7. Menores en situación de especial vulnerabilidad²⁴.

1.- Menores en riesgo de pobreza.

El 10,1 % de los menores de 18 años en Andalucía viven en riesgo de pobreza grave, lo que se traduce en 159.402 niños y adolescentes, una tasa que se incrementa al 14,5 % si se considera el umbral de pobreza de España.

Grupo de edad	Tasa de pobreza grave (%)
Menores de 18 años	10,1 %
Población General	7,1 %

Porcentaje de Menores en Riesgo de Pobreza Grave (2020).

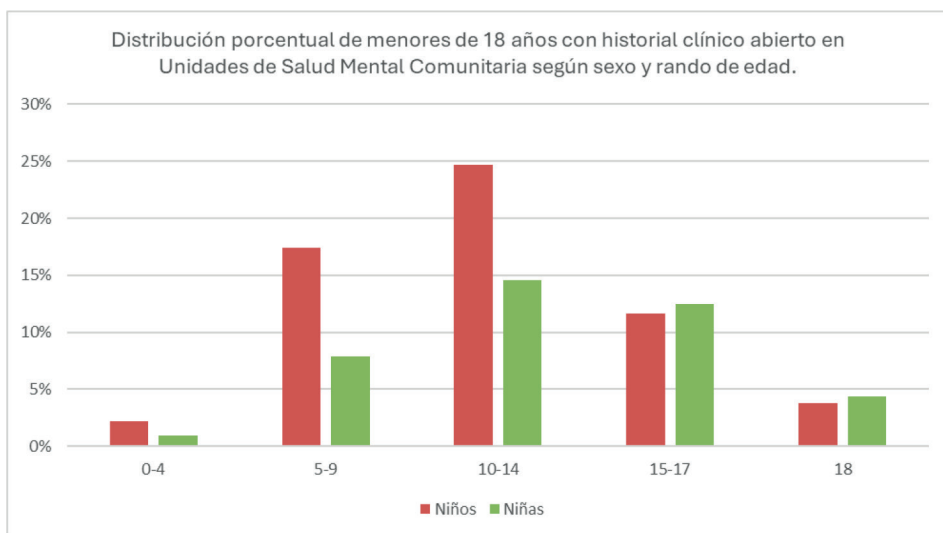
Este dato refleja una vulnerabilidad significativa en la infancia, siendo mayor la tasa de pobreza entre los menores en comparación con la población general. Las áreas rurales, por su menor acceso a recursos económicos y servicios, probablemente enfrentan una incidencia aún mayor de pobreza infantil.

24 Informe Anual del Menor en Andalucía 2021. Defensor del Pueblo Andaluz. <https://www.defensordelpuebloandaluz.es/sites/default/files/informe-anual-de-menores-2021/des-gloses/desglose.php#indice>

2.- Atención a la salud mental.

En 2019, las Unidades de Salud Mental Comunitaria (USMC) atendieron a 26.044 menores, y las Unidades de Salud Mental Infanto-Juvenil (USMIJ) atendieron a 21.164 menores. La tasa de atención fue de 1.825 por cada 100.000 personas menores de 19 años en USMC y 1.117 por cada 100.000 en USMIJ.

La distribución de los menores con este tipo de vulnerabilidad en Andalucía muestra unas diferencias significativas entre niños y niñas en las franjas de 5 a 14 años, siendo los primeros quienes presentan niveles más altos, mientras que para el resto de franjas, 0-4 y 15-18, las cifras se igualan entre ambos géneros.



3.- Maltrato infantil.

El Sistema de Maltrato Infantil Intrafamiliar (SIMIA) registró 9.346 notificaciones en 2021, un incremento del 51,2 % respecto a 2020. De estas notificaciones, un 53,9 % fueron valoradas como maltrato grave y un 46,1 % como leve o moderado.

Provincia	Porcentaje de notificaciones (%)
Almería	6,7 %
Cádiz	14,6 %
Córdoba	10,7 %
Granada	12,3 %
Huelva	5,7 %
Jaén	8,1 %
Málaga	22,9 %
Sevilla	20,9 %

Distribución de notificaciones de maltrato infantil por provincia (2021).

4.- Violencia de género.

Entre 2013 y noviembre de 2021, 330 menores quedaron huérfanos por violencia de género en España. En Andalucía, el número de huérfanos en este periodo fue de 62, representando el 18,8 % del total nacional. Las personas menores de 18 años huérfanas por violencia de género contra sus madres en España y Andalucía entre los años 2013 y 2021 fue tal como se muestra en el cuadro siguiente.

Año	España	Andalucía
2013	42	2
2014	43	3
2015	51	9
2016	30	7
2017	26	5
2018	41	17
2019	47	12
2020	26	3
2021*	24	4
Total	330	62

*Datos hasta noviembre de 2021.

Por su parte, a nivel provincial, las de mayor número de menores huérfanos por violencia de género son Sevilla, Almería y Málaga, con las siguientes cifras absolutas:

Provincia	Total
Sevilla	16
Almería	14
Málaga	11
Granada	8
Cádiz	4
Córdoba	3
Huelva	3
Jaén	3
Total	62

5.- Atención temprana.

La atención temprana se refiere a un conjunto de intervenciones dirigidas a la población infantil, específicamente a niños de 0 a 6 años, sus familias y su entorno. Estas intervenciones están diseñadas para dar respuesta lo más pronto posible a las necesidades transitorias o permanentes que presentan niños con trastornos en su desarrollo o con riesgo de padecerlos.

Bajo estas condiciones de detección de vulnerabilidad, en el año 2021, 31.150 menores de 0 a 6 años recibieron atención temprana en Andalucía. La distribución territorial muestra una mayor concentración en provincias como Sevilla (26,9 %) y Málaga (21,6 %).

Provincia	Porcentaje de atendidos (%)
Almería	6,7 %
Cádiz	14,6 %
Córdoba	8,9 %
Granada	10,7 %
Huelva	4,4 %
Jaén	6,3 %
Málaga	21,6 %
Sevilla	26,9 %

Distribución de Menores en Atención Temprana por Provincia (2021).

5.8. Personas con problemas de adicción²⁵.

Los informes y las estadísticas realizadas al respecto no muestran un enfoque distintivo para el medio rural. Con ello se entiende que la aparición de este tipo de colectivos vulnerables son bastantes generalizadas tanto en entornos urbanos como rurales de forma proporcionada al número de habitantes que residen en cada uno de ellos. Es por eso por lo que, aun no pudiendo identificar de forma diferenciada a estos grupos en el medio rural, si parece importante hacer una referencia a los datos de personas afectadas por problemas de adicción.

1.- Distribución por sexo y edad.

En el año 2021, se registraron un total de 17.238 admisiones a tratamiento en los Centros de Tratamientos Ambulatorios (CTAs) de la Red Pública de Atención a las Adicciones de Andalucía (RPAA). La distribución por sexo y edad es la siguiente refleja que la mayoría de las admisiones son por parte de varones, con un 81,5%. En cambio, las mujeres representan tan sólo el 18,5%, una proporción significativamente menor que los hombres, aunque es importante considerar que las mujeres suelen tener barreras adicionales para acceder al tratamiento, como responsabilidades familiares y estigma social.

La media de edad de las personas admitidas es de 39,8 años, con las mujeres presentando una media de edad ligeramente superior (41,8 años) en comparación con los hombres (39.4 años). Esta diferencia puede indicar que las mujeres tienden a buscar tratamiento a edades más avanzadas que los hombres.

2.- Admisiones por tipos de sustancias.

Las sustancias que motivaron el mayor número de admisiones a tratamiento en 2021 fueron:

Sustancia	Admisiones	Porcentaje
Cocaína	5.140	29,8%
Alcohol	4.910	28,5%
Cannabis	2.625	15,2%
Heroína y/o "rebujaos"	2.186	12,7%
Otros	2.377	13,8%

25 Indicador de Admisiones a Tratamiento por abuso o dependencia a sustancias o por adicciones comportamentales en Andalucía. Año 2021. Agencia de Servicios Sociales y Dependencia de Andalucía. Consejería de Igualdad, Políticas Sociales y Conciliación. Junta de Andalucía.

3.- Análisis.

- **Cocaína:** Es la sustancia que más admisiones ha motivado por tercer año consecutivo, con un 29,8 % del total. Este dato refleja una alta prevalencia de problemas relacionados con el consumo de cocaína.
- **Alcohol:** Representa el 28,5 % de las admisiones, lo que subraya el impacto significativo del alcohol en la salud pública.
- **Cannabis:** Constituye el 15,2 % de las admisiones, pero tiene la particularidad de ser la sustancia principal entre los menores de edad.
- **Heroína y/o “rebujaó”:** Con 12,7 % de las admisiones, esta sustancia continúa siendo un problema considerable, aunque en menor medida que la cocaína y el alcohol.
- **Otros:** Incluyen sustancias menos comunes, pero igualmente importantes desde el punto de vista de la salud pública.

4.- Conclusión.

El análisis de los datos de admisión a tratamiento en 2021 en Andalucía revela importantes tendencias y desafíos:

- La predominancia de hombres en las admisiones a tratamiento sugiere la necesidad de estrategias diferenciadas por género para abordar las barreras que enfrentan las mujeres.
- La alta prevalencia de admisiones por cocaína y alcohol destaca la necesidad de recursos específicos para estas sustancias.
- El significativo número de menores admitidos por problemas con el cannabis indica una urgencia en abordar el consumo temprano y desarrollar programas preventivos dirigidos a la juventud.

Estos datos son esenciales para la planificación y adaptación de servicios de tratamiento y prevención, permitiendo una respuesta más efectiva a las necesidades de las personas con problemas de adicciones en Andalucía.

5.9. Conclusiones sobre la vulnerabilidad en Andalucía.

De los datos expuestos por grupos de vulnerabilidad en Andalucía pueden señalarse como de mayor relieve dentro del medio rural las siguientes características:

1.-Envejecimiento de la población: El envejecimiento demográfico es un fenómeno destacado en Andalucía, con proyecciones que indican un aumento significativo de la población mayor de 65 y 80 años para 2040. Las provincias de Jaén y Granada presentan una mayor prevalencia proporcional de personas mayores, lo que subraya la necesidad de una atención especial en estas áreas donde el ámbito rural tiene un peso reseñable tanto en extensión como en peso poblacional.

Datos:

- Población mayor de 65 años:
 - En 2016: 16,4 % de la población total de Andalucía.
 - Proyección para 2040: 28,6 % de la población total de Andalucía.
- Población mayor de 80 años:
 - En 2016: 4,7 % de la población total de Andalucía.
 - Proyección para 2040: 9 % de la población total de Andalucía.

2.- Dependencia y discapacidad. La dependencia en Andalucía afecta a una parte considerable de la población, especialmente a mujeres y personas mayores. Las discapacidades relacionadas con la movilidad son las más comunes, seguidas por las de vida doméstica y autocuidado.

Es especialmente relevante señalar que la Encuesta sobre Discapacidad, Autonomía personal y situaciones de Dependencia indica una mayor concentración de personas con discapacidad o dependencia en el medio rural: *“La proporción de personas en situación de dependencia desciende a medida que la población del municipio es mayor, pero la pauta se rompe en los municipios de más de 100.000 habitantes o capitales de provincia donde estos porcentajes vuelven a subir. Los municipios con menos de 10.000 habitantes muestran las proporciones más altas en dependencia (64 %) y este porcentaje va descendiendo hasta alcanzar 43 % en los municipios de entre 50.000 y 100.000 habitantes. En los entornos con mayor número de habitantes casi el 6 % se encuentra en situación de dependencia. El porqué de esta relación no es ajeno una vez más a la estructura de eda-*

des, resultando que los entornos más envejecidos son también los que mayores proporciones de discapacidad y dependencia registran."

Datos:

- Personas dependientes en Andalucía:
 - Total: 415.667 personas (5,6 % de la población de 6 y más años).
- Porcentaje de distribución por grupos de edad de las 415.667 personas totales:
 - Entre 6 y 15 años: 2,1 % de la población en ese grupo de edad (8.717 personas).
 - Entre 16 y 64 años: 35 % de la población en ese grupo de edad (145.277 personas).
 - 65 y más años: 63 % de la población en ese grupo de edad (261.673 personas).
- Tipos de discapacidad (porcentaje sobre la población total):
 - Movilidad: 4,6 % (347.527 personas).
 - Vida doméstica: 4,5 % (336.756 personas).
 - Autocuidado: 4,1 % (309.162 personas).
 - Visión: 1,6 % (116.540 personas).
 - Comunicación: 1,5 % (113.540 personas).
 - Aprendizaje y aplicación del conocimiento: 1,4 % (105.108 personas).
 - Audición: 1,1 % (83.471 personas).
 - Relaciones interpersonales: 1,3 % (100.752 personas).

3.- Pobreza y exclusión social. La tasa de riesgo de pobreza o exclusión social es particularmente alta en las zonas poco pobladas. Sin embargo, estas áreas presentan menores niveles de carencia material y social severa, probablemente debido a la solidaridad comunitaria. La baja intensidad en el empleo es otro factor crítico que contribuye al mayor riesgo de pobreza en estas zonas.

Datos:

- Tasa de riesgo de pobreza o exclusión social:
 - Zonas muy pobladas: 28,37 %.
 - Zonas medias: 29,94 %.
 - Zonas poco pobladas: 34,22 %.

- Carencia material y social severa:
 - Zonas muy pobladas: 12,14 %.
 - Zonas medias: 13,72 %.
 - Zonas poco pobladas: 10,74 %.
- Baja intensidad en el empleo:
 - Zonas muy pobladas: 12,74 %.
 - Zonas medias: 11,01 %.
 - Zonas poco pobladas: 13,38 %.

4.- Violencia de género y doméstica. Las denuncias por violencia de género varían notablemente entre las provincias. La violencia doméstica, que incluye diversas formas de maltrato, afecta a individuos de todas las edades y géneros. La tendencia al alza en el número de víctimas desde 2011 subraya la necesidad de mejorar las políticas de protección y los mecanismos de denuncia.

Datos:

- Número de denuncias por violencia de género por cada 10.000 mujeres:
 - Sevilla: 612 denuncias.
 - Málaga: 795 denuncias.
 - Granada: 105,8 denuncias.
 - Huelva: 949 denuncias.
- Violencia doméstica (número total de víctimas en 2023):
 - Todas las edades: 9.126 víctimas.
 - Menores de 18 años: 1.880 víctimas.
 - De 18 a 24 años: 822 víctimas.
 - De 25 a 44 años: 1.755 víctimas.
 - De 45 a 64 años: 1.304 víctimas.
 - 65 y más: 625 víctimas.

5.- Sinhogarismo. El sinhogarismo se concentra principalmente en los municipios más poblados de Andalucía, como Sevilla y Málaga. La mayoría de las personas sin hogar son hombres, y el rango de edad más afectado es el de 45 a 64 años. La falta de datos específicos sobre el medio rural sugiere la necesidad de investigaciones más focalizadas para comprender mejor la situación en estas áreas.

Datos:

- Número total de personas sin hogar en Andalucía (2022):
 - Total: 5.539 personas.
- Ciudades con mayor población sin hogar:
 - Sevilla: 525 personas.
 - Málaga: 373 personas.
 - Granada: 198 personas.
 - Córdoba: 202 personas.

6.- Menores en situación de especial vulnerabilidad. Los menores de 18 años en situación de especial vulnerabilidad por riesgo de pobreza grave en Andalucía alcanzan al 10,1%. Las áreas rurales, debido a su menor acceso a recursos económicos y servicios, probablemente enfrentan una mayor incidencia de pobreza infantil.

Datos:

- Menores en riesgo de pobreza grave:
 - 10,1 % de los menores de 18 años (159.402 niños y adolescentes).
- Atención a la salud mental:
 - Menores atendidos en Unidades de Salud Mental Comunitaria (USMC) en 2019: 26.044.
 - Menores atendidos en Unidades de Salud Mental Infanto-Juvenil (USMIJ) en 2019: 21.164.
- Maltrato infantil (notificaciones en 2021):
 - Total de notificaciones: 9.346.
 - Maltrato grave: 53,9 %.
 - Maltrato leve o moderado: 46,1%.
- Atención temprana (menores de 0 a 6 años en 2021):
 - Total: 31.150 menores.
 - Distribución por provincia:
 - Sevilla: 26,9 %.
 - Málaga: 21,6 %.

7.- Adicciones. Los informes y estadísticas realizadas no muestran un enfoque distintivo para el medio rural, lo que sugiere que la aparición de colectivos vulnerables por problemas de adicción es bastante generalizada en ambos entornos, urbano y rural, proporcionalmente al número de habitantes que residen en cada uno de ellos.

Datos:

- Total: 17.238 admisiones.
- Distribución por sustancia:
 - Cocaína: 5.140 admisiones (29,8 %).
 - Alcohol: 4.910 admisiones (28,5%).
 - Cannabis: 2.625 admisiones (15,2 %).
 - Heroína y/o "rebujaó": 2.186 admisiones (12,7 %).
 - Otras sustancias: 2.377 admisiones (13,8 %).

6

Digitalización del medio rural andaluz

6.1. Cobertura de banda ancha en Andalucía.

La digitalización en áreas rurales representa un desafío y una oportunidad crucial para mejorar la eficiencia de los servicios municipales y, en particular, del suministro y saneamiento de agua. La conexión a la red de datos ya sea mediante fibra, cable o radiofrecuencia es una cuestión imprescindible previa al despliegue de tecnologías que contribuyan a tal eficiencia en los pequeños y medianos municipios.

En el caso de estudio que tratamos, la conectividad de los contadores de agua con telelectura es un requisito previo imprescindible para poder llevar a cabo un servicio de cobertura a grupos vulnerables. Sin el acceso a internet desde los puntos de instalación de estos contadores, no se podría alcanzar los objetivos que aquí se persiguen.

Afortunadamente, desde la Unión Europea, el Gobierno de España y la Junta de Andalucía se han venido desarrollando comunicaciones, directivas, planes, estrategias y agendas que han promovido la expansión de las infraestructuras de comunicación de la red de datos en la totalidad del territorio. Como ejemplos más destacados de dicha línea de trabajo desde las distintas administraciones públicas, destacamos:

a.- Nivel Europeo:

- Directiva (UE) 2018/1972 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, por la que se establece el Código Europeo de las Comunicaciones Electrónicas.
- Plan COM (2016) 587 final: "Conectividad para un Mercado Único

Digital Competitivo: hacia una sociedad europea del Gigabit”, Comisión Europea, 14 de septiembre de 2016.

- Plan de Acción de 5G para Europa (COM (2016) 588 final), Comisión Europea, 14 de septiembre de 2016.

b.- Nivel nacional:

- Plan para la Conectividad y las Infraestructuras Digitales y Estrategia de impulso a la tecnología 5G (2020) – Gobierno de España.
- Estrategia España Digital 2026 – Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital.
- Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (Componente 15: Conectividad Digital, impulso de la ciberseguridad y despliegue del 5G) – Gobierno de España.
- Plan de Cultura Digital en la Escuela (2013) del Ministerio de Educación y Formación Profesional: Documento marco que establece la estrategia nacional para la digitalización del sistema educativo.
- Agenda Digital para España (2013): Documento estratégico que guía la transformación digital en España, incluyendo componentes específicos para la educación digital.
- programa Escuelas Conectadas en la web oficial de Red.es, donde se detallan las especificaciones técnicas, el marco financiero y los resultados obtenidos en diferentes comunidades autónomas, incluyendo Andalucía.

c.- Nivel autonómico:

- Plan de Capacitación Digital de Andalucía 2022-2025. Agencia Digital de Andalucía. Junta de Andalucía
- Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares y Técnicas del Servicio de Telecomunicaciones para la Red Corporativa de la Junta de Andalucía: Este es el documento oficial que regula el contrato, disponible a través de la Plataforma de Contratación del Sector Público y de la Consejería de Hacienda y Financiación Europea de la Junta de Andalucía.

La Red Corporativa de la Junta de Andalucía tiene como objetivo fundamental establecer una infraestructura de telecomunicaciones de alta capacidad que garantice:

- **Conectividad de alta velocidad:** Conexión mediante fibra óptica a todos los centros de salud, lo que asegura velocidades superiores a 100 Mbps, con potencial de escalabilidad a velocidades mayores según las necesidades futuras.
- **Seguridad y fiabilidad:** Implementación de mecanismos de seguridad avanzados para proteger los datos sensibles del sistema de salud, garantizando además una alta disponibilidad del servicio.
- **Integración y centralización:** Todos los centros de salud estarán conectados a una red corporativa centralizada, lo que facilita la gestión, el mantenimiento y la supervisión de las telecomunicaciones en todo el territorio andaluz.
- **Optimización de servicios:** Mejora en la prestación de servicios de salud, facilitando la implementación de tecnologías como la telemedicina, el acceso remoto a historiales médicos y la interoperabilidad entre los diferentes sistemas de salud.

Como se puede observar, han sido numerosas las iniciativas llevadas a cabo al objeto de facilitar el acceso a la red en cualquier parte del territorio para evitar el incremento de la brecha digital. Una brecha digital que se refiere a la disparidad en el acceso, uso y calidad de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), particularmente en lo que respecta a la infraestructura de banda ancha. En este sentido, mientras que las zonas urbanas suelen tener acceso a redes de alta velocidad y tecnologías avanzadas, las áreas rurales a menudo venían sufriendo de una conectividad limitada, velocidades de internet más bajas y menor disponibilidad de servicios digitales, lo que impactaba negativamente en su desarrollo económico y social^{26 y 27}.

El Informe de Cobertura de Banda Ancha en España en el año 2023²⁸, cuyo objetivo es “*dar a conocer el progreso de España hacia los objetivos marcados por la Unión Europea en conectividad digital...*”, identifica tres tipos de tecnología para ofrecer una imagen sobre la realidad del acceso a internet en el territorio nacional:

26 Comisión Europea. (2020). *Digital Economy and Society Index (DESI) 2020 Report*. Unión Europea.

27 OECD. (2019). *Bridging the Rural Digital Divide** OECD Digital Economy Papers, No. 265, OECD Publishing, Paris.

28 Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, Ministerio para la Transformación digital y de la Función Pública (2024). Cobertura de Banda Ancha en España en el año 2023.

- **FTTH (Fiber to the Home)**²⁹: Es una tecnología avanzada que lleva la fibra óptica directamente hasta los hogares, permitiendo conexiones de internet de alta velocidad y baja latencia. Es especialmente importante en el contexto de áreas rurales y urbanas con baja densidad de población, donde otras tecnologías podrían no ser tan efectivas. Según la Comisión Europea (2019), FTTH es esencial para asegurar una conectividad de alta calidad en toda la región.
- **LTE (Long Term Evolution)**³⁰: Parte de las tecnologías 4G, proporciona conectividad móvil de alta velocidad. Es crucial en áreas donde la infraestructura fija es limitada, ofreciendo una alternativa robusta para acceder a servicios de internet de alta velocidad. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (2020) considera que LTE es fundamental para la conectividad rural, donde la instalación de fibra puede ser más difícil y costosa.
- **ADSL a 10 Mbps**³¹: Sigue siendo una opción importante en muchos municipios, especialmente en aquellos donde la infraestructura para FTTH no está disponible. Aunque ofrece velocidades más bajas que FTTH o LTE, es una solución accesible para proporcionar conectividad básica. Según el Banco Mundial (2016), el ADSL sigue siendo una tecnología relevante en regiones con infraestructura limitada.

A través de los datos que pone a disposición el Ministerio para la Transformación Digital y de la Función Pública³² con relación a la accesibilidad a la banda ancha, se puede llevar a cabo una lectura del grado de acceso del medio rural en Andalucía. Para ello, hemos agrupado previamente a los municipios de menos de 10.000 habitantes en 4 grupos en función al número de personas censadas para que nos permita caracterizar más pormenorizadamente la singularidad rural:

- < 10.000 y > 5.000 hab.: 101 (12,98 %).
- < 5.000 y > 2.500 hab.: 151 (19,41 %).
- < 2.500 y > 1.000 hab.: 164 (21,08 %).
- < 1.000 hab.: 207 (26,61 %).

29 Comisión Europea. (2019). Broadband Coverage in Europe 2019. Bruselas: European Commission. ISBN: 978-92-79-99017-6.

30 International Telecommunication Union (ITU). (2020). Measuring digital development: Facts and figures 2020. Geneva: ITU. ISBN: 978-92-61-27911-7.

31 World Bank. (2016). World Development Report 2016: Digital Dividends. Washington, D.C.: World Bank. ISBN: 978-1-4648-0671-1.

32 Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales y Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial del Ministerio para la Transformación Digital y Función Pública del Gobierno de España. <https://avancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/cobertura/consulta/Paginas/consulta-cobertura-banda-ancha.aspx>

El conjunto de estos municipios de menos de 10.000 habitantes constituye el 80,08 % de los 778 totales de Andalucía, lo que le confiere a estos pequeños y medianos municipios un peso muy importante en la configuración de la estructura territorial de la región andaluza.

Los datos que se pueden extraer de la web del Ministerio para la Transformación Digital en cuanto a cobertura de banda ancha, detallan el porcentaje de viviendas que tienen acceso a la FTTH, LTE o ADSL. En este estudio de investigación, con la intención de no tomar como cubiertos a los municipios que tienen un nivel excesivamente escaso de cobertura de banda ancha, se ha optado por contemplar aquello que tengan, al menos, un 10% de sus hogares con acceso a alguno de estas tipologías de conexión, entendiendo que se puede llevar a cabo el servicio de telelectura de contadores digitales de agua a través de pequeñas inversiones en infraestructuras de redes.

La cobertura en pequeños municipios andaluces en 2023 se refleja en la siguiente tabla:

Cobertura > 10% de datos por municipios en Andalucía							
Habitantes	Nº municipios	LTE		ADSL		FIBRA	
		Nº municipios	%	Nº municipios	%	Nº municipios	%
Almería							
< 1.000	51	44	48,35%	17	18,68%	1	1,10%
1.000-2.500	16	16	17,58%	14	15,38%	1	1,10%
2.500-5000	15	15	16,48%	14	15,38%	4	4,40%
5.000-10.000	9	9	9,89%	9	9,89%	5	5,49%
Total	91	84	92,31%	54	59,34%	11	12,09%
Cádiz							
< 1.000	3	1	4,35%	3	13,04%	0	0,00%
1.000-2.500	5	5	21,74%	4	17,39%	0	0,00%
2.500-5000	4	4	17,39%	4	17,39%	2	8,70%
5.000-10.000	11	11	47,83%	11	47,83%	1	4,35%
Total	23	21	91,30%	22	95,65%	3	13,04%
Córdoba							
< 1.000	11	10	16,39%	8	13,11%	0	0,00%
1.000-2.500	18	14	22,95%	14	22,95%	0	0,00%
2.500-5000	19	19	31,15%	18	29,51%	4	6,56%
5.000-10.000	13	13	21,31%	13	21,31%	8	13,11%
Total	61	56	91,80%	53	86,89%	12	19,67%
Granada							
< 1.000	67	54	36,00%	39	26,00%	0	0,00%
1.000-2.500	45	37	24,67%	41	27,33%	2	1,33%
2.500-5000	20	20	13,33%	20	13,33%	4	2,67%
5.000-10.000	18	18	12,00%	18	12,00%	9	6,00%
Total	150	129	86,00%	118	78,67%	15	10,00%
Huelva							
< 1.000	26	21	32,31%	13	20,00%	0	0,00%
1.000-2.500	17	14	21,54%	15	23,08%	0	0,00%
2.500-5000	16	16	24,62%	15	23,08%	1	1,54%
5.000-10.000	6	6	9,23%	6	9,23%	3	4,62%
Total	65	57	87,69%	49	75,38%	4	6,15%
Jaén							
< 1.000	16	15	18,29%	11	13,41%	0	0,00%
1.000-2.500	28	27	32,93%	26	31,71%	0	0,00%
2.500-5000	26	25	30,49%	26	31,71%	2	2,44%
5.000-10.000	12	12	14,63%	12	14,63%	6	7,32%
Total	82	79	96,34%	75	91,46%	8	9,76%

Cobertura > 10% de datos por municipios en Andalucía							
Habitantes	Nº municipios	LTE		ADSL		FIBRA	
		Nº municipios	%	Nº municipios	%	Nº municipios	%
Málaga							
< 1.000	28	28	33,33%	19	22,62%	0	0,00%
1.000-2.500	24	20	23,81%	22	26,19%	2	2,38%
2.500-5000	24	24	28,57%	22	26,19%	5	5,95%
5.000-10.000	8	8	9,52%	8	9,52%	6	7,14%
Total	84	80	95,24%	71	84,52%	13	15,48%
Sevilla							
< 1.000	5	4	5,97%	3	4,48%	0	0,00%
1.000-2.500	11	7	10,45%	9	13,43%	0	0,00%
2.500-5000	27	27	40,30%	25	37,31%	6	8,96%
5.000-10.000	24	24	35,82%	24	35,82%	14	20,90%
Total	67	62	92,54%	61	91,04%	20	29,85%

Tal como se puede observar, en el total de Andalucía la cobertura de banda ancha en municipios con menos de 10.000 habitantes es destacable, especialmente en términos de tecnología LTE, que alcanza una cobertura del 91,17 % de los municipios. En este segmento, los que tienen menos de 1.000 habitantes disfrutan de una cobertura LTE del 85,5 %, lo cual refleja un acceso significativo, aunque inferior al de los municipios más grandes.

En cuanto a la cobertura mediante ADSL, el panorama también es considerablemente bueno, con un 80,73 % de los municipios cubiertos en total, mantenida con cifras suficientes incluso en municipios de menos de 1.000 habitantes, con una cobertura del 54,59 %. No obstante, en municipios de 5.000 a 10.000 habitantes, la cobertura alcanza el 100%, lo que indica que esta tecnología es la más relevante en áreas con mayor densidad de población.

La cobertura de fibra óptica, sin embargo, es la más limitada en toda Andalucía. En los municipios con menos de 1.000 habitantes, la cobertura es extremadamente baja, apenas alcanzando al 0,48 % de ellos. En general, para los municipios con menos de 10.000 habitantes, la fibra óptica cubre al 13,8 % de la población, siendo más común en los de mayor tamaño, donde el 51,5 % de los municipios de 5.000 a 10.000 habitantes tienen acceso a esta tecnología.

Estos datos resaltan una fuerte dependencia de tecnologías más antiguas como ADSL en municipios más pequeños, mientras que la fibra óptica, a pesar de su mejor rendimiento, aún no ha alcanzado una penetración significativa en las áreas rurales. La cobertura LTE, sin embargo, ha logrado un alcance considerable en la mayoría de los municipios, posicionándose como la tecnología de acceso más extendida en áreas menos pobladas.

Según los datos disponible del año 2023, en Andalucía tan sólo existen 17 municipios que aún no están conectados, al menos en un 10 % de sus viviendas, a algún tipo de tecnología de banda ancha. Ellos representan tan sólo el 2,73 % de los municipios de menos de 10.000 habitantes de la región, afectando a 9.305 personas que es, por su parte, el 0,57 %

de la población de este conjunto de pequeños y medianos municipios y el 0,11 % de la población de Andalucía. En cualquier caso, por irrisoria que sea la cifra, no se puede dejar de acudir a realizar las inversiones necesarias para que el conjunto de la población tenga acceso a tales beneficios de cobertura de banda ancha.

La lista de municipios que se encuentran en esta situación de nula o escasa conexión es, concretamente:

Provincias	Municipios	Población
Almería	Cóbdar	169
Almería	Laroya	176
Almería	Bacares	272
Almería	Bayárcal	323
Almería	Sierro	401
Granada	Polícar	234
Granada	Ferreira	303
Granada	Dúdar	347
Granada	Huélago	406
Granada	Beas de Granada	1.004
Granada	Jayena	1.119
Huelva	Cumbres de Enmedio	50
Huelva	Cumbres de San Bartolomé	404
Huelva	Granado, El	525
Huelva	Santa Bárbara de Casa	1.087
Sevilla	Villanueva de San Juan	1.202
Sevilla	Algámitas	1.283

6.2. La digitalización del ciclo urbano del de agua³³ en el medio rural.

Sin entrar en especificaciones técnicas sobre los requerimientos técnicos para la implantación de los sistemas necesarios para la implantación de la digitalización de los sistemas de suministro y saneamiento de aguas urbanas, como sensores, infraestructuras de comunicación, telemando, monitorización, modelización, software de gestión, etc. que se verá en el capítulo siguiente, en el presente punto analizamos las dificultades generales a las que se enfrentan los pequeños y medianos municipios a la hora de llevar a cabo la digitalización del agua.

La gestión del agua en áreas rurales ha sido históricamente desafiante dentro del ciclo integral del agua debido a factores como la dispersión geográfica, la diversidad de fuentes hídricas y la limitada disponibilidad de recursos humanos y técnicos. En las últimas décadas, la creciente atención a la sostenibilidad y el acceso equitativo al agua ha impulsado una transformación en estos sistemas. La digitalización emerge como una herramienta fundamental, permitiendo una gestión más eficiente y adaptable que mejora la transparencia y la respuesta ante desafíos específicos del entorno rural.

Más allá de la simple implementación de tecnologías, la digitalización representa un cambio en el enfoque de la gestión hídrica, integrando desde la monitorización en tiempo real y el control automatizado de infraestructuras hasta la utilización de datos avanzados en la toma de decisiones. En municipios pequeños y áreas rurales, donde los recursos son frecuentemente limitados, la digitalización ofrece una solución efectiva a las limitaciones estructurales, aumentando la eficiencia y la calidad del servicio.

La necesidad de digitalización en el medio rural se hace evidente al considerar los desafíos específicos de estos sistemas. A menudo fragmentados y sin supervisión continua, los servicios de abastecimiento y saneamiento en estas zonas presentan ineficiencias y problemas de calidad que pueden resolverse mediante una mayor automatización y reducción de costos operativos, mejorando así el servicio.

Las TIC en la gestión del agua proporcionan ventajas cruciales en pequeños municipios, facilitando la monitorización remota, el control en tiempo real y la gestión eficiente de órdenes de trabajo mediante la localización precisa de las necesidades de mantenimiento. Estas capacidades son esenciales para una planificación adaptativa en un

33 Libro Verde de la Gobernanza del Agua en España. Vicepresidencia Cuarta del Gobierno. Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico. Gobierno de España. AGENDA 2030. 2020.

contexto de Cambio Climático, donde la disponibilidad de recursos es cada vez más variable. La integración y análisis de grandes volúmenes de datos permiten anticiparse a fallos y desequilibrios en el sistema.

Sin embargo, el proceso de digitalización en áreas rurales enfrenta desafíos significativos. La infraestructura de conectividad es a menudo limitada, aunque se espera una cobertura más completa en un futuro próximo. Asimismo, los costes iniciales de implementación de sistemas avanzados de TIC pueden ser altos, y muchos municipios carecen de los recursos necesarios para una transición independiente. La capacitación del personal en estas tecnologías es también crítica para asegurar la efectividad y sostenibilidad de los sistemas.

El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico ha abordado estas barreras, proporcionando un marco de apoyo a los municipios rurales en su camino hacia la digitalización. Iniciativas como el *Libro Verde de la Gobernanza del Agua* destacan el papel de las TIC en la gestión hídrica, presentando tanto oportunidades como retos específicos. Los informes temáticos que complementan el Libro muestran una serie de ejemplos de éxito aplicables a diferentes contextos rurales, proporcionando modelos replicables.

En este sentido, la digitalización es más que una respuesta inmediata: representa una estrategia a largo plazo para asegurar la sostenibilidad y resiliencia de los sistemas hídricos rurales. La capacidad de los municipios de gestionar eficazmente sus recursos dependerá en gran medida de su habilidad para adaptar estas innovaciones a sus realidades. Este proceso requiere no solo inversiones en tecnología, sino también un enfoque colaborativo que involucre a las autoridades locales, operadores y la comunidad.

En resumen, la digitalización de la gestión del agua en el medio rural es un proceso complejo, con un potencial significativo para mejorar la eficiencia y equidad en el acceso a los recursos hídricos. A partir de aquí, profundizaremos en los siguientes puntos en las implementaciones prácticas de estas tecnologías y en las lecciones aprendidas para el futuro de la gestión del agua en entornos rurales.

Beneficios y desafíos de la digitalización.

La digitalización de la gestión del agua en el medio rural representa una innovación con un potencial transformador significativo, pero también conlleva desafíos inherentes que deben ser cuidadosamente gestionados para maximizar sus beneficios. Este punto examina en detalle tanto los beneficios como los desafíos de la digitalización, basándose en los análisis proporcionados en los informes del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

1.- Beneficios de la digitalización.

Aunque más adelante se dedicará un punto específico a señalar las bondades de la digitalización en la gestión del Ciclo Integral del Agua, especialmente en la reducción del agua no registrada que directa e indirectamente beneficia al conjunto de la sociedad gracias a que reduce los costes de producción, en este primer punto señalamos como la digitalización contribuye en otros campos de la gestión del agua de forma notable:

a.- Mejora en la eficiencia operativa.

Uno de los beneficios más evidentes de la digitalización es la mejora en la eficiencia operativa. Las tecnologías digitales, como SCADA y las plataformas de gestión de información, permiten una monitorización en tiempo real y un control automatizado de los sistemas de agua. Esto reduce la necesidad de intervenciones manuales y minimiza el riesgo de errores humanos, lo que es especialmente beneficioso en municipios rurales donde los recursos humanos son limitados.

Los sistemas automatizados permiten ajustar de manera precisa y rápida los procesos operativos, como el bombeo, el tratamiento del agua y la gestión de redes de distribución, en respuesta a las condiciones cambiantes. Esto no solo mejora la eficiencia del uso de recursos, como energía y productos químicos, sino que también asegura un suministro más confiable y constante de agua a los usuarios finales. Según los informes revisados, la capacidad de responder rápidamente a cambios en la demanda o a eventos inesperados, como fallos en la infraestructura, es una de las principales ventajas operativas que ofrece la digitalización.

b.- Optimización del uso de recursos hídricos.

La digitalización también contribuye significativamente a la optimización del uso de los recursos hídricos. Herramientas como los GIS y los sensores inteligentes permiten una evaluación continua y detallada de la disponibilidad y calidad del agua. Esta información es vital para la toma de decisiones sobre la asignación de recursos, la planificación del abastecimiento y la gestión de emergencias, especialmente en áreas rurales con acceso limitado por lejanía o dificultad.

Los datos obtenidos de estos sistemas permiten a los gestores identificar patrones de uso, prever demandas futuras y detectar ineficiencias, como fugas o sobreexplotación de fuentes. En conjunto, estas capacidades permiten una gestión más sostenible y equitativa del agua, asegurando que este recurso crítico se utilice

de manera óptima y se conserve para las generaciones futuras.

c.- Mejora en la calidad del agua.

La monitorización continua de la calidad del agua es otro beneficio clave de la digitalización. Los sistemas de sensores y las plataformas de análisis de datos permiten la detección temprana de contaminantes y desviaciones en los parámetros de calidad del agua, lo que facilita una intervención rápida y eficaz. Esto es crucial en municipios rurales donde la calidad del agua puede verse afectada por fuentes de contaminación localizadas o difusas, así como por fluctuaciones en las condiciones ambientales.

La capacidad de detectar y corregir problemas de calidad del agua en tiempo real reduce el riesgo de que los usuarios reciban agua no apta para el consumo, protegiendo la salud pública y cumpliendo con las normativas vigentes. Además, la recopilación de datos históricos sobre la calidad del agua permite a los operadores identificar tendencias a largo plazo y planificar mejoras en la infraestructura de tratamiento y distribución.

d.- Transparencia y participación ciudadana.

La digitalización también mejora la transparencia en la gestión del agua y facilita una mayor participación ciudadana. Las plataformas digitales pueden proporcionar a los usuarios finales acceso a información actualizada sobre el estado del sistema hídrico, la calidad del agua y las políticas de gestión. Esta transparencia fomenta la confianza en los gestores del agua y permite a las comunidades locales estar mejor informadas y participar en la toma de decisiones sobre el uso y conservación del agua.

En el contexto de los pequeños municipios, donde la relación entre los gestores y la comunidad es más cercana, la capacidad de proporcionar información clara y oportuna es un factor clave para el éxito de las políticas de gestión del agua. Además, la participación ciudadana en la gestión del agua, facilitada por las TIC, puede conducir a un uso más responsable y consciente del recurso, apoyando las iniciativas de conservación y sostenibilidad.

2.- Desafíos de la digitalización.

a.- Costos de implementación.

Uno de los desafíos más significativos asociados con la digitalización en el medio rural es el alto costo de implementación. La instalación de infraestructuras digitales, como sensores, redes de comunicación y sistemas SCADA, requiere una inversión inicial considerable que puede estar fuera del alcance de los pequeños municipios. Además, los costos recurrentes asociados al mantenimiento y actualización de estas tecnologías pueden representar una carga financiera continua.

Esto subraya la necesidad de apoyar financieramente, ya sea a través de subvenciones gubernamentales, financiación europea u otros mecanismos de apoyo, la adopción de tecnologías digitales en estas áreas de la digitalización de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua potable a la población.

La dificultad es reconocida por el propio gobierno regional andaluz. Es la razón por la que el 23 de mayo de 2024 la Junta de Andalucía publica las *"Ayudas a inversiones para el fomento de la digitalización del control de los usos del agua urbana en redes de abastecimiento de municipios menores de 20.000 habitantes en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia"*, cuyo objetivo es modernizar la gestión del agua mediante la digitalización, la innovación y la formación. Esta iniciativa busca mejorar la eficiencia y sostenibilidad en el uso del agua, incrementando la transparencia y el conocimiento de los recursos hídricos, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos ambientales establecidos en la planificación hidrológica.

Se trata de un apoyo esencial puesto que el abastecimiento de agua es una competencia municipal y la falta de digitalización limita la capacidad de los pequeños municipios para reducir pérdidas y mejorar la eficiencia de las redes de suministro. De modo que el apoyo financiero en este campo contribuye a que las entidades locales cumplan con varios objetivos, el ambiental al reducir la presión sobre los recursos naturales, la mejora en la eficiencia de la gestión y la prestación de un servicio de calidad similar al de áreas urbanas más densamente pobladas.

b.- Limitaciones de infraestructura.

Las limitaciones de infraestructura en las áreas rurales también representan un desafío para la digitalización. Aunque como se ha analizado previamente, la cobertura de banda ancha está notablemente extendida en el territorio andaluz, aún siguen existiendo

enclaves con escasa o nulo acceso, lo que dificulta la implementación efectiva de soluciones basadas en TIC. Por otra parte, hay que señalar que la antigüedad de las infraestructuras hidráulicas, como tuberías y plantas de tratamiento, puede no estar preparadas para la integración de sistemas digitales avanzados, lo que requeriría inversiones adicionales en modernización. Esto es particularmente problemático en regiones montañosas o de difícil acceso, donde la instalación y mantenimiento de redes de comunicación es más complejo y costoso.

c.- Capacitación.

Otro desafío crítico es la necesidad de capacitar al personal local en el uso y mantenimiento de las nuevas tecnologías. La digitalización introduce sistemas y procesos que son significativamente más complejos que las infraestructuras tradicionales, lo que requiere un nivel más alto de conocimientos técnicos. En muchos municipios rurales, el personal encargado de la gestión del agua puede no tener la formación necesaria para operar y mantener estos sistemas, lo que podría limitar la efectividad de la digitalización.

La formación continua y el desarrollo de capacidades son esenciales para garantizar que el personal pueda utilizar plenamente las nuevas tecnologías y responder de manera efectiva a cualquier problema que pueda surgir. Sin embargo, proporcionar esta formación requiere recursos adicionales y tiempo, lo que puede ser un obstáculo en municipios con recursos limitados.

d.- Resistencia al cambio.

Finalmente, la resistencia al cambio es un desafío común en la digitalización de cualquier sector y la gestión del agua no es una excepción. Los operadores que han trabajado durante años con los mismos sistemas pueden ser reacios a adoptar nuevas tecnologías, modos o rutinas, especialmente si perciben que estas implican una mayor complejidad o un riesgo adicional por un mayor control sobre sus actuaciones. Superar esta resistencia requiere un enfoque estratégico que incluya la sensibilización sobre los beneficios de la digitalización, así como el apoyo en la transición hacia los nuevos sistemas.

La resistencia al cambio puede estar motivada por el miedo a lo desconocido, la falta de confianza en las nuevas tecnologías o simplemente la comodidad con los métodos existentes. Por ello, es fundamental involucrar a todos los actores desde las primeras etapas del proceso de digitalización, proporcionando la formación y el apoyo necesarios para facilitar la transición.

3.- Conclusión.

En resumen, la digitalización de la gestión del agua en el medio rural ofrece múltiples beneficios, como la mejora en la eficiencia operativa, la optimización de los recursos hídricos, la mejora en la calidad del agua y el servicio y el aumento de la transparencia y participación ciudadana. Sin embargo, estos beneficios vienen acompañados de desafíos significativos, como los costos de implementación, las limitaciones de infraestructura, la necesidad de capacitación y la resistencia al cambio. Superar estos desafíos es crucial para que los pequeños municipios puedan aprovechar plenamente el potencial de las TIC en la gestión del agua, asegurando un suministro sostenible y equitativo para sus comunidades.

7

Smart Metering

7.1. Definición de *Smart Metering*.

La gestión del ciclo integral del agua se enfrenta a desafíos crecientes debido al Cambio Climático, el crecimiento de las zonas urbanas y la necesidad de optimizar recursos en un contexto de sostenibilidad. En este escenario, la digitalización y la transformación tecnológica juegan un papel crucial para mejorar la eficiencia y la calidad del servicio de abastecimiento y saneamiento de agua. *Smart Metering*, o telelectura avanzada, es una tecnología clave dentro de esta transformación digital que permite gestionar de forma más precisa y eficiente los recursos hídricos³⁴.

La telelectura se ha consolidado como una solución integral que ofrece beneficios significativos tanto para las operadoras de agua como para los usuarios finales. Según el "*Estudio de telelectura para empresas públicas de aguas*" realizado por AEOPAS, el *Smart Metering* no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también facilita una gestión más transparente y participativa del recurso hídrico, integrando a los

34 Di Nardo, A., Boccelli, D. L., Herrera, M., Creaco, E., Cominola, A., Sitzenfrei, R., & Taormina, R. (2021). Smart Urban Water Networks: Solutions, Trends and Challenges. *Water*, 13(4), 501.

ciudadanos en el proceso de toma de decisiones³⁵.

El término *Smart Metering* se refiere a la implementación de dispositivos avanzados de medición de consumo de agua que están equipados con capacidades de comunicación en tiempo real. Estos dispositivos permiten la recopilación y transmisión de datos detallados sobre el consumo de agua, no ciñéndose exclusivamente a los contadores de los usuarios finales, sino a todo los sectores que componen las infraestructuras de los sistemas de abastecimiento y saneamiento de aguas municipales, permitiéndolo tener un control exhaustivo y en tiempo real del volumen de entrada, los caudales circulantes por los distintos sectores, el consumo específico por usuario y franja temporal, las aguas residuales y pluviales evacuadas de los espacios urbanos, la entrada de agua en las estaciones de depuración, los desbordamientos de los sistemas por episodios de lluvias torrenciales... En definitiva, un número extenso de parámetros que pueden ser analizados de forma sincronizada gracias a la informática para determinar acciones sobre cualquier punto de la red del ciclo urbano del agua.

Los componentes clave de un sistema de *Smart Metering* son fundamentalmente tres:

- **Medidores inteligentes:** Dispositivos que registran el consumo de agua en intervalos cortos de tiempo y transmiten estos datos a través de redes inalámbricas o cableadas. Estos medidores pueden ser parte de una Infraestructura Avanzada de Medición que permite una comunicación bidireccional con el sistema central de gestión.
- **Red de comunicaciones:** Infraestructura que soporta la transmisión de datos desde los medidores inteligentes hacia un sistema centralizado para su análisis. Las tecnologías utilizadas incluyen redes de radiofrecuencia, redes móviles y tecnologías IoT³⁶.
- **Plataforma de gestión de datos:** Sistemas de software que reciben, almacenan y analizan los datos de consumo de agua. Estas plataformas ofrecen herramientas de análisis avanzadas que permiten generar informes detallados, detectar patrones inusuales de consumo y gestionar la demanda de manera más efectiva³⁷.

35 Babiano Amelibia, L. Dir. Torralba, Silgado A.J. y González Carvajal R. Estudio de telelectura para empresas públicas de aguas. Asociación Española de Operadores Públicos de Abastecimiento y Saneamiento (AEOPAS). Sevilla. 2023.

36 Di Nardo, A., Boccelli, D. L., Herrera, M., Creaco, E., Cominola, A., Sitzenfrei, R., & Taormina, R. (2021). Smart Urban Water Networks: Solutions, Trends and Challenges. *Water*, 13(4), 501.

37 Cominola, A., Giuliani, M., Piga, D., Castelletti, A., & Rizzoli, A. E. (2015). Benefits and challenges of using smart meters for advancing residential water demand modeling and management: A review. *Environmental Modelling & Software*, 72, 198-214.

7.2. Evolución desde la metodología AMR a la tecnología AMI.

La evolución desde la metodología AMR (*Automated Meter Reading*) a la tecnología AMI (*Advanced Metering Infrastructure*) ha transformado la gestión del agua urbana, mejorando la precisión, eficiencia y capacidad de respuesta en los sistemas de distribución. Esta transición ha sido impulsada por la necesidad de gestionar de manera más eficaz los recursos hídricos y mejorar al mismo tiempo la interacción con los consumidores.

Definición y características de AMR.

La metodología AMR se refiere a la tecnología que permite la lectura automatizada de contadores de agua. Los sistemas AMR recolectan datos de consumo y los transmiten automáticamente a través de varios medios, como radiofrecuencia o redes móviles. Las características clave de AMR incluyen:

- **Lectura automática:** Recopilación de datos de consumo sin intervención manual que pueda mejorar la precisión y reduciendo errores³⁸.
- **Frecuencia de lectura reducida:** Las lecturas suelen realizarse habitualmente una vez al mes y, en el mejor de los casos, una vez al día, lo que limita la capacidad para detectar problemas en tiempo real.
- **Comunicación unidireccional:** Los medidores envían datos al servidor central, pero no reciben comandos, lo que restringe la capacidad de gestión remota³⁹.

Definición y características de AMI.

La tecnología AMI representa una evolución significativa respecto a AMR, proporcionando una infraestructura avanzada que permite la comunicación bidireccional y una mayor frecuencia de recolección de datos. Las características clave de AMI incluyen:

- **Lectura en tiempo real:** Permite la recolección de datos en intervalos cortos, a menudo en tiempo real, proporcionando una visión detallada y continua del consumo de agua⁴⁰. Cuando se

38 Badger Meter. (2022). AMR vs. AMI: What's the Difference? <https://www.badgermeter.com/es-us/>

39 EPA. (2021). Using Advanced Metering Infrastructure in a Water Quality Surveillance System.

40 Alliance for Water Efficiency. (2021). Advanced Metering Infrastructure: A Guidance Manual for Water Utilities. Disponible en: [Alliance for Water Efficiency] (<https://www.allianceforwaterefficiency.org>).

habla de lectura en tiempo real, no se precisa una escala de tiempo específica pues dependiendo del parámetro que se esté midiendo, será de un intervalo u otro. Esta medición en tiempo real busca identificar cambios sobre el elemento a controlar y, dependiendo de la velocidad a la que evolucionan dichos cambios, la lectura en tiempo podrá ser por segundos, minutos, horas, días, meses, etc.

- **Comunicación bidireccional:** Facilita, además de la recolección de datos, el envío de comandos y ajustes a los medidores, lo que permite una gestión más dinámica y flexible del suministro⁴¹.
- **Integración de sensores adicionales:** AMI puede integrar sensores que van más allá de la mera medición de volúmenes de agua para medir parámetros como presión y calidad del agua, proporcionando una visión más completa del estado de la red de distribución.

La transición a AMI ofrece varios beneficios sobre AMR:

- **Detección y respuesta rápida:** La capacidad de monitorear el consumo de agua en tiempo real permite una detección y respuesta rápida a problemas de fugas, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo las pérdidas de agua.
- **Gestión proactiva de la demanda:** Los datos detallados en tiempo real permiten desarrollar estrategias efectivas de gestión de la demanda, equilibrando, por una parte, la carga en la red y, por otra, promoviendo prácticas de conservación entre los usuarios.
- **Optimización operativa:** La capacidad de enviar comandos a los medidores permite ajustes remotos y automáticos de dosificadores, válvulas, compuertas, bombas, etc., optimizando el funcionamiento de la red y reduciendo costos operativos⁴².

7.3. La transformación digital.

La transición de la metodología de AMR a AMI es un proceso complejo y crítico para la modernización de los operadores de agua. Este proceso de transformación digital no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también optimiza la gestión de los recursos hídricos y la interacción con los usuarios.

41 Di Nardo, A., Boccelli, D. L., Herrera, M., Creaco, E., Cominola, A., Sitzenfrei, R., & Taormina, R. (2021). Smart Urban Water Networks: Solutions, Trends and Challenges. *Water*, 13(4), 501.

42 Britton, T. C., Stewart, R. A., & O'Halloran, K. R. (2013). Smart metering: enabler for rapid and effective post meter leakage identification and water loss management. *Journal of Cleaner Production*, 54*, 158-168.

Fases de madurez digital de un operador de agua.

La madurez digital de un operador de agua se puede medir en diferentes niveles, cada uno representando un avance significativo en la capacidad de gestión y utilización de datos. La implementación de AMI es clave en esta progresión y se puede estructurar de la siguiente manera:

1.- Novato digital. En esta etapa inicial, los operadores utilizan sistemas AMR, que proporcionan datos básicos de consumo en intervalos programados. Aunque esta tecnología es un avance respecto a la lectura manual de contadores, tiene limitaciones en la resolución de datos y en la capacidad de comunicación bidireccional. Como se ha dicho en puntos anteriores, esta fase se caracteriza por recopilar información básica de los consumos y por llevar a cabo un ajuste de medidas para reducir los errores de forma manual. Es, en definitiva, un inicio de digitalización sobre procesos básicos de la gestión del agua de uso urbano. Entre las principales carencias a las que se enfrentan los operadores de agua en este momento son la limitada capacidad de análisis de los datos recibidos y la práctica ausencia de integración con otros sistemas o procesos del suministro y saneamiento del agua.

La literatura muestra que los sistemas AMR son un punto de partida, pero su evolución hacia AMI es necesaria para enfrentar los desafíos modernos de gestión del agua^{43 y 44}.

2.- Integración vertical. La transición a la integración vertical implica la adopción de AMI, que permite la recopilación continua y detallada de datos de consumo. Esta fase se caracteriza por la mejora en la gestión de la red y la optimización de recursos a través de datos precisos y en tiempo real. Existe, por tanto, un monitoreo de los consumos de manera más exhaustiva y la detección temprana de fugas al tiempo que mejora la precisión en el volumen de agua facturado. Aún así, los operadores de agua que se encuentran en esta fase de integración vertical aún tienen que implementar una mayor robustez de las infraestructuras de comunicación y continuar con la formación del personal para la capacitación a las nuevas tecnologías implantadas para la ope-

43 Beal, C. D., & Flynn, J. (2015). Toward the digital water age: Survey and case studies of Australian water utilities. *Utilities Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2014.12.006>.

44 Boyle, T., Giurco, D., Mukheibir, P., Liu, A., Moy, C., White, S., & Stewart, R. (2013). Intelligent Metering for Urban Water: A Review. *Water*, 5(3), 1052-1081. <https://doi.org/10.3390/w5031052>.

ratividad del sistema⁴⁵ y ⁴⁶.

- 3.- Integración horizontal.** La siguiente etapa se centra en la colaboración y el intercambio de datos entre diferentes departamentos y con proveedores y clientes. En esta fase, los operadores utilizan los datos obtenidos a través de AMI para mejorar la eficiencia operativa y fomentar la innovación. Con ello, se consigue una mayor integración de los procesos y flujos de datos y trabajos entre la entidad, los proveedores y los clientes finales. Es el momento en el que empieza a emplearse los datos de manera intensiva y a poder personalizar los servicios a los clientes, llegando a desarrollarse un modelo de negocio basado en los datos recopilados por los contadores con telelectura⁴⁷.

Sin lugar a duda, se trata de la etapa mínima que debe alcanzar un operador de agua para conseguir implantar un servicio de apoyo a los grupos vulnerables a través del empleo de contadores con telelectura. Los grandes desafíos de esta fase son la necesidad de gestionar grandes volúmenes de datos y la capacidad de integrarlos en un sistema heterogéneo en el que participan los tres sectores participantes (entidad, proveedores y clientes)⁴⁸.

- 4.- Campeón digital.** En el nivel más avanzado de madurez digital, los operadores de agua se convierten en campeones digitales. En esta etapa, se maximiza el uso de AMI para innovar en la oferta de servicios y productos, así como en gestionar los recursos de manera proactiva y sostenible. A partir de este momento, se generan nuevos modelos de negocio y el operador de agua tiene una alta capacidad de adaptación a nuevas situaciones tanto a la gestión del riesgo, a nuevas circunstancias operativas como a exigencias del mercado de proveedores y clientes. La mayor formación digital del personal influye también una alta capacidad de innovación y colaboración con entidades externas para

45 Britton, T., Stewart, R. A., O'Halloran, K. R., & Beal, C. D. (2013). Smart metering: enabler for rapid and effective post meter leakage identification and water loss management. *Journal of Cleaner Production*, 54, 166-176. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.05.018>.

46 Davies, K., Doolan, C., van den Honert, R., & Shi, R. (2014). Water-saving impacts of Smart Meter technology: An empirical 18-month household study in Sydney, Australia. *Water Resources Research*, 50(9), 7348-7358. <https://doi.org/10.1002/2014WR015812>.

47 Cominola, A., Giuliani, M., Piga, D., Castelletti, A., & Rizzoli, A. E. (2015). Benefits and challenges of using smart meters for advancing residential water demand modeling and management: A review. *Environmental Modelling & Software*, 72, 198-214. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.07.012>.

48 Giurco, D., White, S., & Stewart, R. (2010). Smart Metering and Water End-Use Data: Conservation Benefits and Privacy Risks. *Water*, 2(3), 461-467. <https://doi.org/10.3390/w2030461>.

generar nuevas sinergias con beneficios mutuos⁴⁹.

Proceso de transformación digital.

Tal como se ha comentado anteriormente, la transformación hacia AMI en una operadora de agua implica una serie de cambios significativos a nivel tecnológico en la organización de tareas operativas y en la gestión. Este proceso de transformación requiere una planificación detallada y una implementación estratégica que abarque todos los aspectos de la operación de la entidad. El “*Estudio de telelectura para operadores públicos de aguas*”, editado por AEOPAS, detalla en su Capítulo 10 las consideraciones fundamentales para esta transformación, señalando las siguientes consideraciones al respecto:

- 1.- **Consideraciones de AMR y plataforma IoT.** La transición inicial implica la creación de una red AMR que permita la recolección automática de datos. Es crucial desarrollar una plataforma IoT robusta para la gestión y almacenamiento de estos datos, integrando sensores de presión estratégicamente ubicados en la red para construir un modelo hidráulico eficiente.
- 2.- **Consideraciones de infraestructura para los sistemas de gestión e información.** La infraestructura actual de la operadora debe ser actualizada o expandida para soportar la gran cantidad de datos generados por la telelectura. Esto puede implicar la adopción de infraestructura como servicio (IaaS)⁵⁰ o plataforma como servicio (PaaS)⁵¹ ofrecidos por terceros. La capacidad de almacenamiento y procesamiento de datos debe ser adecuada para manejar grandes volúmenes de información, permitiendo una integración fluida con las herramientas de gestión existentes.
- 3.- **Consideraciones de almacenamiento de datos.** El sistema de almacenamiento de datos debe ser diseñado para soportar capacidades de Big Data, facilitando el almacenamiento y procesamiento eficiente de la información recopilada. Esto incluye la implementación de bases de datos robustas y la utilización de tecnologías avanzadas de almacenamiento para garantizar la disponibilidad y seguridad de los datos.
- 4.- **Consideraciones de modelo hidráulico.** Es fundamental actualizar el modelo hidráulico existente o desarrollar un nuevo modelo que incorpore las herramientas avanzadas de análisis de datos

49 Daniel, D., Litsikas, J., & Meggers, F. (2023). A survey of water utilities digital transformation and a development of a risk mitigation approach. *Environmental Science: Water Research & Technology*. <https://doi.org/10.1039/D3EW00023A>.

50 IaaS: Infraestructura como servicio (*Infrastructure as a Service*).

51 PaaS: Plataforma como servicio (*Platform as a Service*).

proporcionadas por la telelectura. Este modelo mejorado permitirá una gestión más precisa y eficiente de la red de suministro de agua, optimizando el uso de los recursos y mejorando la detección de problemas como fugas y pérdidas.

- 5.- **Consideraciones de herramientas de gestión de clientes, de gestión en redes y de gestión de obras y servicios.** La integración de herramientas de gestión de clientes, redes y obras es esencial para aprovechar al máximo los beneficios de la telelectura. Estas herramientas deben ser capaces de procesar y analizar los datos en tiempo real, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones y mejorando la eficiencia operativa.
- 6.- **Consideraciones de herramientas de inteligencia de negocio, gestión de activos e imagen corporativa.** La implementación de herramientas de inteligencia de negocio permitirá una mejor gestión de los activos y recursos de la operadora, así como una mejora en la imagen corporativa. Estas herramientas deben ser capaces de analizar grandes volúmenes de datos y proporcionar información valiosa para la optimización de los procesos y la mejora del servicio al cliente.
- 7.- **Consideraciones para la integración de un nuevo sistema de gestión e información AMR.** La integración de un nuevo sistema de gestión e información AMI basado en AMR requiere una planificación cuidadosa y una implementación por fases. La estrategia de transformación debe contemplar la introducción de datos de telelectura, su uso por los sistemas de gestión y la integración completa en los procesos operativos de la empresa. Este enfoque permitirá una adaptación gradual y eficiente a la nueva tecnología, minimizando los riesgos y maximizando los beneficios.

7.4. Beneficios de *Smart Metering*.

La implementación del *Smart Metering* en la gestión del agua ha demostrado tener múltiples beneficios en términos de gobernanza, transparencia, rendición de cuentas, participación e involucración de la población en emplear hábitos cotidianos que conlleven un consumo responsable del agua. Para cada uno de estos aspectos, podemos destacar:

- 1.- **Gobernanza.** El uso de *smart metering* mejora notablemente la gobernanza en la gestión del agua. Las redes de agua urbana inteligentes permiten una gestión más eficiente y proactiva⁵². Estos sistemas facilitan la toma de decisiones basada en datos

52 Di Nardo, A., et al. (2021). Smart Urban Water Networks: Solutions, Trends, and Applications.

en tiempo real, permitiendo una respuesta rápida a problemas como fugas y variaciones en el consumo, además de promover la sostenibilidad y la resiliencia tanto de las infraestructuras como de los recursos hídricos⁵³.

- 2.- Transparencia.** La transparencia se incrementa significativamente con la implementación de medidores inteligentes⁵⁴. Los datos detallados proporcionados por estos dispositivos permiten una comprensión precisa de los patrones de uso del agua que ayudan a identificar áreas de mejora en la eficiencia y proporcionar a los usuarios una visión clara de su consumo, promoviendo prácticas más responsables.
- 3.- Rendición de cuentas.** La rendición de cuentas se ve fortalecida por la capacidad de los sistemas de medición inteligente para proporcionar registros detallados y verificables del consumo de agua. Los datos recopilados por los medidores inteligentes permiten auditar y monitorear el uso del agua, asegurando que tanto los proveedores de servicios como los consumidores puedan ser responsables de sus acciones⁵⁵. Este nivel de detalle en los datos ayuda a garantizar la equidad en la facturación y la detección de posibles fraudes.
- 4.- Participación ciudadana.** Los medidores inteligentes facilitan una mayor participación de la comunidad en la gestión del agua. La disponibilidad de información precisa sobre el consumo de agua permite a los consumidores tomar decisiones informadas y participar activamente en iniciativas de conservación⁵⁶. Además, los programas educativos y las campañas basadas en datos de consumo provocan una mayor involucración de la población en la adopción de prácticas sostenibles.

7.5. El *Smart Metering* como herramienta de reducción del Agua No Registrada.

Las pérdidas de agua en las redes de abastecimiento urbano, también conocidas como Agua No Registrada (ANR), impacta tanto en la calidad del servicio como en la sostenibilidad financiera de los sistemas de abastecimiento o en la preservación de las reservas de agua, un

53 Li, et al. (2020). Rethinking the Framework of Smart Water System: A Comprehensive Review.

54 Britton, T., et al. (2013). Smart Metering: Enabler for Rapid and Effective Post Metering Leakage Management.

55 Gautam, A., et al. (2020). Monitoring and Forecasting Water Consumption and Demand: Smart Metering and Machine Learning.

56 Cominola, A., et al. (2015). Benefits and Challenges of Using Smart Meters for Urban Water Management.

recurso especialmente crítico en regiones como Andalucía, donde la escasez hídrica es un problema recurrente.

Definición de Agua No Registrada.

Las pérdidas de agua en las redes de abastecimiento se clasifican comúnmente en dos tipos principales, según la metodología de reales y aparentes:

- **Pérdidas reales:** Estas corresponden a la cantidad de agua que se pierde físicamente en el sistema de distribución antes de llegar al consumidor final. Incluyen fugas en las tuberías, roturas y desbordamientos en los depósitos de almacenamiento.
- **Pérdidas aparentes:** Estas se refieren al agua que, aunque suministrada, no es registrada ni facturada debido a errores en la medición, manipulaciones fraudulentas, conexiones ilegales, o fallos en la facturación. Aunque no representan una pérdida física del agua, las pérdidas aparentes impactan significativamente en los ingresos de las empresas gestoras, generando una distorsión en la cantidad de agua que se estima como consumida y la que realmente lo es.

Ambos tipos de pérdidas, tanto reales como aparentes, forman el ANR, un indicador crucial en la gestión de recursos hídricos que tiene repercusiones económicas, sociales y ambientales.

La estimación del volumen de Agua No Registrada en Andalucía.

El ANR se determina mediante una ratio que compara el volumen de agua producida con el volumen de agua registrada. Matemáticamente se define como la diferencia entre el agua producida y el agua registrada, dividida por el agua producida. Esto se expresa generalmente en porcentaje:

$$\text{ANR} = \left(\frac{\text{Agua Producida} - \text{Agua Registrada}}{\text{Agua Producida}} \right) \times 100$$

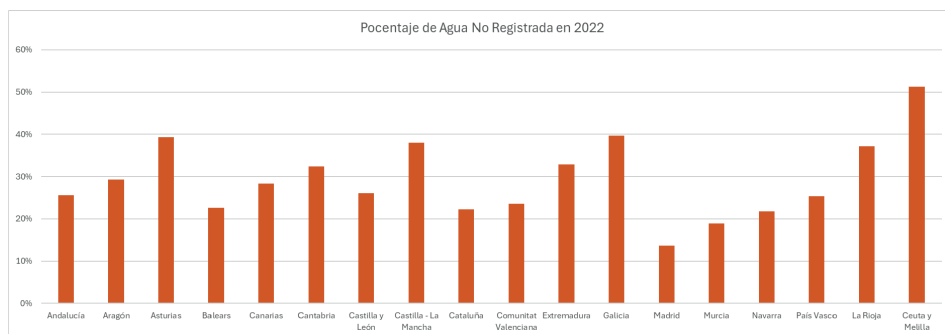
Este cálculo refleja la eficiencia del sistema de abastecimiento, donde un ANR bajo indica un sistema eficiente con pocas pérdidas o errores en el registro. La medición precisa del agua es crítica para determinar el ANR. El agua registrada incluye todos los volúmenes medidos por los contadores instalados en los puntos de consumo, pero también debe incluir estimaciones de consumos no registrados cuando no se dispone de medición directa. La fiabilidad de los contadores es clave, ya que su degradación con el tiempo, debido a factores como incrustaciones

o desequilibrio en su instalación, puede aumentar significativamente el error en la medición y, por tanto, incrementar el ANR.

La ratio de ANR se utiliza no solo para evaluar el rendimiento global del sistema de abastecimiento, sino también para comparar la eficiencia de diferentes operadores de agua. Para una comparación efectiva, la ratio se expresa en términos de pérdida de volumen de agua por kilómetro de red y por día ($m^3/km \cdot día$). Este enfoque permite objetivar la gestión entre empresas del sector, facilitando la identificación de áreas de mejora. El ANR es, por tanto, un valor de tendencia que no debería mostrar cambios drásticos de un año a otro a menos que existan causas justificadas, como mejoras significativas en la infraestructura o cambios en la política de medición y registro de consumos. Se considera que un sistema bien gestionado debe mantener unos niveles de ANR por debajo del 10%, lo que reflejaría un alto nivel de eficiencia en la gestión del agua. Este límite técnico toma en cuenta el margen de error típico en la medición del agua, estimado en torno al 7%.

Los datos disponibles para poder hacer un estudio sobre el ANR distan mucho de permitir llegar a unas conclusiones por tipologías de municipios. La información más aproximada proviene del Instituto Nacional de Estadística, que envía un cuestionario a las entidades que prestan los servicios clasificados en el CNAE-2009s en las divisiones 36 (*captación, depuración y distribución de agua*) y 37 (*recogida y tratamiento de aguas residuales*), de las que se selecciona una muestra aproximada de 400 unidades estadísticas, de modo que no puede decirse que sea un reflejo fiel de la realidad actual.

En cualquier caso, los valores mostrados son especialmente llamativos por el volumen de agua que se pierde por Comunidad Autónoma, tal y como refleja el siguiente gráfico:



Si bien Andalucía se encuentra en las proximidades de la media de ANR nacional, hay que señalar que este valor es superior al 25%, una cifra muy alta que lastra los costes de producción de agua y contribuye a la sobreexplotación de las fuentes hídricas de los distintos sistemas

de abastecimiento. En el año 2022, en la región se introdujeron en la red de suministro de agua potable un total de 807,91 Hm³, de los cuales 207,19 se perdieron en los sistemas de distribución de agua en baja.

Las causas vienen provocadas por una combinación de factores entre las que se puede señalar, como más relevantes:

- **Antigüedad y deterioro de las infraestructuras:** Muchas de las redes de abastecimiento en Andalucía tienen más de 40 años, lo que las hace propensas a fugas y roturas. La falta de inversión en mantenimiento y reposición de estas infraestructuras ha perpetuado e incrementado el problema de las pérdidas de agua a lo largo de los años.
- **Insuficiente digitalización y modernización:** Aunque se están realizando esfuerzos para digitalizar el ciclo del agua, tal y como se ha señalado anteriormente, una gran parte de la red opera con tecnologías obsoletas, lo que dificulta la detección rápida y eficaz de fugas y otros problemas en el sistema. Según un informe de la revista *Tecnoagua*, la implementación de tecnologías avanzadas como sensores de alta precisión y sistemas de gestión inteligente es esencial para reducir las pérdidas de agua no registrada.
- **Cambio Climático:** Las condiciones climáticas extremas, como las sequías prolongadas y las olas de calor, han acelerado el deterioro de las infraestructuras hídricas, aumentando la frecuencia y magnitud de las pérdidas reales puesto que las bajadas de presión no hacen más que provocar problemas de desajustes en las infraestructuras.

Impacto económico y social del ANR.

El Agua No Registrada (ANR) es un problema con profundas implicaciones sociales y económicas. Se trata de un fenómeno que genera sobrecostes significativos en la producción de agua, los cuales repercuten directamente en las tarifas que deben pagar los consumidores. Para que lleguen 100 litros de agua al domicilio de un ciudadano, los sistemas de distribución deben producir y enviar aproximadamente 125 litros, debido a las pérdidas en la red de distribución. Este exceso de producción implica un mayor consumo energético en los sistemas de bombeo y tratamiento, así como un aumento en el uso de reactivos químicos para la potabilización del agua. Estos costos adicionales, necesarios para compensar las pérdidas, se trasladan a las tarifas que pagan los usuarios finales.

Los sobrecostos derivados del ANR, al ser asumidos por los operadores de agua bajo el principio de sostenibilidad financiera, implican que los ciudadanos deban pagar más por el agua que consumen. Aunque para la mayoría de la población este incremento en la tarifa puede ser asumible, el impacto es más grave para los grupos vulnerables, especialmente para aquellas personas que ya arrastran dificultades económicas. En estos casos, el pago de las facturas de agua constituye un porcentaje importante de los gastos ordinarios del hogar, lo que agrava su situación financiera.

El problema del ANR también tiene una dimensión de equidad social. Los ciudadanos que pagan por el agua asumen los costos de las ineficiencias del sistema de distribución, a pesar de que estas ineficiencias no son causadas por ellos. Además, el aumento en las tarifas puede llevar a una situación de pobreza hídrica, donde los hogares más vulnerables no pueden permitirse pagar el agua necesaria para satisfacer sus necesidades básicas. Este fenómeno puede generar desigualdades en el acceso al agua, un recurso esencial para la vida.

Otra dimensión del problema social del ANR es su impacto en la sostenibilidad del sistema de abastecimiento. Los recursos económicos que se destinan a compensar las pérdidas de agua podrían invertirse en mejorar la infraestructura, implementar tecnologías más eficientes, reducir el impacto ambiental al reducir la demanda o ayudar a grupos vulnerables. Sin embargo, estos recursos se consumen en cubrir los costos adicionales generados por las pérdidas, limitando la capacidad de los operadores para realizar mejoras necesarias.

Por lo tanto, el ANR no solo representa una ineficiencia técnica en la gestión del agua, sino también un problema social que afecta a toda la población y, de manera más aguda, a los sectores más vulnerables. La reducción del ANR es esencial para garantizar un acceso equitativo y sostenible al agua, que aliviaría la carga económica que supone para los ciudadanos, especialmente para aquellos que ya enfrentan dificultades financieras.

Los beneficios de la digitalización para reducir el ANR.

La digitalización del ciclo integral del agua ofrece una serie de beneficios críticos para la reducción del ANR y, en consecuencia, para la disminución de los sobrecostos asociados a las pérdidas en las redes de distribución. La implementación de tecnologías avanzadas en la gestión del agua permite una monitorización y un control más preciso de los sistemas de distribución, optimizando tanto la eficiencia operativa como la sostenibilidad económica de los operadores.

Uno de los principales beneficios de la digitalización es la capacidad para detectar y localizar fugas de manera más eficiente y rápida. Los sistemas de telemetría y sensores avanzados, como los que se promueven en el PERTE de Digitalización del Ciclo del Agua⁵⁷, permiten a los operadores identificar fugas en tiempo real y actuar de manera inmediata, minimizando las pérdidas de agua. Esta capacidad es fundamental ya que la detección temprana de fugas y su reparación son esenciales para reducir significativamente el volumen de ANR. Además, la digitalización facilita el uso de GIS y modelado hidráulico, que permiten a los operadores gestionar de manera más efectiva las redes complejas y detectar áreas críticas con mayor propensión a pérdidas.

Otro beneficio clave es la optimización del uso de energía en los sistemas de bombeo y tratamiento. En este ámbito, la digitalización permite a los operadores ajustar de manera más precisa las operaciones de bombeo y tratamiento en función de la demanda real y la presión necesaria en cada parte de la red. Esto no solo reduce el consumo energético, sino que también minimiza los costos operativos, contribuyendo a la sostenibilidad financiera del sistema, así como a la reducción de la huella de carbono de las operadoras de aguas.

La digitalización también facilita una gestión más precisa de los consumos y facturaciones, lo cual es crucial para reducir las pérdidas aparentes (errores de medición y fraudes). Los contadores inteligentes, que forman parte de las soluciones digitales promovidas, permiten una medición más precisa y continua del consumo de agua, reduciendo las discrepancias entre el agua suministrada y la facturada. La CNMC⁵⁸ destaca que la implementación de tecnologías de medición avanzada, como los contadores inteligentes, mejora la precisión en la facturación y reduce las pérdidas aparentes.

Además, la digitalización permite una gestión más integral y coordinada del ciclo del agua, al proporcionar una visión en tiempo real de todos los procesos, desde la captación hasta la distribución y el consumo. Esta visión integrada facilita la toma de decisiones basada en datos, lo que permite a los operadores ajustar sus estrategias operativas y de mantenimiento de manera más efectiva.

57 Orden TED/918/2023, de 21 de julio, por la que se aprueban las bases reguladoras de la concesión de ayudas por concurrencia competitiva para la elaboración de proyectos de digitalización de comunidades de usuarios de agua para regadío en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PERTE digitalización del ciclo del agua), y se aprueba la convocatoria del año 2023.

58 E/CNMC/07/19 Estudios sobre los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua urbana. Colección Estudios de mercado. Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. 2020.

En conclusión, la digitalización del ciclo integral del agua ofrece beneficios sustanciales para la reducción del ANR y, por ende, para la mitigación de los sobrecostos que generan las pérdidas de agua. La capacidad para detectar fugas de manera más eficiente, optimizar el consumo energético, mejorar la precisión de la medición, la facturación y gestionar de manera más integral el ciclo del agua, son elementos clave que contribuyen a una mayor sostenibilidad económica y ambiental que repercute, a su vez, en el conjunto de la sociedad y en los grupos vulnerables en particular.

8

Aplicación de la IA a la telelectura de contadores de agua

En el ámbito de la gestión del ciclo integral del agua, la telelectura de contadores ha surgido como una herramienta clave para avanzar hacia una gestión más precisa y eficiente. La aplicación de sistemas de telelectura permite obtener datos detallados sobre el consumo de agua de manera remota y en tiempo real, lo que facilita una monitorización continua y posibilita el análisis de patrones de uso, la detección de fugas y la personalización de estrategias de abastecimiento. En este contexto, el papel de la IA es fundamental para procesar, interpretar y aprovechar estos datos con el fin de optimizar la toma de decisiones y el diseño de políticas de suministro.

Este capítulo explora las diferentes herramientas de IA que se pueden integrar en los sistemas de telelectura de contadores de agua, describiendo desde los sensores y las infraestructuras de comunicación hasta los modelos de algoritmos que permiten una interpretación avanzada de los datos. La integración de la IA no solo mejora la eficiencia operativa de los servicios de agua, sino que también facilita la implementación de servicios de apoyo dirigidos a grupos vulnerables, una prioridad para las áreas rurales y municipios que buscan garantizar una cobertura social inclusiva en el acceso al agua.

Al abordar estas tecnologías, se establece un marco preliminar de digitalización en el que los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua se estructuran sobre bases de datos robustas, personal técnico capacitado y la colaboración interinstitucional, promoviendo una gestión más resiliente y equitativa. Así, el capítulo analiza las oportunidades, retos y requerimientos tecnológicos para los operadores de agua, integrando conceptos avanzados de IA para hacer frente a los desafíos de una gestión moderna y orientada a la sostenibilidad

8.1. Introducción a la telelectura de contadores de agua.

Definición y principios básicos de la telelectura.

La telelectura se refiere a la tecnología de medición a distancia del consumo, en este caso, del agua. Mediante el uso de estos dispositivos de medición y la aplicación de sistemas informáticos se llega al conocido *smart meters*. Estos dispositivos están diseñados para recopilar y transmitir datos detallados sobre el uso del agua en intervalos cortos de tiempo, habitualmente cada hora, pero que podría acotarse en el tiempo para obtener patrones de consumos más precisos. Este sistema permite un monitoreo continuo del consumo de agua sin la necesidad de lecturas manuales, proporcionando una solución eficiente y precisa para la gestión del recurso hídrico.

Principios básicos de la telelectura.

- a.- Monitoreo continuo y en tiempo real:** La telelectura se basa en la capacidad de los medidores inteligentes para registrar el uso del agua de manera continua y a intervalos regulares. Esta información se envía a un servidor central donde se almacena y analiza, permitiendo a los usuarios y a los operadores de servicios públicos tomar decisiones informadas sobre la gestión del agua.
- b.- Transmisión de datos:** Los datos recopilados por los medidores inteligentes se transmiten mediante tecnologías de comunicación como redes móviles (GPRS, 4G), radiofrecuencia o internet. Esta capacidad elimina la necesidad de realizar lecturas manuales, reduciendo errores y costos operativos.
- c.- Análisis de datos y retroalimentación:** Los datos recogidos permiten un análisis detallado del consumo de agua, identificando patrones de uso y detectando posibles fugas o usos ineficientes. La telelectura también posibilita la generación de informes y alertas que pueden ser compartidos con los usuarios para fomentar un uso más eficiente del agua.
- d.- Integración con sistemas de gestión del agua:** Los sistemas de telelectura se integran con plataformas de gestión del agua que permiten a los operadores optimizar la distribución y el tratamiento del agua, mejorar la planificación de recursos y responder rápidamente a incidentes como fugas o roturas de tuberías.

8.2. Integración de AI en la telelectura de contadores de agua.

La AI ha emergido como una tecnología transformadora en múltiples industrias y la gestión del agua no es una excepción. Se trata de un campo interdisciplinario de la ciencia computacional que se enfoca en el desarrollo de sistemas capaces de realizar tareas que, tradicionalmente, requieren inteligencia humana. Estas tareas incluyen, pero no se limitan, a el reconocimiento de patrones, a la toma de decisiones o a la comprensión del lenguaje natural.

El *Machine Learning*, por su parte, es una categoría específica dentro de la AI que se centra en la creación de algoritmos y modelos que permiten a las computadoras aprender de los datos. En lugar de seguir instrucciones explícitas, estos sistemas desarrollan patrones y toman decisiones basadas en los datos que procesan.

En el caso de la telelectura de contadores de agua domiciliaria, que permite la recopilación continua y precisa de datos de consumo, este campo ha evolucionado significativamente con la integración de AI. Esta tecnología ha mejorado la precisión y eficiencia en la medición del consumo de agua y ha habilitado la detección de patrones anómalos, la predicción de demandas futuras y la personalización de estrategias de gestión.

Introducción al *Machine Learning*⁵⁹.

El *Machine Learning* es una tecnología emergente que permite a los ordenadores aprender e interpretar datos automáticamente a partir de la información ya existente. Este enfoque se basa en algoritmos que construyen modelos matemáticos y luego realizan predicciones para nuevos datos utilizando los datos y conocimientos previos. Arthur Samuel acuñó el término "*Machine Learning*" en 1959 y, hoy en día, se considera una subcategoría de la AI relacionada con algoritmos que permiten a los procesadores o computadoras procesar y clasificar nuevos datos basados en datos antiguos sin necesidad de programación exhaustiva

El *Machine Learning* se divide ampliamente en tres categorías: aprendizaje supervisado, no supervisado y aprendizaje por refuerzo.

1.- Aprendizaje supervisado. En el aprendizaje supervisado se proporciona a la máquina un conjunto de datos de muestra eti-

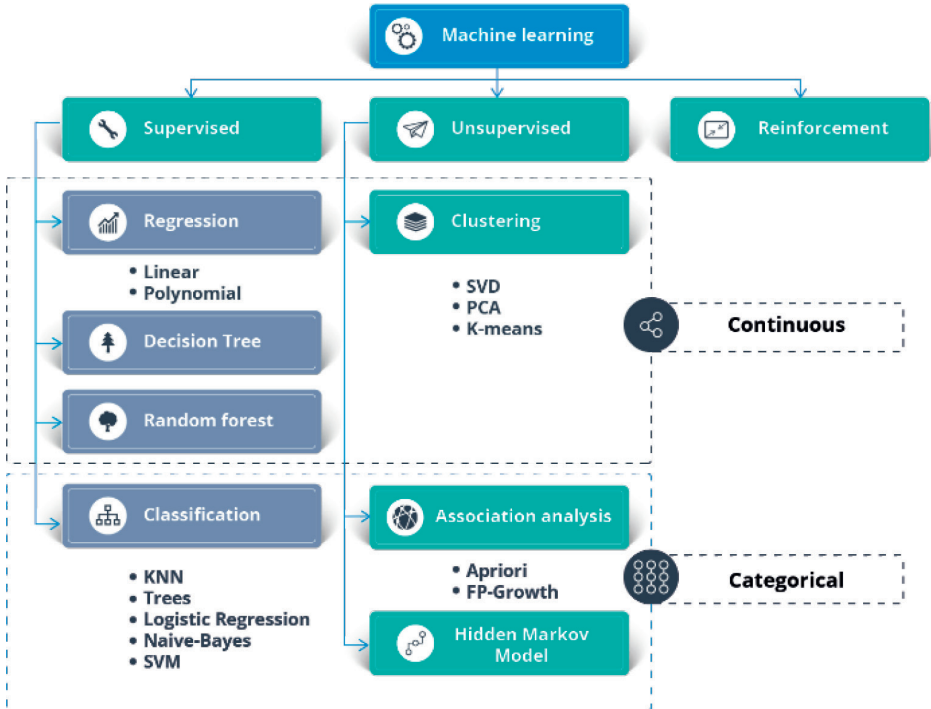
59 Bansal, Malti, Apoorva Goyal, y Apoorva Choudhary. «A comparative analysis of K-Nearest Neighbor, Genetic, Support Vector Machine, Decision Tree, and Long Short Term Memory algorithms in machine learning». *Decision Analytics Journal* 3 (1 de junio de 2022): 100071. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2022.100071>.

quetados para entrenarla y, en base a ello, predice salidas para nuevos datos. Este enfoque se centra en mapear los datos de entrada a los datos de salida mediante un proceso de supervisión. Aunque requiere una cantidad considerable de intervención humana para construir el modelo, lleva a un desempeño más rápido en tareas que de otro modo serían tediosas. El aprendizaje supervisado se clasifica a su vez en algoritmos de regresión y de clasificación.

- 1.- **Aprendizaje no supervisado.** El aprendizaje no supervisado permite a la máquina aprender sin supervisión. En este caso, se proporciona a la máquina un conjunto de datos no etiquetados y el algoritmo debe trabajar con esos datos sin ninguna guía. Este enfoque se centra en reagrupar elementos de datos que muestran patrones similares, sin posibilidad de predecir salidas específicas. A su vez, esta modalidad de aprendizaje se divide en técnicas de *clustering* y asociación.
- 2.- **Aprendizaje por refuerzo.** El aprendizaje por refuerzo es un mecanismo basado en retroalimentación, donde el agente aprende mediante recompensas y castigos. Se recompensa al algoritmo por cada movimiento correcto y se le penaliza por las acciones incorrectas, lo que le permite mejorar su rendimiento a lo largo del tiempo. Este tipo de aprendizaje es particularmente útil en situaciones donde el agente interactúa con un entorno y aprende más sobre él a través de la experiencia.

Para cada una de estas tipologías de aprendizaje existen diferentes algoritmos que se adaptan a necesidades específicas. En el siguiente gráfico se puede visualizar las más destacadas y las relaciones que guardan entre ellas.

Las principales características de cada uno de estos algoritmos son:



1.- Aprendizaje supervisado.

a.- Regresión. La regresión es una técnica estadística utilizada en *Machine Learning* supervisado que se aplica cuando la variable objetivo es continua. Aunque más simples que otros algoritmos de Machine Learning, los modelos de regresión lineal y polinómica siguen siendo herramientas útiles en la telelectura de contadores de agua. Existen dos tipos principales de regresión: la regresión lineal y la regresión polinómica.

- **Regresión lineal:** Esta técnica asume una relación lineal entre las variables independientes (entrada) y la variable dependiente (salida). El objetivo es encontrar la línea que mejor se ajuste a los datos. Es útil para predecir valores continuos basados en variables predictoras y se utiliza comúnmente en análisis de tendencias y previsión financiera. La regresión lineal es utilizada para predecir valores continuos de consumo de agua en función de diversas variables predictoras.

- **Regresión polinómica:** A diferencia de la regresión lineal, la regresión polinómica puede modelar relaciones más complejas, donde la relación entre las variables independientes y la variable dependiente no es lineal. Este enfoque ajusta una curva a los datos y es útil en situaciones donde éstos presentan patrones no lineales que una regresión lineal no puede capturar. La regresión polinómica es ideal para clasificar eventos binarios, como la presencia o ausencia de una fuga.

Ventajas:

- **Simplicidad y velocidad:** Estos modelos son rápidos de entrenar y fáciles de interpretar.
- **Aplicabilidad:** Son útiles en escenarios donde las relaciones entre las variables son relativamente simples.

Aplicación en la telelectura: La regresión lineal puede ser utilizada para predecir el consumo diario de agua basándose en variables como el clima, el día de la semana y el historial de consumo del hogar. La regresión logística, por otro lado, puede ser utilizada para prever la probabilidad de que ocurra una fuga en función de patrones anómalos detectados en los datos.

- b.- Árboles de Decisión.** Los árboles de decisión son una herramienta muy utilizada en el análisis de datos debido a su capacidad para descomponer un problema complejo en una serie de decisiones binarias que son fáciles de interpretar. En el contexto de la telelectura de contadores de agua, los árboles de decisión se utilizan para clasificar los datos de consumo en diferentes categorías, como el uso normal, uso elevado o posible fuga.

Estos árboles funcionan dividiendo los datos en subconjuntos basados en las características que mejor separan las clases objetivo. Por ejemplo, en un árbol de decisión diseñado para detectar fugas, las características como el flujo constante de agua durante la noche o un aumento repentino en el consumo podrían ser utilizadas para clasificar el comportamiento del contador como normal o anómalo⁶⁰.

Ventajas:

- **Interpretabilidad:** Los árboles de decisión son fáciles de inter-

60 Schultz, P. Wesley, Alyssa Messina, Giuseppe Tronu, Eleuterio F. Limas, Rupanwita Gupta, y Mica Estrada. «Personalized Normative Feedback and the Moderating Role of Personal Norms: A Field Experiment to Reduce Residential Water Consumption». *Environment and Behavior* 48, n.º 5 (1 de junio de 2016): 686–710. <https://doi.org/10.1177/0013916514553835>.

pretar y visualizar, lo que facilita la comprensión de cómo se toman las decisiones en el sistema.

- **Manejo de datos no lineales:** Pueden manejar relaciones no lineales entre las variables predictoras y la variable objetivo.

Aplicación en la telelectura: En sistemas de telelectura, los árboles de decisión pueden ser entrenados utilizando datos históricos de consumo etiquetados, permitiendo la creación de un modelo que clasifica automáticamente los patrones de consumo y detecta irregularidades en tiempo real.

- c.- Random Forest.** Se trata de una extensión de los Árboles de Decisión, donde se construyen múltiples árboles de decisión durante el entrenamiento y luego se combinan sus resultados para mejorar la precisión del modelo. Este enfoque es conocido por ser robusto frente al sobreajuste y por manejar bien conjuntos de datos con alta dimensionalidad. Es ampliamente utilizado en tareas de clasificación y regresión y especialmente eficaz en situaciones donde los datos contienen muchas características irrelevantes. Es una técnica preferida cuando se requiere una predicción precisa y estable.

En el contexto de la telelectura de contadores de agua domiciliario, los bosques aleatorios son particularmente útiles para predecir patrones de consumo complejos y para manejar grandes volúmenes de datos con alta dimensionalidad.

Ventajas:

- **Reducción de sobreajuste:** Al promediar los resultados de muchos árboles, los bosques aleatorios reducen el riesgo de sobreajuste, lo que significa que el modelo generaliza mejor a nuevos datos.
- **Robustez frente a ruido:** Son menos sensibles al ruido en los datos debido a su enfoque en múltiples árboles.

Aplicación en la telelectura: Los bosques aleatorios pueden ser utilizados para detectar patrones de consumo inusuales, como consumos extremadamente altos en períodos cortos. Además, su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos los hace ideales para analizar el consumo de agua a escala urbana.

- d.- Clasificación.** La clasificación es un proceso de *Machine Learning* supervisado donde el objetivo es asignar una etiqueta de clase a las instancias basándose en las características de entrada. Algunos de los algoritmos de clasificación más comunes incluyen:

- ***K-Nearest Neighbors (KNN)***: Un algoritmo simple que clasifica las nuevas instancias basándose en la clase de los ejemplos más cercanos en el espacio de características.
- ***Logistic Regression***: Aunque el nombre sugiere regresión, este algoritmo se utiliza para la clasificación binaria. Modela la probabilidad de que una instancia pertenezca a una clase particular.
- ***Support Vector Machine (SVM)***: Un algoritmo poderoso que busca el hiperplano que mejor separa las clases en un espacio de alta dimensionalidad. Es efectivo en problemas de clasificación donde las clases son claramente separables.

En la telelectura de contadores de agua domiciliario, estas clasificaciones pueden ser utilizadas para distinguir entre diferentes patrones de consumo, como aquellos que indican un uso normal del agua y aquellos que podrían señalar un mal funcionamiento del contador.

Ventajas:

- ***Eficiencia en espacios de alta dimensión***: Especialmente en escenarios donde los datos tienen muchas características.
- ***Capacidad para manejar datos no lineales***: Al utilizar funciones kernel, pueden manejar relaciones no lineales entre las características.

Aplicación en la telelectura: Estos algoritmos pueden ser entrenadas para clasificar los datos de consumo de agua en categorías específicas. Esto permite a los administradores de sistemas de agua intervenir de manera proactiva antes de que un problema se agrave.

- 2.- ***Machine Learning No Supervisado***. El aprendizaje no supervisado se refiere a un enfoque en el que el modelo se entrena utilizando datos que no tienen etiquetas. El objetivo principal es explorar la estructura subyacente de los datos, agruparlos o reducir su dimensionalidad.
 - a.- ***Clustering***. El *clustering* es una técnica de aprendizaje no supervisado que agrupa los datos en *clusters* o grupos que contienen instancias similares entre sí. Este método es especialmente útil en la telelectura de contadores de agua para identificar patrones de consumo entre diferentes grupos de usuarios. Los principales algoritmos de *clustering* incluyen K-means, Principal Component Analysis (PCA) y Singular Value Decomposition (SVD).

- **Singular Value Decomposition (SVD)** es una técnica utilizada para descomponer matrices de datos, útil en el análisis y reducción de dimensionalidad. Se puede aplicar para mejorar la precisión en la predicción del consumo de agua, incluso cuando hay datos faltantes o incompletos. Esto es crucial para mantener la precisión en la telelectura, donde la disponibilidad constante de datos no siempre está garantizada. SVD también puede ayudar a identificar patrones de uso anómalos o eventos específicos que requieren intervención.

Ventajas:

- Manejo eficiente de datos dispersos: SVD es eficaz para manejar grandes conjuntos de datos dispersos, donde muchas entradas pueden ser nulas o no haber sido recogidas. Este es un escenario común en telelectura, donde no todos los sensores pueden reportar consistentemente.
- Descomposición robusta: SVD proporciona una descomposición robusta que puede ayudar a descubrir patrones latentes en los datos de consumo, permitiendo una mejor comprensión y modelado de comportamientos complejos.
- **Principal Component Analysis (PCA):** Aunque más conocido como una técnica de reducción de dimensionalidad, PCA también se puede utilizar para identificar patrones en los datos y agrupar características similares. Se puede utilizar para identificar los factores más importantes que influyen en el consumo de agua. Por ejemplo, al reducir la dimensionalidad de los datos, PCA puede destacar que ciertas combinaciones de variables (como la hora del día y la temperatura) son los principales determinantes del uso de agua en un hogar específico. Esto permite a las empresas de agua enfocarse en las variables clave para optimizar la distribución y el consumo.

Ventajas:

- **Reducción de dimensionalidad:** PCA es extremadamente útil para reducir la dimensionalidad de los datos sin perder la variabilidad clave en los mismos. Esto es particularmente importante cuando se trata con conjuntos de datos de alta dimensión, como los datos de telelectura que pueden incluir múltiples variables (por ejemplo, tiempo, clima, uso de agua, etc.).
- **Mejora de la interpretabilidad:** Al reducir el número de variables, PCA simplifica la estructura de los datos, facilitando la visualización y la interpretación de los patrones subyacentes.

- **K-means:** Un algoritmo iterativo que divide el conjunto de datos en k grupos, donde cada punto de datos pertenece al grupo con el centroide más cercano. Es ampliamente utilizado debido a su simplicidad y eficiencia. K-means se puede utilizar para segmentar a los usuarios de acuerdo con sus patrones de consumo de agua, identificando grupos como “consumidores regulares”, “consumidores elevados” o “consumidores ocasionales”. Esta segmentación permite a las compañías de agua implementar estrategias de gestión diferenciadas para cada grupo, optimizando el suministro y mejorando la eficiencia operacional.

Ventajas:

- Eficiencia en grandes volúmenes de datos: K-means es computacionalmente eficiente, permitiendo su aplicación en conjuntos de datos grandes con tiempos de procesamiento cortos.
- Simplicidad y fácil interpretación: Al ser un algoritmo de fácil comprensión, su implementación e interpretación de resultados es directa y accesible, incluso para quienes no están especializados en Machine Learning.
- Adaptabilidad en segmentación: Permite una segmentación ajustada a los patrones de consumo, facilitando la detección de grupos de usuarios con comportamientos similares y posibilitando la aplicación de estrategias diferenciadas en la gestión de agua.

b.- Association Analysis. Es una técnica fundamental en *Machine Learning* no supervisado, empleada para descubrir relaciones interesantes entre variables en grandes bases de datos. Este enfoque es particularmente útil donde es necesario identificar patrones recurrentes o reglas de asociación entre conjuntos de elementos. Dentro de ella encontramos dos técnicas diferentes:

- **Apriori:** Se basa en el principio de que cualquier subconjunto de un conjunto frecuente también debe ser frecuente. Esto significa que, si un conjunto de elementos aparece con suficiente frecuencia en una base de datos, todos sus subconjuntos también deben aparecer con cierta frecuencia. El algoritmo opera en dos fases: primero, identifica todos los conjuntos de elementos que cumplen con un umbral de soporte mínimo y, luego, utiliza estos conjuntos frecuentes para generar reglas de asociación que cumplan con un umbral de confianza mínimo.

Apriori se puede utilizar para identificar combinaciones de

patrones de consumo que ocurren con frecuencia entre los usuarios. Por ejemplo, puede descubrir que ciertos patrones de consumo están fuertemente asociados con días específicos de la semana o con condiciones climáticas particulares, lo que permite a las empresas de agua ajustar sus estrategias.

Ventajas:

- **Facilidad de interpretación:** *Apriori* es fácil de entender e implementar, siendo ideal para descubrir patrones simples y reglas de asociación que pueden ser utilizados en la toma de decisiones.
- **Aplicabilidad en grandes bases de datos:** *Apriori* es eficaz en la identificación de reglas de asociación en grandes bases de datos, haciéndolo adecuado para el análisis de datos de consumo en redes de telelectura.
- **FP-Growth:** *FP-Growth* primero construye un *FP-tree* que representa los datos de transacciones de manera condensada, eliminando la necesidad de generar todos los subconjuntos posibles. Luego, el algoritmo recorre este árbol para identificar rápidamente los conjuntos de elementos frecuentes sin necesidad de realizar múltiples pases a través de la base de datos. Este enfoque reduce significativamente el tiempo de procesamiento, especialmente en bases de datos grandes y densas.

FP-Growth puede ser utilizado para descubrir patrones de consumo complejos que involucren múltiples variables. Por ejemplo, puede identificar que el aumento en el uso de agua durante ciertos meses está asociado con un aumento en el uso de sistemas de riego, lo que podría no ser evidente a partir de un análisis simple.

Ventajas:

- **Eficiencia:** *FP-Growth* es más eficiente que *Apriori*, especialmente en conjuntos de datos grandes, ya que no requiere generar todos los subconjuntos posibles. Esto lo hace más adecuado para aplicaciones en tiempo real o en escenarios con grandes volúmenes de datos.
- **Estructura compacta:** *FP-Growth* utiliza una estructura de datos compacta que permite un análisis rápido y eficiente de los patrones de consumo.

c.- **Hidden Markov Model (HMM).** Se trata de un modelo estadístico que se utiliza para modelar sistemas donde el proceso es gobernado por una serie de estados ocultos que no son observables

directamente, pero que influyen en las observaciones visibles. HMM es un tipo de modelo gráfico probabilístico que ha sido ampliamente adoptado en una variedad de aplicaciones, incluyendo el procesamiento de lenguaje natural, el reconocimiento de voz y la bioinformática.

HMM se puede aplicar en la telelectura para predecir el comportamiento futuro de consumo de agua basándose en patrones históricos.

Ventajas:

- **Modelado de secuencias temporales:** HMM es extremadamente eficaz para modelar y predecir secuencias temporales, lo que es crucial en aplicaciones donde el consumo de agua varía con el tiempo.
- **Captura de patrones ocultos:** HMM permite capturar patrones subyacentes en los datos que no son directamente observables, proporcionando una visión más profunda de los comportamientos de consumo.

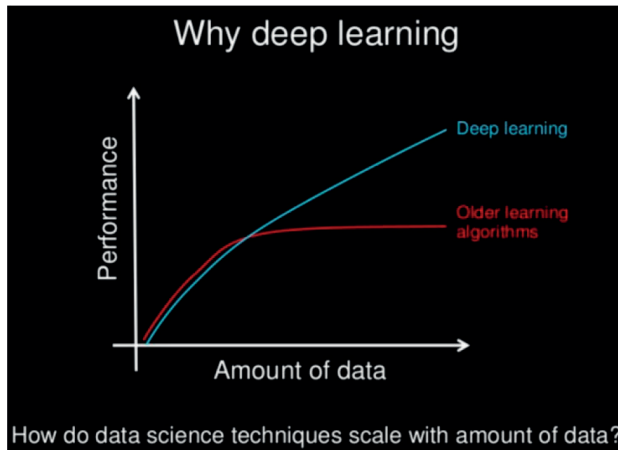
3.- Aprendizaje por refuerzo.

Tal como se ha comentado anteriormente, el *Aprendizaje por Refuerzo* es un enfoque de *Machine Learning* en el que un agente aprende a tomar decisiones mediante interacciones continuas con un entorno. A diferencia del aprendizaje supervisado y no supervisado, el aprendizaje por refuerzo no se basa en un conjunto de datos fijos, sino que el agente aprende a través de la experimentación, recibiendo recompensas o castigos en función de las acciones que realiza. El objetivo final del agente es maximizar la recompensa acumulada a lo largo del tiempo mediante la optimización de su política de decisiones.

Introducción al Deep Learning⁶¹.

El *Machine Learning* tradicional ofrece un inconveniente cuando trabaja con grandes cantidades de datos, y es que, si bien son capaces de identificar correlaciones de forma rápida, su capacidad de mejora en el desarrollo de tareas deja de perfeccionarse a partir de un punto de saturación. En cambio, los modelos de aprendizaje profundo tienden a funcionar bien con grandes cantidades de datos.

61 Huang, Kaizhu, Amir Hussain, Qiu-Feng Wang, y Rui Zhang. 2019. *Deep Learning: Fundamentals, Theory and Applications*. 1st ed. 2019. Cognitive Computation Trends, 2. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-06073-2>.



FUENTE: <https://datascientest.com/es/deep-learning-definicion>.

El *Deep Learning* se basa en arquitecturas de redes neuronales profundas que permiten el aprendizaje de representaciones jerárquicas a partir de grandes volúmenes de datos. A diferencia de los métodos de aprendizaje superficial, el *Deep Learning* utiliza múltiples capas de procesamiento, cada una capaz de extraer características de mayor nivel de abstracción a medida que la información pasa por la red. Este enfoque se ha potenciado por la disponibilidad de grandes conjuntos de datos etiquetados y el incremento en la capacidad computacional, como los avances en hardware de procesamiento paralelo (GPUs y TPUs).

1.- Principales algoritmos utilizados en *Deep Learning*:

- a.- Redes Neuronales Convolucionales (**Convolutional Neural Network**, CNN): Estas redes son especialmente efectivas en el procesamiento de datos con estructuras espaciales, como imágenes. Las CNN aplican filtros convolucionales a los datos de entrada, permitiendo la extracción de características locales y su combinación en patrones más complejos a través de las capas de la red.
- b.- Redes Neuronales Recurrentes (**Recurrent Neural Networks** RNN) y **Long Short-Term Memory** (LSTM): Las RNN y su variante LSTM son adecuadas para procesar datos secuenciales, como series temporales. En particular, las LSTM son capaces de capturar dependencias a largo plazo en las secuencias.
- c.- **Autoencoders** y **Deep Belief Networks** (DBNs): Son redes diseñadas para aprender una representación comprimida de los datos, útil en la reducción de dimensionalidad y la detección de anomalías.

2.- Ventajas del *Deep Learning*.

En la telelectura de contadores de agua, el *Deep Learning* ofrece varias mejoras sobre los enfoques tradicionales de *Machine Learning*:

- a.- **Procesamiento de datos no estructurados:** Mientras que los métodos de *Machine Learning* requieren una selección manual de características y un preprocesamiento exhaustivo, los modelos de *Deep Learning* pueden trabajar directamente con datos no estructurados, aprendiendo las características relevantes de manera autónoma. Esto es particularmente útil en escenarios donde los datos provienen de diferentes tipos de sensores y condiciones variables.
- b.- **Mejoras en la precisión y la robustez:** Los modelos de *Deep Learning*, al manejar grandes volúmenes de datos y aprender representaciones complejas, tienden a ser más precisos y robustos frente a las variaciones en los datos de entrada. Esta capacidad de adaptación es crucial para asegurar la precisión de las lecturas.
- c.- **Reducción de la necesidad de intervención humana:** La capacidad de los modelos de *Deep Learning* para automatizar la extracción de características y mejorar continuamente a través del aprendizaje supervisado reduce significativamente la necesidad de intervención humana, lo que se traduce en una mayor eficiencia y menores costos operativos en la telelectura de contadores.
- d.- **El procesamiento de lenguaje natural:** Se trata de uno de los principales avances y ventajas de *Deep Learning* por la facilidad de aplicación de órdenes de análisis, puesto que no necesita complejos algoritmos para iniciar una tarea determinada. El *Natural Language Processing* (NLP) es una disciplina que ha revolucionado la interacción entre humanos y computadoras⁶², permitiendo que las máquinas comprendan y procesen el lenguaje humano de una manera que antes era impensable. Esta capacidad no solo facilita la comunicación entre personas y máquinas, sino que también simplifica significativamente las tareas de trabajo, ya que permite que los usuarios emitan órdenes al computador utilizando lenguaje natural, es decir, de la misma manera en que se comunicarían con otro ser humano.

El uso del lenguaje natural como interfaz para controlar sistemas

62 Daniel Jurafsky y James H. Martin. 2024. *Speech and Language Processing. An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition with Language Models*. Stanford University & University of Colorado at Boulder. <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/>.

informáticos reduce la necesidad de conocimientos técnicos especializados por parte del usuario, haciendo que la tecnología sea más accesible y eficiente. Esto se traduce en una mayor productividad al permitir que las tareas se puedan programar sin la necesidad de aprender comandos complejos o lenguajes de programación específicos. Un ejemplo cotidiano en el que se aplican este tipo de NLP lo podemos observar en los asistentes virtuales como Siri, Alexa o Google Assistant, aplicaciones en las que pueden realizarse acciones complejas con simples instrucciones verbales.

Esta capacidad de interpretar y ejecutar órdenes en lenguaje natural es posible gracias a los avances en técnicas de *Deep Learning* y modelado de lenguaje, como las redes neuronales recurrentes (RNN) anteriormente descritas que han mejorado la precisión y efectividad de los sistemas de NLP. Estas tecnologías permiten que las computadoras comprendan no solo el significado literal de las palabras, sino también el contexto y las intenciones detrás de ellas, lo cual es crucial para realizar tareas con precisión.

3.- Conclusiones.

El *Deep Learning* ha supuesto un avance notable en el análisis y procesamiento de datos complejos, siendo particularmente interesante para su aplicación en la telelectura de contadores de agua. Gracias al NLP, ofrece una precisión, robustez y capacidad de manejo superiores a las metodologías tradicionales de *Machine Learning*, convirtiéndose en una herramienta clave para optimizar la gestión de recursos hídricos y mejorar la eficiencia operativa en la telelectura. La aplicación de *Deep Learning* en este ámbito facilitaría la detección de anomalías y patrones inusuales que pueden indicar fallos en la infraestructura de distribución de agua o en los suministros.

La integración de plataformas de big data con software de *Machine Learning* es esencial para el desarrollo de modelos predictivos y de análisis que optimicen la precisión y eficacia de la telelectura. Herramientas como Apache Hadoop y Apache Spark son empleadas para procesar y analizar grandes volúmenes de datos de manera paralela, mientras que frameworks como TensorFlow y PyTorch permiten la creación de modelos de *Machine Learning* entrenados para identificar patrones complejos en los datos de consumo de agua.

Tal como se ha dicho, el empleo de tecnologías avanzadas de análisis de datos es crucial para procesar la información derivada de los sistemas de telelectura. Estas tecnologías permiten modelar patrones de demanda de agua y evaluar diferentes escenarios de ahorro a nivel de

vivienda y comunidad. Como se detallará posteriormente, la modelación de la demanda utilizando datos de telelectura es fundamental para diseñar redes de suministro de agua que sean más eficientes y estén alineadas con los patrones de consumo reales⁶³.

8.3. Implementación de la AI para la telelectura de contadores de agua.

La implementación efectiva de la AI en los sistemas de telelectura requiere una combinación de recursos tecnológicos de toma de datos, así como una infraestructura informática adecuada para soportar el procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos.

Infraestructura de datos.

Las infraestructuras de datos están compuestas por los instrumentos de toma de medición, los elementos de comunicación, los servidores de almacenamiento y de las herramientas informáticas para el procesamiento de la información. Una infraestructura de datos eficaz permite a las organizaciones gestionar volúmenes significativos de datos, aplicar analíticas, facilitar el acceso y garantizar la integridad de la información, lo que conduce a decisiones informadas y relevantes. En torno a ella, se aplican normas, procedimientos y estándares para asegurar la calidad de los datos y la accesibilidad.

- 1.- **Hardware.** En el apartado de Hardware o infraestructura física, los componentes habituales son:
 - a.- **Servidores.** Son el núcleo de la infraestructura de las Tecnologías de la Información (TI) en un operador de agua. Estos servidores pueden ser físicos o virtuales y se utilizan para ejecutar aplicaciones críticas, gestionar bases de datos y alojar sistemas SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*).
 - b.- **Almacenamiento de datos:**
 - **Sistemas de Almacenamiento en Red** (*NAS, Network Attached Storage*): recopilan grandes volúmenes de datos tanto estructurados como no estructurados, registros históricos de operación, imágenes y datos de sensores.
 - **Almacenamiento Conectado Directamente** (*DAS, Direct At-*

63 Gurung, Thulo Ram, Rodney A. Stewart, Cara D. Beal, y Ashok K. Sharma. «Smart meter enabled water end-use demand data: platform for the enhanced infrastructure planning of contemporary urban water supply networks». *Journal of Cleaner Production* 87 (15 de enero de 2015): 642-54. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.054>.

tached Storage): utilizado para aplicaciones específicas que requieren acceso de alta velocidad al almacenamiento.

- **Red de Área de Almacenamiento (SAN, Storage Area Network)**: para alta disponibilidad y redundancia, utilizado en aplicaciones críticas donde la pérdida de datos es inaceptable.

c.- Dispositivos de red:

- **Enrutadores y conmutadores (Switches)**: Facilitan la conectividad entre los diferentes componentes de la red de la empresa, gestionando el tráfico de datos entre servidores, estaciones de trabajo y dispositivos remotos.
- **Firewalls**: Protegen la red de ataques cibernéticos, garantizando que solo el tráfico autorizado pueda acceder a los sistemas críticos.
- **Dispositivos VPN (Virtual Private Network)**: Permiten el acceso remoto y seguro a los sistemas de la organización, lo que es crucial para la gestión remota de infraestructuras dispersas.

d.- Sistemas SCADA:

- **PLC (Programmable Logic Controller)**: Dispositivos esenciales para el control y automatización de procesos, que supervisan y las órdenes programadas para ser ejecutadas por un elemento (dosificador, válvula, regulador, etc.).
- **RTU (Remote Terminal Unit)**: Recogen datos de campo y los transmiten a los sistemas centrales de SCADA para su monitoreo y control.
- **HMI (Human Machine Interface)**: Terminales que permiten a los operarios y técnicos interactuar con los sistemas SCADA, monitoreando en tiempo real las operaciones de los sistemas de agua.

e.- Sensores y medidores:

- **Sensores de flujo y presión**: Utilizados para medir y controlar el flujo y la presión del agua en la red de distribución, esenciales para garantizar un suministro constante y de calidad.
- **Sensores de calidad del agua**: Monitorean parámetros como el pH, la turbidez, la conductividad o la presencia de cloro, entre otros, para conocer las características de las aguas.

- **Caudalímetros o contadores de agua (*Smart Meters*):** Dispositivos instalados en la red para medir el volumen de agua a su paso por dicho punto.

f.- Sistemas de energía y climatización:

- **UPS (*Uninterruptable Power Supply*):** Proporcionan energía de respaldo a los sistemas críticos en caso de fallos eléctricos, asegurando la continuidad del servicio.
- **Generadores de energía:** Aseguran la disponibilidad de energía durante cortes prolongados.
- **Sistemas de climatización:** Mantienen la temperatura adecuada en los centros de datos y áreas donde se encuentran los equipos de TI para evitar sobrecalentamientos.

g.- Estaciones de trabajo y terminales móviles:

- **Computadoras y estaciones de trabajo:** Utilizadas por los operadores y personal técnico para la gestión diaria, monitoreo y control de sistemas.
- **Dispositivos móviles y tablets:** Equipados con software especializado para la gestión y monitoreo en campo, permitiendo una respuesta rápida a incidencias.

2.- Software: En el apartado de Software, además de las aplicaciones informáticas que emplean los algoritmos señalados anteriormente en el apartado de *Machine Learning* y *Deep Learning*, la variedad de tipologías es muy amplia debido a que, para una misma operación, pueden emplearse distintos métodos de gestión informática. En una ligera aproximación, puede señalarse los siguientes softwares como los de mayor uso en un operador de suministro y saneamiento de agua de uso urbano:

a.- DBMS (*Data Base Management System*): Un Sistema de Gestión de Bases de Datos es un software que permite a los usuarios crear, gestionar y manipular bases de datos. Los DBMS son esenciales para organizar, almacenar y recuperar grandes volúmenes de datos de manera estructurada, lo que facilita el manejo de la información en aplicaciones web, empresariales y de análisis de datos. A continuación, se describen algunos ejemplos comunes de DBMS:

- **MySQL⁶⁴:** Se trata de un sistema de gestión de bases de da-

64 «MySQL :: MySQL 8.0 Reference Manual :: 1.2.1 What is MySQL?» Accedido 23 de agosto de 2024. <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/what-is-mysql.html>.

tos relacional que utiliza SQL (*Structured Query Language*) para gestionar y manipular datos organizados en tablas. MySQL es ampliamente utilizado en aplicaciones web y empresariales debido a su facilidad de uso, eficiencia y soporte para transacciones ACID (*Atomicity, Consistency, Isolation and Durability*).

- **PostgreSQL⁶⁵**: Soporta una amplia gama de características como transacciones ACID, índices avanzados y extensiones para manejar tipos de datos complejos y consultas personalizadas. PostgreSQL es conocido por su conformidad con el estándar SQL y su extensibilidad, lo que lo hace ideal para aplicaciones que requieren un alto nivel de personalización y rendimiento.
 - **MongoDB⁶⁶**: A diferencia de los anteriores, MongoDB no organiza los datos en tablas, sino en documentos flexibles que permiten estructuras de datos dinámicas y jerárquicas. Se trata de un sistema de gestión de bases de datos altamente escalable y es ideal para aplicaciones que necesitan manejar grandes volúmenes de datos no estructurados o semiestructurados.
 - **SQL Server**: Desarrollado por Microsoft, proporciona un conjunto robusto de herramientas para análisis de datos, integración y generación de informes. SQL Server es conocido por su seguridad, alta disponibilidad y escalabilidad, siendo una solución preferida en entornos empresariales críticos.
- b.- Sistema SCADA:** El sistema SCADA, tal como se puede ver en este apartado, está compuesto tanto por componente de hardware como de software. En este caso, éste último supervisa, controla y recopila datos en tiempo real de los procesos industriales. Permite la monitorización y control de estaciones de bombeo, plantas de tratamiento de agua, redes de distribución y otros procesos críticos. SCADA integra información proveniente de sensores y dispositivos en campo, proporcionando a los operadores una visión centralizada de las operaciones.
- c.- Software de gestión de activos:** Estos programas gestionan todo el ciclo de vida de los activos físicos, desde la planificación hasta la operación, mantenimiento correctivo, preven-

65 Regina Obe, Regina O Obe, Leo Hsu, Leo S Hsu. PostgreSQL: Up and Running: A Practical Guide to the Advanced Open Source Database. 3^o. O'Reilly Media, Incorporated, 2017. <http://www.chegg.com/textbooks/postgresql-up-and-running-1491963417>.

66 Petkovic, Dusan. Microsoft SQL Server 2019: A Beginner's Guide, 2019.

tivo y predictivo hasta su reemplazo, optimizando el uso y la vida de dichos componentes y mejorando la eficiencia de la operatividad.

- d.- Sistemas de Información Geográfica (GIS, Geographyc Information Systems):** Es una herramienta de software que permite la visualización, análisis y gestión de datos espaciales. Utilizado para mapear y gestionar redes de distribución de agua, identificar ubicaciones de activos, planificar expansiones de red y realizar análisis de impacto geográfico. Los GIS son esenciales para la gestión de redes de distribución y saneamiento complejas y la planificación de recursos.
- e.- Software de modelado hidráulico:** Herramientas utilizadas para simular y analizar el comportamiento de redes de distribución y evacuación de agua bajo diferentes condiciones operativas. Ejemplos de ellos incluyen EPANET, EPA SWMM o InfoWater.
- f.- Sistemas de gestión comercial:** Gestionan la relación con los clientes, desde el manejo de consultas y reclamaciones hasta la gestión de cuentas y facturación.

Tipologías de gestión de la Infraestructura de Datos.

La Infraestructura de Datos puede ser gestionada a distintos niveles en cuanto al grado de adquisición, puesta en marcha y mantenimiento de los equipos de hardware y software. El mayor o menor nivel de propiedad de la infraestructura puede ser ventajoso en determinados aspectos, pero, al mismo tiempo, puede conllevar importantes inversiones en adquisición de equipos y formación de personal.

1.- AMR Totalmente Propietario.

En este modelo, la empresa operadora de agua mantiene la propiedad total sobre los contadores y los terminales de telelectura, así como sobre la infraestructura de comunicación necesaria para la transmisión de datos. Este enfoque es una extensión del modelo de operación tradicional, adaptado para incorporar la tecnología de telelectura.

- **Infraestructura de medición:**

- Los contadores siguen siendo propiedad de la operadora de agua. No hay cambios significativos en la infraestructura de medición actual.
- La operadora especifica todas las características de los terminales de telelectura, incluyendo aspectos como el tipo de datos, frecuencia de lecturas, seguridad de la información y manejo de alarmas.

- **Instalación, mantenimiento y sustitución:** Las operadoras licitan la instalación, mantenimiento y sustitución de los contadores y terminales. Aunque es posible integrar estas operaciones en una sola licitación, tradicionalmente se manejan de forma independiente.
- **Infraestructura de red:** La red de comunicaciones es seleccionada y gestionada por la operadora, que puede optar por tecnologías propietarias o estandarizadas. En cualquier caso, la operadora debe garantizar que la red esté operativa durante toda la vida útil del contrato, lo que puede implicar acuerdos a largo plazo con operadores de telecomunicaciones.
- **Ventajas y desventajas:**
 - **Ventajas:** Alto control sobre la infraestructura, posibilidad de personalización total del sistema.
 - **Desventajas:** Inversión inicial significativa, necesidad de gestionar una red compleja, dependencia de acuerdos de largo plazo con proveedores de telecomunicaciones.

2.- Comunicaciones como servicio.

En este modelo, la operadora de agua conserva la propiedad de los contadores, pero externaliza la gestión de la red de comunicaciones y la operación de los terminales de telelectura a un proveedor externo. Esto reduce la carga técnica y de gestión sobre la operadora, transfiriendo el riesgo y la responsabilidad de la operación de comunicación a la empresa contratada.

- **Infraestructura de medición:**
 - Los contadores siguen siendo propiedad de la operadora de agua.
 - La empresa externa es responsable de la operación de los terminales de telelectura y de la red de comunicaciones asociada.
- **Instalación, mantenimiento y sustitución:** La instalación, mantenimiento y sustitución de los terminales puede ser incluida en la licitación general del sistema AMR o gestionada por separado. La empresa contratada asume estas tareas bajo los términos del contrato.
- **Infraestructura de red:** La red de comunicaciones es operada por la empresa externa, que también selecciona la tecnología más adecuada, bajo las especificaciones generales definidas por la operadora de agua.

- **Ventajas y desventajas:**

- **Ventajas:** Menor inversión inicial, reducción de la complejidad operativa para la operadora, posibilidad de adaptación a nuevas tecnologías de manera más flexible.
- **Desventajas:** Dependencia del proveedor externo, menor control sobre la red de comunicaciones, posibles complicaciones en la integración de datos.

3.- **Metering como servicio.**

Este modelo implica una externalización completa, donde una empresa externa se encarga de todo el proceso, desde la provisión de los contadores hasta la operación y mantenimiento de la infraestructura de telelectura. La operadora de agua se limita a recibir los datos en sus servidores, sin intervenir en la operación diaria del sistema.

- **Infraestructura de medición:**

- Los contadores y terminales de telelectura son propiedad de la empresa externa.
- La operadora de agua debe especificar las características requeridas para los contadores y terminales, incluyendo aspectos técnicos como calidad, duración de baterías y especificaciones de instalación.

- **Instalación, mantenimiento y sustitución:** Las operaciones de instalación y mantenimiento pueden ser gestionadas de manera independiente por la operadora o estar incluidas en el contrato general con la empresa externa.

- **Infraestructura de red:**

- Toda la infraestructura de red, incluyendo la propiedad y operación, es responsabilidad de la empresa externa.
- El modelo permite la integración de diferentes proveedores y tecnologías, con la flexibilidad de que la empresa externa maneje todas las operaciones técnicas.

- **Ventajas y desventajas:**

- **Ventajas:** Simplificación máxima para la operadora, que se enfoca únicamente en recibir y gestionar los datos; posibilidad de reducción de costos iniciales.
- **Desventajas:** Dependencia total del proveedor externo, mayor riesgo de servidumbre tecnológica, potenciales problemas en la integración con sistemas internos de la operadora.

La necesaria capacitación del personal en el empleo de herramientas de AI.

La implementación de herramientas de AI en la gestión del ciclo integral del agua representa un avance crucial para los operadores de servicios de agua, especialmente en lo que respecta a la telelectura de contadores. Como tecnología, ha permitido una recolección más eficiente de datos de consumo, eliminando la necesidad de lecturas manuales y reduciendo errores humanos. Sin embargo, la capacitación del personal técnico y operativo en el uso de herramientas de AI es una necesidad imperativa. En un entorno donde los datos generados por los contadores de agua inteligentes son cada vez más voluminosos y complejos, la capacidad para analizarlos de manera eficiente y en tiempo real se convierte en un activo estratégico. Sólo el personal capacitado podrá utilizar la AI para identificar patrones de consumo inusuales, detectar posibles fugas con mayor rapidez y precisión y prevenir el mantenimiento necesario antes de que se produzcan fallos críticos en la infraestructura.

Además, la capacidad para analizar y actuar sobre grandes volúmenes de datos en tiempo real no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también proporciona una base sólida para la toma de decisiones estratégicas.

Por tanto, para que estas ventajas se materialicen, es fundamental que el personal esté adecuadamente capacitado en el uso y comprensión de estas tecnologías, tal como se ha comentado. La formación debe abarcar desde la comprensión básica de los principios de la AI hasta la habilidad para interpretar los resultados que estas herramientas generan. Igualmente, es crucial que los operadores de agua desarrollen una mentalidad orientada a la innovación, reconociendo que la AI no es solo una herramienta más, sino una palanca que puede transformar radicalmente la manera en que se gestiona el recurso hídrico.

9

Identificación de perfiles de consumo de agua de los grupos vulnerables

Una vez se ha superado por parte de una operadora de aguas el grado de madurez en la digitalización del ciclo urbano del agua, que permite el control integral del sistema de suministro y saneamiento de agua urbana, la capacidad de conocimiento que proporciona el conjunto de datos provenientes de sensores facilita que se puedan desarrollar acciones que van más allá del mero abastecimiento de agua potable, de la depuración de las aguas residuales y el cobro de las facturas. Además de gestionar de forma más eficiente la operatividad diaria de las órdenes de trabajo, de reducir los costes de mantenimiento, de reactivos, de pérdidas en la red, etc., el operador de agua puede comenzar a dar otros servicios al ciudadano. La prestación de un servicio de calidad comienza a ampliarse aprovechando la capacidad de conocimiento y gestión de datos.

En el caso particular de atención a grupos vulnerables, esa ampliación de los servicios deriva de un conocimiento exhaustivo de los hábitos de consumo, a partir de los cuales se pueden establecer umbrales que determinarán que, en el domicilio, está ocurriendo un hecho singular, que no significa, por defecto, que ha de ser negativo. Pero son esos consumos anormales los que determinarán que se active una acción de atención, a partir de la cual se ponga en marcha un protocolo que lleve a conocer y servir a las personas en caso de necesidad.

Lo que se pretende en este capítulo es mostrar cómo un operador de agua puede llegar a conocer los perfiles de consumo de los domicilios que albergan a personas vulnerables. Obviamente, esta capacidad es gracias a la infraestructura que se ha descrito en el capítulo anterior, donde los sensores, los instrumentos de comunicación, de almacenamiento de datos o de gestión de información a través de algoritmos de

Al, permiten llegar a localizar situaciones que requieran de la atención necesaria para evitar episodios negativos.

La importancia del conocimiento detallado de los hábitos de consumo.

El conocimiento preciso y detallado de los hábitos de consumo de agua en los hogares es esencial para diseñar un sistema de monitoreo que permita detectar y responder a situaciones anómalas. Por ejemplo, un cambio repentino en el patrón de consumo de agua podría ser indicativo de una fuga, un problema de salud en los residentes o incluso un incidente de seguridad. Detectar estas anomalías de manera temprana es vital para garantizar la protección de las personas más vulnerables, quienes podrían no ser capaces de detectar o responder a estos problemas por sí mismos.

El envejecimiento de la población en Andalucía, donde se espera que el porcentaje de personas mayores de 65 años alcance casi el 29% para 2040, subraya la necesidad de implementar sistemas de monitoreo que permitan a las operadoras de agua y a los ayuntamientos anticiparse a problemas antes de que se conviertan en emergencias. Este tipo de sistemas no solo facilita la gestión más eficiente del recurso hídrico, sino que también contribuye a mejorar la calidad de vida de los usuarios al proporcionar un soporte adicional basado en datos objetivos.

La telelectura como pilar del monitoreo automatizado.

La telelectura, y en concreto el *Smart Metering*, es una tecnología que ha transformado la manera en que se gestionan los recursos hídricos, especialmente en áreas rurales donde los recursos para supervisar el consumo de agua son limitados. Esta tecnología permite la lectura remota en tiempo real, lo que genera una cantidad ingente de datos sobre el consumo de agua en intervalos de tiempo muy cortos que son de un alto valor. A partir de ellos se pueden analizar patrones de consumo y detección de anomalías que avisen de un evento que requiera de la atención de los servicios públicos.

Sin embargo, la cantidad de datos generados es tan grande que la supervisión manual de estos es simplemente inviable. Aquí es donde entra en juego el uso de herramientas avanzadas de *Deep Learning* y otras técnicas de minería de datos. Estas herramientas permiten no solo la gestión eficiente de grandes volúmenes de datos, sino también la identificación de patrones complejos que podrían no ser evidentes a simple vista. El *Deep Learning*, en particular, es capaz de aprender y mejorar continuamente a partir de los datos que analiza, convirtiéndolo en una herramienta ideal para la detección temprana de problemas

y la optimización del consumo de agua.

Protección de la privacidad en el monitoreo automatizado.

Uno de los aspectos críticos en la implementación de sistemas de telelectura es el mantenimiento de la privacidad de los usuarios. Los medidores inteligentes tienen la capacidad de registrar detalles muy específicos sobre el uso del agua, lo que podría revelar información sensible sobre la actividad diaria dentro del hogar. Esta capacidad de observación tan precisa podría generar preocupaciones entre los usuarios ya que se produce una invasión de su privacidad, especialmente si los datos son expuestos a otras personas, sensibles incluso siendo restringido al personal de la operadora de agua.

Para abordar este desafío, las tecnologías de *Deep Learning* que facilitan la automatización, junto con los sistemas de ciberseguridad, juegan un papel fundamental. Al permitir que el análisis de los datos se realice de manera automática y sin intervención humana directa, estos sistemas pueden mitigar los riesgos asociados con la exposición de información privada de los abonados. Además, las operadoras de agua y las autoridades locales pueden establecer políticas estrictas de protección de datos que aseguren que la información recopilada se utilice únicamente para fines de monitoreo y mejora del servicio, sin comprometer la privacidad de los usuarios.

Por tanto, a estas medidas se han de sumar herramientas de anonimización de datos, que permitan disociar la información específica del usuario de sus patrones de consumo, reforzando así la confidencialidad. Asimismo, el establecimiento de cláusulas de confidencialidad aseguraría que el acceso a los datos esté limitado, especialmente en casos que involucren a personas en situación de vulnerabilidad. De igual manera, se deberán implementar protocolos rigurosos para el manejo de datos sensibles, designando exclusivamente a personal experto y autorizado para supervisar que la información se emplee de manera segura y únicamente con el propósito de resolver problemas asociados a la vulnerabilidad de ciertos grupos de usuarios.

El establecimiento de todas estas medidas de supervisión permitiría garantizar el cumplimiento de estos protocolos y evaluar de manera continua su efectividad, asegurando que los procesos y herramientas de protección de datos realmente preserven la privacidad y la confianza de los usuarios.

9.1. Filtrado de datos.

Como se ha dicho anteriormente, los sistemas de telelectura generan volúmenes masivos de datos al capturar el consumo de agua en intervalos cortos, según se configure la toma de información. Estos datos contienen una combinación de lecturas precisas junto con lecturas anómalas, incompletas o ruidosas que pueden resultar de interferencias, errores en la transmisión de datos o mal funcionamiento de los dispositivos de medición. Si estos datos no se filtran adecuadamente antes de ser introducidos en los algoritmos de AI, pueden provocar resultados imprecisos o engañosos, afectando a la capacidad de los modelos para identificar correctamente los patrones de consumo.

El filtrado de datos es, por lo tanto, el paso inicial y fundamental en el proceso de identificación de perfiles de consumo. Este proceso implica la eliminación de lecturas anómalas que no corresponden a un uso real del agua, una corrección de datos mediante técnicas de normalización de las series temporales para asegurar la coherencia y comparabilidad entre los diferentes conjuntos de datos. Al realizar este filtrado, se mejora significativamente la calidad de los datos que alimentan a los algoritmos y permite que éstos aprendan y generalicen patrones de manera más efectiva.

Pero en este punto hay que señalar una cuestión muy importante cuando se habla de filtrado de datos anómalos. El algoritmo de AI tiene que ser entrenado para eliminar, exclusivamente, las anomalías provocadas por un error en la lectura, no por la dispersión del perfil de consumo. El perfil de consumo de un usuario, que como veremos más adelante es el reparto de volúmenes de agua consumida por una vivienda a lo largo del día, marca una situación de normalidad, pero cuando se produce un distanciamiento de esa normalidad, por una fuga, por una falta de consumo, por el uso excesivo del wc, etc., éste hecho no puede ser considerado anomalía, pues es precisamente el objeto de esta investigación. El algoritmo debe ser capaz de discernir entre lo que es una anomalía por problemas técnicos, bien sea provocado por la instrumentación de toma de datos o por la comunicación, de lo que es una anomalía real del consumo. Si eliminamos el conjunto de anomalías, estemos desatendiendo posibles casos que requieren de la atención de los servicios sociales.

Por lo tanto, la identificación de perfiles de consumo precisos es un paso previo esencial para diversas aplicaciones, entre las que se encuentra la segmentación de usuarios y la determinación de sus perfiles de consumos normales. Algoritmos de desagregación, como los modelos ocultos de Markov y las redes neuronales, dependen de datos de alta calidad para separar los distintos usos del agua en un hogar. Un *dataset* limpio y bien filtrado asegura que estos algoritmos pue-

dan diferenciar correctamente los tipos de uso (por ejemplo, lavadora, ducha, wc, lavavajillas...), lo que es fundamental para la creación de perfiles de consumo que reflejen con precisión el comportamiento del usuario.

Además, hay que señalar que el filtrado de datos no solo mejora la precisión de la identificación de perfiles, sino que también optimiza la eficiencia computacional de los algoritmos de AI. Los datos filtrados requieren menos procesamiento adicional y permiten a los modelos converger más rápidamente hacia soluciones precisas.

Datos anómalos.

Los datos anómalos, también conocidos como *"outliers"*, son aquellas lecturas que se desvían significativamente de los patrones normales de consumo. En el contexto de la telelectura de agua, estos pueden incluir:

- a.- Picos de consumo no justificados:** Estos son registros que muestran un uso de agua extremadamente alto en un intervalo corto, sin una causa aparente. Podrían ser resultado de errores en la medición, interferencias en la transmisión de datos o mal funcionamiento del contador, pero también podrían ser señales de una situación que requiera de la atención por parte de la Administración en caso de grupos vulnerables.
- b.- Lecturas inusualmente bajas:** Lecturas que indican un consumo casi nulo o muy por debajo de lo esperado durante un período en el que se esperaría un uso normal del agua. Esto podría ser indicativo de un fallo en el dispositivo de medición o de una interrupción en la transmisión de datos, pero también una ausencia de consumo por un problema de salud que ha impedido hacer uso del agua.
- c.- Variabilidad inconsistente:** Cambios bruscos en el consumo que no se alinean con patrones conocidos o esperados, como un aumento repentino seguido de una disminución brusca sin razón aparente, otra situación que no podemos descartar que sea un problema que requiera de los servicios sociales o de cualquier otra asistencia pública para conocer y atender a alguna posible necesidad.

Por esta razón, aunque los datos anómalos pueden distorsionar los modelos predictivos utilizados por los algoritmos de AI, no pueden ser descartados, al contrario, han de ser el foco de atención en caso de establecer un servicio de atención a personas vulnerables, pues son estas distorsiones las que debemos localizar y analizar para establecer actuaciones concretas y eficaces.

Lecturas incompletas.

Las lecturas incompletas se refieren a datos que, por diversas razones, no capturan todo el intervalo de tiempo o los valores esperados. Esto puede ocurrir debido a:

- a.- Interrupciones en la transmisión de datos:** Fallos en la comunicación entre el contador y el sistema central que resultan en pérdida de lecturas durante ciertos períodos.
- b.- Errores en el registro:** Problemas con el dispositivo de medición que impiden la captura correcta de los datos, dejando huecos en las series temporales.
- c.- Mediciones parciales:** Situaciones en las que solo se registra una parte del consumo total debido a problemas técnicos, como baterías bajas en los medidores o interferencias electromagnéticas.

En este caso, las lecturas incompletas sí que pueden llevar a una representación incorrecta de los patrones de consumo. Los algoritmos de AI dependen de series temporales continuas y coherentes para identificar correctamente los perfiles de uso del agua. Cuando faltan datos, los algoritmos pueden tener dificultades para interpolar correctamente estos valores faltantes, lo que puede llevar a errores en la clasificación y segmentación de los usuarios.

Es importante, entonces, diferenciar entre datos anómalos, que son la razón de esta investigación, de las lecturas incompletas, que deben ser desechados para contribuir a la correcta identificación de los perfiles normales de consumo.

9.2. Ejemplo de algoritmo para la identificación de usos domiciliarios.

En el mercado existen multitud de algoritmos de AI capaces de discernir entre grupos de perfiles de consumo. Cada uno de ellos tiene particularidades específicas que son importantes atender para seleccionar el que mejor se adapta a las circunstancias del área de cobertura del operador de agua. En este caso, con la intención de hacer más fácil la comprensión de cómo trabajan estos algoritmos, nos centramos en Autoflow por haber sido empleada en diferentes estudios prácticos e investigaciones que facilitan su conocimiento.

El **algoritmo Autoflow** es una herramienta avanzada de desagregación de usos de agua que emplea técnicas de minería de datos y modelos de aprendizaje automático para analizar los datos de consumo proporcionados por medidores inteligentes. Su principal función es descomponer el uso agregado de agua de los hogares en eventos in-

dividuales, como duchas, lavados de ropa, grifos, etc., basándose en las características de los patrones de flujo. El algoritmo utiliza **HMM** y otras técnicas como el ajuste temporal (*Dynamic Time Warping*) para identificar eventos de uso específicos en los datos de telelectura de agua, siendo capaz de separar los patrones de consumo simultáneos que a menudo ocurren en el hogar.

Este enfoque permite que los operadores de agua desagreguen los diferentes usos finales del agua, facilitando la identificación precisa de los perfiles de consumo de cada usuario. Autoflow ha sido diseñado para ser lo suficientemente flexible como para adaptarse a diversos entornos y modelos de consumo, siendo capaz de operar con los datos brutos de consumo en alta resolución capturados por los sistemas de telelectura, sin requerir equipos de submedición adicionales.

Proceso de detección de usos finales del agua.

Para identificar de manera efectiva los diferentes usos domiciliarios del agua, es necesario analizar cuatro parámetros fundamentales: la frecuencia diaria del evento, la duración del evento, el caudal del evento y el momento del día en que se produce el evento⁶⁷:

- 1.- **Frecuencia diaria del evento (uso/persona/día):** La frecuencia con la que un uso de agua ocurre en un hogar es una medida clave para identificar los patrones de uso. Por ejemplo, una ducha puede tener lugar una o dos veces por persona al día, mientras que el uso del grifo para beber agua puede ser mucho más frecuente. Esta información es esencial para crear un perfil de consumo detallado que refleje el comportamiento real del usuario.
- 2.- **Duración del evento (min/uso):** Este parámetro mide el tiempo que dura cada evento. Generalmente, la duración del evento está asociada a la cantidad de agua utilizada y puede variar según la actividad. Conocer la duración típica de los eventos ayuda a los algoritmos de AI a distinguir entre usos.
- 3.- **Caudal del evento (litros/uso):** El caudal se refiere al volumen de agua utilizado. Los eventos de bajo caudal, como el uso de grifos para beber o lavarse las manos, pueden diferenciarse fácilmente de eventos de alto caudal como el riego del jardín o el uso de la lavadora. La capacidad del algoritmo Autoflow para detectar variaciones en el caudal es fundamental para segmentar los diferentes tipos de uso en el hogar.

67 Mazzoni, Filippo, Stefano Alvisi, Mirjam Blokker, Steven G. Buchberger, Andrea Castelletti, Andrea Cominola, Marie-Philine Gross, et al. «Investigating the characteristics of residential end uses of water: A worldwide review». *Water Research* 230 (15 de febrero de 2023): 119500. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.119500>.

4.- Momento del día (de 0 a 24 h): El análisis del momento en que ocurren los eventos de uso es esencial para identificar patrones. El consumo de agua suele seguir un patrón diario recurrente, con picos de uso por la mañana y por la noche, relacionados con actividades como ducharse, cocinar o lavar la ropa. Estos picos pueden variar según el tipo de hogar y la estructura familiar, pero siempre permiten crear un perfil preciso del usuario.

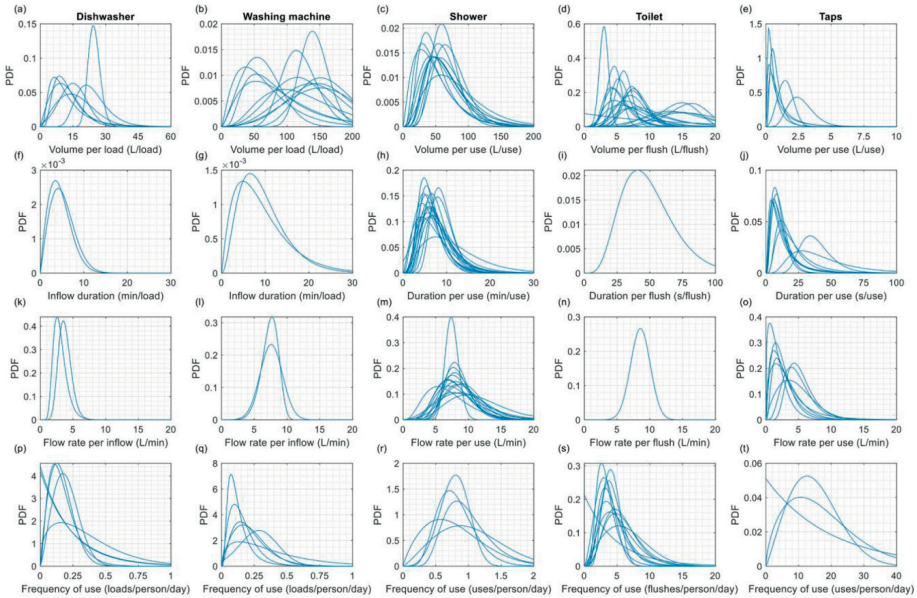


Figura. Ejemplo de diagramas de identificación de consumos de agua por uso en función al volumen de agua, duración y frecuencia. Fuente: Mazzoni, F. *et al.* (2023) 'Investigating the characteristics of residential end uses of water: A worldwide review', *Water Research*, 230, p. 119500. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.119500>.

Es importante señalar que el algoritmo Autoflow bien entrenado tiene la capacidad de identificar consumos simultáneos en un hogar al analizar de manera precisa las variables descritas. Al integrar estas variables, el algoritmo puede discernir entre diferentes usos del agua que ocurren al mismo tiempo, diferenciando, por ejemplo, entre el uso de una lavadora y el del wc que podrían estar sucediendo simultáneamente. Este nivel de desagregación es fundamental para una identificación precisa de los patrones de consumo, permitiendo a los operadores de agua ofrecer una segmentación detallada y un monitoreo eficiente que puede detectar anomalías o usos inusuales, incluso cuando se superponen diferentes actividades de consumo de agua en el hogar.

Distinción entre usos internos y externos del hogar.

Uno de los aspectos cruciales en la identificación de patrones de consumo es distinguir entre el uso de agua en el interior del hogar (duchas, inodoros, grifos) y los usos externos, como el riego de jardines y huertos⁶⁸. La capacidad de los medidores inteligentes para diferenciar entre estos tipos de uso permite un análisis más detallado del consumo total de agua en el hogar.

El riego es uno de los principales componentes del uso externo del agua y, generalmente, ocurre en momentos específicos del día, por ejemplo, a primera hora de la mañana o al final de la tarde, cuando la evaporación es mínima. Este tipo de consumo externo puede ser identificado mediante patrones de caudal elevados y prolongados, que son distintos de los patrones de uso más fragmentados y breves típicos de los usos internos. La capacidad del algoritmo Autoflow para desagregar estos usos contribuye a una mejor planificación y gestión del agua, ya que permite a los operadores de agua identificar qué parte del consumo está relacionada con el mantenimiento de jardines o huertos, en lugar de las necesidades domésticas básicas.

Incorporación de parámetros estacionales, climáticos y sociales.

Es esencial considerar una amplia gama de factores estacionales, climáticos y sociales al analizar los patrones de consumo de agua⁶⁹. La importancia de incluir patrones semanales (días laborables vs. fines de semana), festividades y otras variaciones estacionales son fundamentales para ajustar los perfiles de consumo según el contexto. Los cambios en el clima, como temperaturas elevadas en verano o lluvias durante el otoño, tienen un impacto directo en el uso externo del agua, especialmente en el riego de jardines y huertos.

Asimismo, los patrones semanales juegan un papel importante, ya que el consumo de agua tiende a variar significativamente entre días laborables y fines de semana. Durante los días laborables, el consumo es generalmente más bajo en horas diurnas debido a la ausencia de los habitantes en el hogar. En contraste, los fines de semana suelen mostrar picos de consumo más pronunciados debido a la mayor presencia de personas en casa.

68 Cole, Graham, y Rodney A. Stewart. «Smart meter enabled disaggregation of urban peak water demand: precursor to effective urban water planning». *Urban Water Journal* 10, n.o 3 (1 de junio de 2013): 174-94. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2012.716446>.

69 Cominola, A., K. Nguyen, M. Giuliani, R. A. Stewart, H. R. Maier, y A. Castelletti. «Data Mining to Uncover Heterogeneous Water Use Behaviors From Smart Meter Data». *Water Resources Research* 55, n.o 11 (2019): 9315-33. <https://doi.org/10.1029/2019WR024897>.

Las festividades y eventos especiales de la localidad también influyen en los patrones de consumo de agua. Durante estos periodos, el uso del agua puede aumentar debido a la presencia de invitados, el incremento de actividades domésticas o la preparación de actividades. Estos eventos, aunque excepcionales, son importantes tenerlos en cuenta para entrenar al algoritmo y evitar la desviación en los patrones que identifican a los grupos de usuarios, permitiendo afinar el análisis y proporcionar una segmentación más precisa.

9.3. La necesaria personalización del algoritmo por sistema de abastecimiento.

El algoritmo debe ser entrenado específicamente para cada sistema de abastecimiento de agua, considerando que las singularidades de comportamiento de los usuarios están fuertemente influenciadas por diversos factores locales. Entre estos factores se incluyen la localización geográfica, que afecta la disponibilidad y el uso del agua; las condiciones climáticas, que pueden variar significativamente y modificar los patrones de riego y uso externo; y las festividades locales o eventos culturales que generan picos de consumo específicos en determinados periodos del año.

Por ejemplo, en regiones con climas áridos, los perfiles de consumo durante los meses de verano pueden mostrar picos significativos en el uso externo del agua debido a la necesidad de riego, mientras que, en zonas urbanas densas, el consumo podría estar más asociado a las actividades domésticas internas. Asimismo, festividades locales como ferias o celebraciones religiosas pueden alterar considerablemente los patrones de uso diario, lo que debe ser capturado adecuadamente por el algoritmo.

Para garantizar que el algoritmo pueda adaptarse con precisión a estas variaciones y proporcionar perfiles de consumo relevantes, es fundamental que sea entrenado con datos de consumo reales obtenidos del propio sistema de abastecimiento al que se aplicará. Este entrenamiento específico permite que el algoritmo capture las características únicas del comportamiento de los usuarios dentro del contexto local, logrando así una segmentación más precisa y una mayor capacidad para detectar patrones anómalos que puedan indicar eventos que requieran la atención de los servicios públicos en el hogar. De esta manera, el algoritmo no solo optimiza la gestión del recurso hídrico, sino que también contribuye a la implementación de estrategias más efectivas para el monitoreo y apoyo de grupos vulnerables dentro de la comunidad.

9.4. Posibles distorsiones en los hábitos de consumo de agua ante el monitoreo.

Los sistemas de telelectura y la utilización de algoritmos avanzados para monitorizar el consumo doméstico de agua ofrecen numerosas ventajas, especialmente en la identificación y asistencia a grupos vulnerables. Sin embargo, uno de los desafíos críticos que emerge es la reacción de los usuarios al saber que su consumo de agua está siendo monitorizado.

Cuando los usuarios son conscientes de que su uso del agua está siendo registrado y analizado, pueden experimentar una sensación de invasión a su privacidad, lo que puede llevarlos a modificar conscientemente sus patrones de consumo. Este fenómeno puede provocar que los usuarios cambien su comportamiento para evitar lo que perciben como una intrusión en su vida privada, lo que a su vez complica la correcta identificación de perfiles de consumo. Este problema es particularmente relevante en el caso de grupos vulnerables, donde la precisión en la detección de patrones de consumo anómalos, tal como se ha descrito, es crucial para garantizar su seguridad y bienestar.

Nos referimos a la posibilidad de que los usuarios, al sentirse vigilados, comiencen a modificar intencionadamente su consumo de agua para evitar ser detectados por los algoritmos de supervisión. Estos consumos falsos o alteraciones en los hábitos de uso pueden llevar a una lectura incorrecta de los datos, lo que impediría a los algoritmos de AI identificar adecuadamente situaciones de riesgo o necesidad de intervención. Por ejemplo, un usuario podría efectuar aperturas voluntarias e innecesarias de grifos para evitar llamar la atención sobre la falta de higiene de personas con trastornos psíquicos, ocultando así una situación de emergencia o necesidad de ayuda y la efectividad del monitoreo automático.

Para mitigar este riesgo, es fundamental que los operadores de agua y las autoridades encargadas de la gestión de estos sistemas trabajen en la creación de un entorno de confianza con los usuarios, que ayuden al algoritmo a identificar también estos falsos consumos voluntarios. Paralelamente, sería conveniente desarrollar proyectos de educación sobre los beneficios de la monitorización que aseguren la comprensión de los objetivos principales de protección. Además, debe trasladarse que en estos sistemas se implementan estrictos protocolos de privacidad y ciberseguridad que garantizan a los usuarios que sus datos serán manejados de manera ética y segura, reduciendo así la percepción de vigilancia intrusiva y evitando reacciones adversas que puedan comprometer la eficacia de los sistemas de monitoreo y asistencia.

9.5. Retroalimentación del algoritmo y sinergia regional para la identificación de grupos vulnerables.

El proceso de identificación de clústeres homogéneos de usuarios es fundamental no solo para la creación inicial de perfiles de consumo, sino también para alimentar un ciclo continuo de retroalimentación dentro del algoritmo. Tal como se señaló en el capítulo anterior, es conveniente el empleo de *Deep Learning*, que tiene la ventaja de poder gestionar ingentes cantidades de datos y continuar afinando el algoritmo. De modo que, a medida que se recopilan y procesan más datos, el algoritmo puede ajustar sus modelos, identificar patrones más eficazmente y crear subgrupos cada vez más específicos y representativos de los distintos patrones de consumo dentro de una población.

Por ejemplo, dentro de un clúster general de usuarios que compartan características como la edad o la ocupación laboral, el algoritmo puede identificar subgrupos que podrían reflejar diferencias en el uso del agua durante fines de semana y los días laborables, o durante estaciones secas frente a estaciones lluviosas. Esta capacidad de adaptación y refinamiento continuo es crucial para desarrollar perfiles de consumo que no solo sean precisos, sino también dinámicos, reflejando los cambios en los hábitos y necesidades de los usuarios a lo largo del tiempo.

La sinergia regional.

Este enfoque colaborativo no solo mejora la precisión y eficacia de los algoritmos en sistemas recién implementados, sino que también permite la creación de un marco de referencia común para la gestión del agua a nivel regional. Imaginemos, por ejemplo, una base compartida en Andalucía donde los datos sean anónimos, donde los algoritmos de diferentes municipios pueden acceder a datos históricos y actuales de consumo de agua. Esta sinergia permite detectar patrones de comportamiento que podrían ser característicos de ciertas áreas rurales, como un mayor uso del agua en periodos de laboreo o variaciones significativas durante festividades locales.

Importancia de la ciberseguridad en la gestión de datos compartidos.

Hay que señalar, sin embargo, que uno de los aspectos más críticos en la implementación de una base de datos compartida entre diferentes sistemas es la ciberseguridad. Los datos recopilados por los medidores inteligentes contienen información extremadamente sensible, ya que pueden revelar detalles sobre los hábitos diarios de los usuarios, incluyendo cuándo y cómo utilizan el agua en su vida cotidiana. La filtración de esta información podría no solo comprometer la privacidad de los

usuarios, sino también exponerlos a riesgos de seguridad personal.

Por lo tanto, es fundamental que cualquier sistema de compartición de datos esté respaldado por sólidos protocolos de ciberseguridad que deben incluir criterios estrictos de autorización, asegurando que solo las entidades y personas debidamente autorizadas tengan acceso a los datos. Además, los sistemas deben contar con medidas de encriptación avanzada para proteger los datos tanto en reposo como en tránsito, previniendo el acceso no autorizado y la modificación malintencionada de la información.

9.6. Necesidad de un mayor grado de investigación y desarrollo.

Actualmente, se están explorando nuevas aplicaciones de los sistemas de telelectura combinados con algoritmos de AI que permiten la monitorización del consumo y ofrecen la posibilidad de implementar servicios adicionales. Según el artículo *"Integrated Intelligent Water-Energy Metering Systems: Data Sharing and Privacy Protection"* de Stewart et al. (2018), la integración de sistemas inteligentes para la monitorización de agua y energía no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también abre la puerta a un enfoque más personalizado y centrado en el usuario para el suministro de servicios. Sin embargo, a pesar de los avances, este es un campo que aún requiere un esfuerzo significativo en términos de investigación, desarrollo de herramientas y creación de políticas que faciliten la implantación efectiva de estos modelos de apoyo a grupos vulnerables.

10

La cuestión legal en torno al uso de datos de consumos domésticos

La creación de un base de datos que almacene información de consumos domésticos de agua, con el fin de monitorear y apoyar a los grupos vulnerables, encuentra cierto respaldo legal en la normativa vigente según se desprende del Artículo 47 Bis de la Ley 9/2016, de 27 de diciembre, de Servicios Sociales de Andalucía. Esta normativa establece que el tratamiento de datos personales en sistemas como CoheSSiona⁷⁰ es legítimo cuando se realiza en cumplimiento de una misión de interés público, especialmente en la gestión de servicios sociales. Esto se alinea con el objetivo de utilizar datos de consumo de agua para identificar y brindar asistencia a personas en situaciones de vulnerabilidad social.

“Artículo 47 Bis. Bases jurídicas para el tratamiento de datos personales en el Sistema CoheSSiona.

1. A falta de consentimiento expreso, el artículo 6.1.e) del Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento y del Consejo, de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos [...], habilitan para un tratamiento lícito de los datos de carácter personal en el Sistema de Información sobre Servicios Sociales, en tanto este tratamiento se lleva a cabo en

70 El Sistema CoheSSiona es una plataforma de gestión de la Historia Social Única Electrónica de Andalucía (HSUEA), implementado por la Consejería de Igualdad, Políticas Sociales y Conciliación de la Junta de Andalucía, con el objetivo de optimizar la intervención y seguimiento de los servicios sociales a nivel comunitario y especializado. Esta plataforma integra y centraliza toda la información relevante relacionada con las personas usuarias del Sistema Público de Servicios Sociales de Andalucía, facilitando una atención integral y coordinada entre diferentes niveles y sectores de actuación.

cumplimiento de una misión realizada en interés público o en el ejercicio de los poderes públicos conferidos a la persona responsable del tratamiento, cuando derive de una competencia atribuida por una norma con rango de ley.

2. Los objetivos que se pretenden con el desarrollo e implantación del Sistema CoheSSiona son los siguientes:

[...]

e) La coordinación y cooperación entre los diferentes sistemas de protección que permita el intercambio de información relativa a un proceso de intervención y protección social de una persona y su unidad familiar.”

La ley menciona que los datos pueden ser tratados sin el consentimiento expreso de la persona afectada si dicho tratamiento es necesario para cumplir una misión realizada en interés público o en el ejercicio de poderes públicos conferidos al responsable del tratamiento, siempre que derive de una competencia atribuida por una norma con rango de ley. Sin embargo, hay que señalar que entendemos que este uso es con fines estadísticos e investigación, no de análisis pormenorizado de casos individuales.

Por otra parte, el empleo compartido de datos anónimos de consumos a través de algoritmos de *Deep Learning* para mejorar la identificación de perfiles de consumo y, con ello, la atención a grupos vulnerables, se justificaría como una extensión natural de estas competencias.

El Artículo 47 Ter de la Ley 9/2016, de 27 de diciembre, de Servicios Sociales de Andalucía, establece la obligatoriedad de conservar los datos mientras sean necesarios para las finalidades para las que fueron recabados, asegurando a su vez los derechos de los usuarios sobre estos datos, tales como la rectificación, supresión u oposición, garantizando así la protección y el manejo ético de la información. En nuestro caso, esto es especialmente interesante debido a que los algoritmos necesitan de una ingente cantidad de datos históricos para afinar los perfiles de consumo, lo que hace pertinente conservar durante largos periodos de tiempo la información de la telelectura de contadores.

En el contexto de una base de datos compartida que permita compartir y acceder a datos de consumo de agua en distintas regiones, este marco legal señala en el Artículo 48 que:

“...se garantizará, en todo caso, la confidencialidad de los datos de carácter personal, así como la seguridad de las comunicaciones en el intercambio de información sobre datos de carácter personal que sean estrictamente necesarios para el acceso a

las prestaciones entre los agentes del sistema, de acuerdo con la normativa vigente en esta materia.”

Esto posibilita que los servicios sociales de Andalucía coordinen sus esfuerzos con otros sistemas de protección social, resaltando la importancia de integrar sistemas de información a nivel municipal, provincial, autonómico y estatal, asegurando la interoperabilidad y la seguridad de los datos compartidos. Bajo estrictos protocolos de seguridad y ciberseguridad, esto permitiría compartir la información relevante con fines estadísticos, de investigación o para la planificación y evaluación de políticas sociales.

Finalmente, la normativa también subraya que cualquier tratamiento de datos debe garantizar la confidencialidad y la seguridad de la información, lo cual es crítico en un entorno de base de datos compartida. La interoperabilidad entre diferentes sistemas y la integración de información relevante en un marco seguro permitirán un uso más eficiente de los recursos disponibles, favoreciendo la identificación y atención de los grupos vulnerables sin comprometer la privacidad de los datos personales.

En conclusión, la creación y el uso de una base de datos compartida para el monitoreo de consumos de agua en Andalucía, con fines sociales y de protección, no solo es viable desde un punto de vista técnico, sino que parece respaldada por la legislación vigente, siempre y cuando se cumplan con las normativas de protección de datos y ciberseguridad establecidas.

En cualquier caso, es importante destacar que la presente investigación no tiene como objetivo resolver la compleja cuestión jurídica relacionada con el uso de datos privados de consumo de agua. El grupo de investigación es plenamente consciente de que este tema plantea desafíos significativos, especialmente en un contexto donde las herramientas informáticas y los avances en AI suelen adelantarse a los marcos legales vigentes. Por ello, consideramos fundamental que las autoridades competentes lleven a cabo los trabajos necesarios para abordar esta cuestión, garantizando un equilibrio adecuado entre el desarrollo tecnológico y la protección de los derechos individuales. Este esfuerzo permitirá consolidar un marco jurídico sólido que no solo favorezca el desarrollo de iniciativas sociales desde los operadores de agua, sino que también refuerce la confianza de los grupos sociales involucrados, asegurando una implementación ética y sostenible de estas herramientas.

La Agencia Española de Protección de Datos (AEPD) ha publicado guías específicas para la adecuación al Reglamento General de Protección de Datos de tratamientos que incorporan AI, abordando las inquietu-

des que el uso de esta tecnología genera en relación con la protección de datos personales.

Consideramos crucial encontrar un equilibrio adecuado entre el progreso tecnológico y la protección de la privacidad, promoviendo una cultura de responsabilidad y ética en el uso de la inteligencia artificial. En este sentido, señalamos la Estrategia Española de Inteligencia Artificial 2024 del Gobierno de España, donde se señala ya la necesidad de dotar al país de las palancas necesarias para dinamizar su desarrollo, subrayando el enfoque funcional desde el que deben leerse los principios de protección de datos y resaltando la dimensión poblacional.

Debemos hacer reseñar que la creación de la Agencia Española de Supervisión de la Inteligencia Artificial (AESIA) en agosto de 2023 posiciona a España como el primer país europeo con una agencia dedicada a la supervisión de la AI, anticipándose a la entrada en vigor del futuro Reglamento Europeo sobre Inteligencia Artificial, lo que refleja el compromiso de las autoridades españolas por abordar los desafíos legales y éticos que plantea el uso de datos privados en el contexto de la AI, promoviendo un desarrollo tecnológico responsable y alineado con la protección de los derechos fundamentales.

11

Propuesta de protocolo de actuación de apoyo a grupos vulnerables mediante la telelectura y el uso de AI

En este capítulo, nos proponemos explorar una metodología para la implantación de un sistema avanzado de detección de eventos relacionados con el consumo de agua, cuyo comportamiento se desvía significativamente del perfil habitual de un hogar.

Es fundamental subrayar que la propuesta aquí presentada debe ser entendida como un marco preliminar, un primer acercamiento que necesariamente deberá ser validado y refinado a través de la práctica y supervisión por parte de los operadores de agua locales. Reconocemos que cada operador de agua posee una estructura de gestión y particularidades operativas únicas, lo que implica que el procedimiento o flujo de trabajo descrito en este documento no puede ser adoptado de manera uniforme. Por el contrario, deberá adaptarse cuidadosamente para alinearse con las características específicas de cada operador.

Además, la singularidad de esta propuesta radica en su capacidad para ser un catalizador en la mejora de la calidad de vida de las comunidades rurales andaluzas, especialmente en un entorno donde la digitalización del ciclo del agua y la integración de tecnologías avanzadas de telelectura aún están en desarrollo. La implementación exitosa de este sistema requerirá no solo adaptaciones técnicas, sino también una coordinación estrecha con otros servicios de la administración, tales como los servicios sociales y sanitarios, así como con cuerpos de seguridad y emergencias cuando sea necesario.

Este capítulo, por tanto, debe ser visto como una invitación a la experimentación y a la colaboración interinstitucional, con el objetivo de lograr un sistema de gestión del agua que no solo sea eficiente, sino

también inclusivo y solidario con las poblaciones más vulnerables del medio rural andaluz.

11.1. Modalidad de gestión del aviso.

En el desarrollo de un sistema para procesar la información y activar alertas en caso de consumos de agua que se desvíen del perfil habitual, se presentan dos alternativas principales para su gestión: que el propio operador de agua realice internamente esta labor o que se externalice a una empresa especializada. Ambas opciones presentan ventajas e inconvenientes que deben ser cuidadosamente sopesados.

Gestión por el operador de agua.

Cuando un operador de agua decide gestionar internamente el sistema de detección de evento y aviso a terceros, está optando por un enfoque que maximiza el control sobre el proceso. Este control se extiende no solo a la gestión de los datos, sino también al desarrollo y personalización del sistema según las necesidades específicas de la comunidad servida. Entre las principales singularidades que suelen observarse bajo este tipo de gestión, encontramos:

- 1.- **Control y seguridad de los datos:** Una de las ventajas más significativas de la gestión interna es el control total sobre los datos de los abonados. Al mantener el sistema dentro de la organización, el operador puede garantizar que todos los procesos cumplan con los estándares de seguridad y confidencialidad establecidos, lo cual es especialmente crítico cuando se manejan datos sensibles de los usuarios, como patrones de consumo de agua que podrían revelar situaciones de vulnerabilidad. Este control permite al operador asegurarse de que los datos se manejen con los niveles de seguridad más altos, minimizando el riesgo de filtraciones o usos indebidos. Esto es crucial en un entorno donde la protección de la privacidad es cada vez más importante, y donde las normativas de protección de datos son igualmente estrictas. Además, al tener el sistema bajo su supervisión directa, el operador puede implementar medidas de seguridad adicionales adaptadas específicamente a su infraestructura, lo que podría no ser posible con un servicio externalizado.
- 2.- **Agilidad y adaptación:** Otro beneficio de la gestión interna es la agilidad para adaptar el sistema a cambios en las necesidades del operador o del entorno externo. Por ejemplo, si se detecta un cambio en los patrones de consumo o, por parte del operativo, se dan circunstancias que interfieren en el perfil del consumo, como puede ser la reducción de la presión o el corte de suministro nocturno ante una situación de sequía extraordinaria, que podría in-

dicar falsos avisos, el operador puede modificar rápidamente los algoritmos o las reglas del sistema para responder de manera adecuada. Este nivel de flexibilidad puede ser crítico en situaciones donde una respuesta rápida puede marcar la diferencia entre proporcionar un servicio oportuno o generar un problema.

- 3.- **Desarrollo de competencias internas:** Desde una perspectiva de la gobernanza, gestionar internamente el sistema permite al operador invertir en sus propios empleados, desarrollando competencias que pueden ser valiosas en la atención al ciudadano.
- 4.- **Inconvenientes y desafíos:** El más evidente de los inconvenientes y desafíos es la alta inversión inicial que se requiere. Esta inversión abarca tanto la adquisición de infraestructura como los costos asociados con la formación del personal y la posible contratación de expertos. Además, mantener un equipo interno dedicado puede representar una carga adicional en términos de gestión y recursos, especialmente si el operador ya enfrenta limitaciones presupuestarias o de personal.

Externalización del servicio.

Externalizar la gestión del sistema de detección y alerta a una empresa especializada es una opción atractiva para operadores que buscan reducir costos y minimizar la complejidad operativa. Al delegar estas funciones a un tercero, el operador puede concentrarse en su operatividad, mientras que la empresa contratada se encarga de manejar las tareas de gestión y avisos de eventos. Las particularidades en este caso son:

- 1.- **Reducción de costes y recursos:** Uno de los principales atractivos de la externalización es la posibilidad de reducir costos. Al evitar la inversión en infraestructura de datos y la formación de personal, el operador puede beneficiarse de la infraestructura ya existente de la empresa externa, lo que generalmente se traduce en menores costos operativos y de mantenimiento, además de evitar una obsolescencia de los componentes. De esta manera, la externalización permite al operador pagar solo por los servicios que necesita, lo que puede ser especialmente ventajoso en contextos donde los recursos son limitados y la innovación y necesidad de renovación de equipos es alta.
- 2.- **Experiencia especializada:** Las empresas especializadas suelen estar a la vanguardia en términos de tecnología y mejores prácticas. Esto significa que el operador puede beneficiarse de las últimas innovaciones en atención al ciudadano de datos sin tener que hacer inversiones significativas en investigación y desarrollo.

Además, estas empresas suelen contar con equipos especializados que pueden gestionar el sistema de manera más eficiente, lo que garantiza una alta calidad en la prestación del servicio siempre y cuando haya una continuidad y una gran comunicación entre el operador y la empresa adjudicataria.

- 3.- Dependencia de un proveedor externo:** Otro riesgo asociado con la externalización es la dependencia del proveedor externo. Si el proveedor enfrenta problemas operativos o financieros, esto podría afectar directamente la capacidad del operador para gestionar las alertas y responder a las necesidades de los abonados vulnerables. Además, la externalización puede limitar la flexibilidad del operador para implementar cambios rápidos o adaptaciones en el sistema, ya que estos dependerán de la capacidad de respuesta de la adjudicataria y de lo que estaba previamente establecido en el pliego de contratación del servicio.
- 4.- Inconvenientes y riesgos:** A pesar de las ventajas, la externalización también conlleva ciertos riesgos. Uno de los más importantes es la pérdida de control sobre el proceso. Al delegar la gestión a un tercero, el operador cede parte de su control sobre cómo se manejan los datos y cómo se implementan las respuestas a los eventos detectados. Esto puede ser un problema si la empresa contratada no cumple con los estándares de calidad o seguridad del operador. Además, existe el riesgo de que la empresa externa no comprenda completamente las necesidades específicas del operador, lo que podría llevar a una falta de alineación entre las expectativas y la ejecución del servicio.

Alternativa híbrida.

Finalmente, una opción intermedia que podría ofrecer un equilibrio entre control y eficiencia es la adopción de un modelo híbrido. En este caso, el operador de agua podría encargarse de la telelectura y el análisis inicial de los datos, utilizando herramientas avanzadas como el *Deep Learning* y delegar la gestión de las alertas y la comunicación con los usuarios a una empresa externa. Este enfoque permite al operador mantener un alto nivel de control sobre los datos sensibles, asegurando que se manejen de acuerdo con sus políticas de seguridad, al mismo tiempo que se beneficia de la especialización y flexibilidad que ofrece la externalización.

Este modelo híbrido puede ser particularmente efectivo en situaciones donde la protección de los datos es crítica, pero donde el operador también necesita aprovechar las capacidades técnicas y operativas de un proveedor especializado para garantizar una respuesta rápida y eficiente a las alertas. Además, este enfoque permite al operador ajus-

tar el nivel de externalización según sus necesidades específicas, lo que proporciona una mayor flexibilidad y adaptabilidad en la gestión del sistema.

En conclusión, la decisión entre gestionar el sistema internamente, externalizarlo o adoptar una solución híbrida, debe basarse en un análisis cuidadoso de los recursos disponibles, las necesidades estratégicas del operador y los riesgos asociados. Cada enfoque ofrece ventajas y desafíos únicos que deben ser considerados en el contexto de los objetivos a largo plazo del operador y las necesidades de la comunidad a la que sirve.

11.2. Clasificación de avisos.

En la gestión avanzada de sistemas de telelectura de agua, la necesidad de clasificar automáticamente los avisos derivados del consumo es fundamental para garantizar una respuesta rápida y eficaz a situaciones que podrían comprometer el bienestar de los usuarios, especialmente en el caso de grupos vulnerables. Para lograr esta automatización, es esencial contar con herramientas informáticas capaces de analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real y de detectar patrones de consumo que se desvíen de lo habitual. Sin embargo, el éxito de esta automatización depende en gran medida de la correcta definición previa de las clases de avisos y de los umbrales que determinan su activación.

La clasificación de avisos no puede ser un proceso arbitrario; requiere un análisis exhaustivo de los distintos escenarios de consumo que podrían considerarse anómalos o preocupantes. Estos escenarios deben ser identificados en base a criterios objetivos y específicos, que se reflejan en los parámetros que el sistema de telelectura monitorea continuamente. Una vez identificados estos escenarios, se deben establecer umbrales precisos que determinen cuándo un patrón de consumo debe activar un aviso. Estos umbrales no solo deben ser precisos, sino también adaptativos, capaces de evolucionar a medida que se recolecta más información y se ajustan las condiciones del entorno operativo.

Por ejemplo, en el caso de la detección de fugas, es crucial que el sistema pueda identificar un flujo continuo de agua en ausencia de consumo habitual y comparar este patrón con los umbrales predefinidos para determinar si se trata de una fuga real o de una variabilidad normal en el uso del agua. Del mismo modo, para escenarios más complejos como el escaso uso de la ducha, que podría estar relacionado con trastornos de salud mental, problemas de adicción, etc., es fundamental establecer umbrales que reflejen el uso esperado en condiciones normales frente a lo que se consideraría preocupante.

La creación de estas clases y umbrales no solo mejora la precisión y eficiencia del sistema automatizado, sino que también asegura que las alertas generadas sean realmente significativas y útiles para la toma de decisiones. Esta metodología permite a los operadores de agua optimizar la gestión del recurso y desempeñar un papel activo en la protección y apoyo de las comunidades que sirven, proporcionando un nivel adicional de seguridad y bienestar a través de la tecnología.

En resumen, mientras que la automatización a través de herramientas informáticas es esencial para gestionar eficientemente los sistemas de telelectura, la verdadera efectividad de estos sistemas radica en la definición cuidadosa y precisa de las clases de avisos y los umbrales asociados, los cuales deben ser diseñados para detectar y responder de manera proactiva a cualquier señal de alerta en el consumo de agua.

Propuesta de clasificación de avisos.

- **Detección de fugas:** Este tipo de aviso se activa cuando se detecta un patrón de flujo continuo en ausencia de uso habitual, lo que puede indicar una fuga en el sistema. Los sistemas de medición inteligente pueden identificar incluso micro-fugas que, aunque no visibles a simple vista, podrían causar pérdidas significativas a largo plazo si no se detectan y reparan a tiempo, con el consecuente incremento de la factura.
- **Uso excesivo del WC:** Un aumento anormal en el uso del agua del WC podría ser un indicador de problemas gastrointestinales, que en algunos grupos vulnerables (como personas mayores o con problemas de salud previo) podrían ser un signo de una emergencia médica.
- **Consumos nocturnos:** La actividad durante horas nocturnas, que normalmente serían de descanso, puede señalar trastornos del sueño u otros problemas de salud en los residentes. Los patrones de consumo nocturno deben ser monitoreados y comparados con un umbral predeterminado para activar un aviso cuando el consumo sea inusualmente alto durante estas horas.
- **Ausencia de consumo:** La ausencia de consumo en un hogar durante un período puede ser un reflejo de problemas graves en grupos vulnerables que requieren de la intervención de servicios sanitarios. Este tipo de aviso es crucial en la vigilancia de personas mayores o que viven solas.
- **Bajo consumo prolongado:** Un descenso notable en el consumo de agua, especialmente si se mantiene durante varios días, puede indicar una disminución en la capacidad de movilidad de

los residentes para realizar actividades cotidianas.

- **Consumo en ausencia de habitantes:** Este aviso es especialmente útil para segundas residencias. Un consumo detectado cuando se supone que la vivienda está desocupada podría indicar una intrusión o un uso no autorizado de la propiedad, funcionando como un sistema de alarma complementario.
- **Escaso uso de la ducha:** La disminución en el uso de la ducha puede ser un indicador de problemas de higiene personal, que son comunes en personas con trastornos psicológicos, problemas de adicción o en familias desestructuradas.

Es importante destacar que la clasificación de los tipos de avisos no debe aplicarse de manera uniforme a todas las viviendas o consumidores. En su lugar, esta clasificación debe ser adaptada específicamente en función del grupo vulnerable al que se dirige. Cada grupo vulnerable, debido a sus circunstancias particulares, exhibe patrones de consumo de agua diferentes, lo que requiere un enfoque personalizado para la detección de anomalías.

Por ejemplo, el escaso uso de la ducha podría ser un indicador crítico en el monitoreo de personas con trastornos psicológicos o adicciones, mientras que, para un hogar con una persona mayor, la atención podría centrarse más en la detección de fugas o en la falta de consumo, lo que podría indicar un problema de movilidad o una emergencia médica.

Por lo tanto, la clasificación y los umbrales deben ser diseñados y ajustados con gran precisión para cada grupo vulnerable. La posterior clasificación de los avisos en función a esos parámetros o umbrales establecidos será lo que las herramientas de *Deep Learning* lleven a cabo de forma automática y mejoren con el tiempo y el incremento de datos registrados. Esto asegura que las alertas generadas sean realmente útiles y pertinentes, proporcionando la información necesaria para tomar decisiones que protejan a las personas más susceptibles dentro de cada sector.

11.3. Gradación de avisos.

La gestión de los avisos debe basarse en la identificación del tipo de evento (fugas, consumos nocturnos, ausencia de consumos, etc.), como se ha descrito, pero también en la priorización de la respuesta en función del riesgo que representan. Para ello, se proponen tres variables clave que deben evaluarse para cada aviso: temporalidad, volumen de agua consumido y frecuencia del evento. Estas variables permiten graduar los avisos en diferentes niveles de prioridad, lo que a

su vez condiciona las acciones que deben ser tomadas.

Variables de priorización.

1.- **Temporalidad:** La duración de un evento anómalo es fundamental para determinar su gravedad. Si un patrón de consumo fuera de lo habitual persiste durante un tiempo prolongado, el riesgo aumenta, ya que puede estar asociado a una situación de emergencia que requiere atención urgente. En los sistemas de telelectura, la temporalidad se mide desde el momento en que se detecta el evento y se compara con los perfiles de consumo esperados.

Ejemplo de gradación temporal:

- **Baja prioridad:** Si la ausencia de consumo en horario habitual de actividad (por ejemplo, en las primeras horas del día) se prolonga por 2 horas, se emite un aviso de baja prioridad. En este caso, la acción podría limitarse a una simple comunicación con el abonado para verificar que no haya problemas.
- **Prioridad media:** Si transcurren 4 horas sin consumo en un hogar donde se espera actividad, el nivel de alerta aumenta y puede requerir contactar a un familiar o vecino previamente autorizado para contactar con él.
- **Prioridad alta:** Si después de 6 horas no se ha restablecido el consumo ni hay respuesta por parte del abonado o los familiares, se activa automáticamente un protocolo de emergencia que involucra a los servicios de seguridad para acudir al domicilio y verificar el estado de los ocupantes.

2.- **Volumen de agua consumido:** El volumen de agua asociado a un evento es un indicador directo de la magnitud del problema. En el caso de las fugas, por ejemplo, la cantidad de agua en un período determinado permite diferenciar entre eventos de baja o alta gravedad.

Ejemplo de gradación de volumen:

- **Baja prioridad:** Una fuga que implique una pérdida diaria de 150 litros de agua puede ser considerada de baja prioridad, ya que está ligeramente por encima del promedio de consumo diario y no representa un riesgo inmediato, por lo que simplemente se pone en contacto con el abonado para informar de la incidencia.
- **Prioridad media:** Si la fuga alcanza los 250 litros diarios y se da en una vivienda que no pertenece a alguno de los grupos vulnera-

bles, se emite un aviso de prioridad media que podría requerir la intervención de un técnico para informar.

- **Prioridad alta:** Si el volumen de agua perdida supera los 500 litros diarios en un hogar de un grupo vulnerable (por ejemplo, personas mayores), el aviso debe escalar a una prioridad alta, involucrando a servicios sociales o de emergencia para gestionar la situación rápidamente y evitar perjuicios económicos al tener que hacer frente al coste de la factura.

3.- Frecuencia del vanto: La repetición de un mismo evento en un corto período también es un indicador importante de su gravedad. Cuando un evento, como el uso excesivo de un wc, se repite varias veces por encima de los parámetros que venían registrando, puede sugerir un problema de salud u otra situación crítica que requiere atención.

Ejemplo de gradación por frecuencia:

- **Baja prioridad:** Un incremento leve en el uso del wc en una persona con problemas de salud podría generar un aviso de baja prioridad si sobrepasa el uso del wc en un 25%.
- **Prioridad media:** Si el uso del WC se incrementa notablemente y se detecta que se activa la cisterna por encima del 50% de lo normal, el aviso pasa a prioridad media.
- **Prioridad alta:** Si este patrón de consumo anómalo ocurre también durante las horas nocturnas y sobrepasa en un 75% las veces de uso del wc, lo que podría estar vinculado a problemas gastrointestinales, el aviso debe escalar a una prioridad alta, activando el contacto con familiares o servicios sanitarios.

Estos parámetros no tienen que entenderse de forma aislada o independiente, sino que deben ser observados de forma combinada, donde un incremento de los consumos puede venir derivado por el aumento del número de ocasiones que se acude al wc, que, por su parte, también hace que el volumen de agua consumida aumente.

Beneficios del proceso de priorización.

Este sistema de priorización basado en tiempo, volumen y frecuencia ofrece una respuesta escalonada y adaptativa, asegurando que los recursos se asignen de manera eficiente y que las intervenciones se realicen de acuerdo con la urgencia del caso. Además, al ajustar los protocolos de acción según las características del grupo vulnerable y el tipo de evento, se optimiza la protección social y se mejora la seguridad y bienestar de las personas más vulnerables.

Como se señala, este enfoque permite una gestión más eficaz del recurso hídrico y permite al operador de agua posicionarse como un actor clave en la protección del bienestar de sus usuarios, especialmente aquellos en situación de vulnerabilidad.

11.4. Medios y modos de comunicación de avisos a interesados o involucrados.

Canales de comunicación.

El último paso en el proceso de gestión de avisos a través de la telectura de contadores de agua para apoyar a grupos vulnerables es la determinación de la acción a seguir una vez clasificado el aviso por tipología y grado de prioridad. Para ello, se propone que los avisos puedan transmitirse desde el operador de agua hacia el abonado, un familiar o los servicios de la administración que pudieran ser de utilidad a través de varios canales de comunicación. Estos canales pueden incluir:

- **SMS:** Uno de los métodos más utilizados para alertas urgentes por su capacidad de llegar rápidamente a una audiencia amplia y diversa. Es común en la gestión de emergencias, como las alertas sobre inundaciones o incendios, empleadas tanto por gobiernos como por empresas de servicios públicos.
- **Mensajes de WhatsApp:** En situaciones donde la comunicación rápida y personal es clave, WhatsApp es un canal eficiente. Esto es especialmente útil cuando se necesita un intercambio más dinámico con familiares o vecinos que puedan actuar inmediatamente.
- **Correo electrónico:** Aunque no es tan inmediato como el SMS o WhatsApp, el correo electrónico sigue siendo útil para la comunicación formal, y puede incluir detalles más extensos sobre la situación.
- **Llamada telefónica:** Para alertas críticas, como la falta de respuesta a otros avisos o situaciones de alta prioridad, las llamadas telefónicas garantizan que se establezca un contacto directo con los interesados, incluidos los servicios de emergencia o asistencia social. Servicios de emergencia y seguridad suelen utilizar este medio para asegurar una respuesta inmediata en situaciones críticas.

El éxito de este sistema radica en la flexibilidad y capacidad de adaptación del canal de comunicación al contexto del aviso. Por ejemplo, en situaciones de baja prioridad, un SMS o correo electrónico puede

ser suficiente. Sin embargo, en casos de prioridad alta, como la ausencia prolongada de consumo en un hogar con personas mayores, una llamada telefónica o incluso el contacto directo con servicios de emergencia podría ser la mejor opción para garantizar una intervención rápida y efectiva.

Este enfoque multi-canal asegura que se mantenga una comunicación efectiva con los grupos vulnerables y sus contactos, optimizando los tiempos de respuesta y reduciendo el riesgo de que situaciones críticas pasen desapercibidas.

Modos de comunicación.

En la gestión de avisos para personas vulnerables a través de la telelectura de contadores de agua, es fundamental considerar cómo se lleva a cabo la comunicación, especialmente en situaciones de emergencia o estrés. La forma de interactuar depende de si la comunicación es con la persona afectada o con los servicios que brindan asistencia, como servicios sociales o médicos. Para estas tareas de contacto con personal en situación de vulnerabilidad existen numerosas empresas especializadas que tienen desarrollado un protocolo de actuación y una experiencia muy notable, de ahí que, como se reflejó en puntos anteriores, parte de estas tareas se ve conveniente externalizar, para evitar así el sobrecoste del operador en un campo que no es el estrictamente fin de la entidad.

En cualquier caso, existen dos grupos de comunicación en función a quien se dirige:

1.- Comunicación con la persona implicada.

Cuando la comunicación se dirige a la persona que podría estar viviendo una situación de emergencia o estrés, como un problema de salud o un evento singular en el hogar, es crucial que el mensaje sea claro, directo y adaptado a su situación. En muchos casos, la persona podría estar bajo presión o confundida, por lo que la claridad y simplicidad del lenguaje es esencial. Es recomendable:

- a.- Utilizar un lenguaje claro y sencillo:** Evitar el uso de términos técnicos o complicados y optar por un mensaje directo y fácil de entender.
- b.- Verificar la comprensión:** Preguntar si la persona ha entendido el mensaje y, de ser necesario, repetir o reformular la información. Esto asegura que se ha captado la importancia del aviso.

- c.- **Ser empático y paciente:** Es importante no apresurar la conversación y mostrar comprensión, lo cual ayuda a reducir el nivel de ansiedad del interlocutor.
- d.- **Utilizar diferentes canales de comunicación según la urgencia:** Los SMS o WhatsApp pueden ser útiles para alertas rápidas, pero en situaciones más complejas o de mayor gravedad, una llamada telefónica puede ser más efectiva para asegurar la comunicación directa y verificar la situación.

2.- Comunicación con servicios de emergencia o asistencia social.

Cuando el aviso se escalamo y requiere la intervención de autoridades o servicios como emergencias médicas o sociales, la comunicación debe ser aún más estructurada. En estos casos:

- a.- **Proporcionar información clara y precisa:** Los servicios de emergencia necesitan datos precisos, como el tipo de problema, la duración y cualquier indicio de que la persona no responde a otros medios de contacto.
- b.- **Utilizar protocolos de emergencia adecuados:** Dependiendo de la gravedad del aviso se puede recurrir a llamadas telefónicas directas o sistemas de mensajería a servicios como emergencias médicas, que podrían desplegar personal para verificar la situación.
- c.- **Colaboración entre entidades:** Es importante que los operadores de agua coordinen con los servicios sociales, médicos y de emergencia para asegurar que se sigan los protocolos de respuesta establecidos y que la persona vulnerable reciba la asistencia necesaria.

11.5. La recopilación de la resolución del evento para la mejora del sistema.

El paso final en el protocolo de gestión de avisos es crucial para garantizar la eficacia del sistema y, a largo plazo, mejorar la capacidad predictiva y preventiva del mismo. Este paso consiste en la **retroalimentación** del sistema. La gestión de los avisos no debe concluir simplemente cuando se establece el contacto con el abonado, familiar o autoridad competente, sino que debe cerrarse cuando se recibe confirmación de que la incidencia detectada ha sido verificada y gestionada.

Proceso de retroalimentación.

Una vez se ha generado un aviso y se ha contactado con la persona o entidad responsable, es fundamental que el operador de agua obtenga una respuesta que confirme si el aviso estaba correctamente relacionado con una incidencia real. Este proceso incluye:

- a.- Confirmación de la situación:** El operador debe asegurarse de que el aviso emitido correspondía efectivamente a un evento anómalo en el consumo de agua y que, a su vez, éste viene provocado por una situación que ha requerido de la intervención por parte del abonado, familiar o autoridades.
- b.- Verificación de la acción tomada:** Es necesario confirmar que se ha tomado la acción adecuada, ya sea a través del contacto con el abonado, la intervención de un familiar o la participación de las autoridades. Esto asegura que el problema ha sido solucionado de forma efectiva y que la intervención fue justificada. Si no se ha realizado de la manera más adecuada, debe registrarse igualmente.
- c.- Registro y análisis de la incidencia:** Este paso implica documentar los detalles de la incidencia y la respuesta recibida, tanto si el caso ha sido resuelto de manera ágil y eficiente como si han ocurrido fallos de comunicación o identificación del problema, lo cual es fundamental para mejorar el sistema en el futuro. Aquí es donde entra en juego la retroalimentación al algoritmo de *Deep Learning*.

Mejora del algoritmo a través de la retroalimentación.

El objetivo principal de este proceso es alimentar al algoritmo de *Deep Learning* con datos verificados sobre las incidencias, permitiendo que el sistema ajuste y afine los perfiles de consumo, parámetros que generan los avisos y acciones activadas. Esta retroalimentación permite que el algoritmo aprenda de cada evento y reduzca tanto los falsos positivos como los falsos negativos, mejorando así la precisión en la detección de anomalías en el consumo de agua.

La retroalimentación basada en eventos reales permite que el sistema ajuste los umbrales de detección en función de los patrones de consumo validados, mejore la predicción de futuros eventos al reconocer situaciones que previamente resultaron ser problemáticas, optimice la gestión de recursos y respuestas a los avisos y, finalmente, asegurando que los operadores puedan priorizar de forma más efectiva.

La retroalimentación es esencial para el éxito del programa de ayuda a los grupos vulnerables. A través de este proceso, se mejorará la tecno-

logía y la capacidad del sistema para identificar consumos anómalos mientras que se garantiza que los operadores de agua puedan ofrecer un apoyo cada vez más preciso y eficiente a quienes más lo necesitan. De este modo, se fortalece la capacidad del operador de actuar no solo como un gestor de recursos, sino como un agente clave en la protección social y el bienestar de los ciudadanos vulnerables.

11.6. La necesaria colaboración interadministrativa.

El éxito del sistema de detección y gestión de avisos a través de la telectura de contadores de agua, especialmente en el apoyo a grupos vulnerables, depende en gran medida de la **colaboración interadministrativa** entre el operador de agua y otros servicios públicos. Sin el apoyo activo de las autoridades sanitarias, servicios sociales y cuerpos de seguridad, que son responsables de gestionar situaciones de emergencia y bienestar social, este sistema carecería de la capacidad para llevar a cabo acciones efectivas.

Las autoridades administrativas deben estar preparadas y dispuestas a recibir estos avisos y, más importante aún, a actuar de forma rápida y coordinada para gestionar las situaciones que generen consumos irregulares en los domicilios, como problemas de salud, emergencias en el hogar, etc. La implicación de estos actores es esencial ya que solo ellos tienen la capacidad de movilizar los recursos para solventar adecuadamente muchas de las situaciones que puedan surgir, como el envío de asistencia sanitaria, la activación de protocolos de seguridad o la prestación de ayuda social.

Afortunadamente, la legislación andaluza es bastante contundente en este sentido y promueve diversas líneas de necesaria colaboración entre administraciones públicas, cualesquiera que *“pudieran confluir con los servicios sociales en áreas concretas de la intervención social.”*

La promoción de la colaboración interadministrativa en la normativa autonómica.

La Ley 9/2016, de 27 de diciembre, de Servicios Sociales de Andalucía ofrece una señal clara de la necesaria coordinación entre administraciones y entre ésta y otros sectores, tratando el asunto en el CAPÍTULO VII. *Organización y coordinación* del TÍTULO II. *El Sistema Público de Servicios Sociales de Andalucía*. Se trata de una cuestión que tiene especial relevancia en el presente estudio pues es la clave para que, desde el ámbito de los operadores públicos de agua y saneamiento, se ofrezca un servicio de apoyo a servicios sociales con los que implementar mecanismos de apoyo a grupos vulnerables.

Los artículos 54, 55 y 58 de dicha Ley 9/2016 son especialmente explícitos en este sentido, tal y como se ve en el texto:

“Artículo 54. Coordinación con otros sectores.

1. El Consejo de Gobierno adoptará las medidas necesarias para que las funciones que se atribuyen al Sistema Público de Servicios Sociales de Andalucía sean objeto de coordinación con las que corresponden a otros sistemas de protección social afines o complementarios.

Artículo 55. Colaboración entre Administraciones Públicas.

1. Con el fin de facilitar a la ciudadanía una prestación ágil y eficaz de los servicios sociales, las Administraciones Públicas actuantes en el ámbito territorial de la Comunidad de Andalucía se prestarán entre sí la colaboración necesaria mediante los instrumentos de cooperación previstos [...].

Artículo 58. Coordinación entre los servicios sociales y otros sistemas de protección social.

1. Los órganos de las Administraciones Públicas competentes en materia de servicios sociales deberán coordinar sus actuaciones con las de los órganos competentes para la prestación de los servicios que corresponden a otros sistemas y políticas públicas, en particular con el sistema de salud, con el sistema educativo, con el sistema judicial, con las políticas de empleo, inserción laboral y formación, vivienda, accesibilidad, e igualdad y, en general, con cualesquiera otras políticas públicas que pudieran confluir con los servicios sociales en áreas concretas de la intervención social.

2. A los efectos de articular la cooperación y la coordinación entre el Sistema de Servicios Sociales y otros sistemas de protección social, se adoptarán las siguientes medidas:

a) Establecer cauces formales de cooperación a través de la creación de órganos de cooperación interadministrativa u otras fórmulas que se estimen convenientes.

b) Arbitrar instrumentos y protocolos conjuntos de actuación y, en su caso, convenios de colaboración.

c) Establecer catálogos y/o carteras conjuntas de servicios y prestaciones.”

Prestaciones de los servicios sociales de Andalucía. La teleasistencia.

El Artículo 42. *Prestaciones garantizadas*, indica en su punto 2 que:

“El Catálogo de Prestaciones del Sistema Público de Servicios Sociales describirá de forma clara las prestaciones garantizadas, entre las que, al menos, estarán:

c) El servicio de teleasistencia.”

La teleasistencia es un servicio social esencial dirigido a proporcionar apoyo y seguridad a personas mayores, con discapacidad o en situación de dependencia que viven solas o pasan gran parte del día solas. Este servicio se presta principalmente a través de un dispositivo de comunicación remoto que conecta al usuario con un centro de atención especializado disponible las 24 horas del día, los 365 días del año. Si bien es verdad que este sistema busca ofrecer la conexión rápida y sencilla entre las personas y los servicios de atención, es destacable que, entre los objetivos aparece la prevención en cuanto a detectar situaciones de riesgo o deterioro en la salud de los usuarios, así como el seguimiento proactivo: Llamadas regulares a los usuarios para hacer seguimiento de su estado de salud y bienestar, ofreciendo consejos y recordatorios (como la toma de medicamentos).

Esta cuestión es interesante por cuanto que, en el presente proyecto, uno de los objetivos que se persigue es precisamente la detección de eventos que pudieran indicar algún episodio que requiera la atención de los servicios sociales o de las asistencias sanitarias. De modo que el Artículo 42 de la Ley 9/2016, respalda este tipo de iniciativas que busca la monitorización de los grupos vulnerables para evitar situaciones de emergencias.

Competencias para la coordinación de iniciativas de protección social de grupos vulnerables.

En cuanto a quién es el competente en el desarrollo de la coordinación entre administraciones y entidades que pudieran tener un beneficio sobre grupos vulnerables, la ley vuelve a favorecer la aplicación de los fines de este proyecto porque dichas competencias recaen sobre los gobiernos locales y. El Artículo 51. *Entidades locales* señala que *“son competencias propias de las entidades locales de Andalucía en materia de servicios sociales [...] las siguientes”* y entre ellas destacan para los objetivos del presente proyecto:

“k) Coordinar las actuaciones de las entidades con o sin ánimo de lucro que desarrollen servicios sociales en el municipio.

l) Coordinar la política municipal de servicios sociales con la desarrollada por otros sistemas de protección social.

m) Detectar precozmente las situaciones de riesgo social individuales y comunitarias.”

La promoción de la cultura innovadora en los servicios sociales.

Aunque no se trate de una actividad de coordinación interadministrativa, que es el asunto que se aborda en este punto del capítulo, nos parece interesante reseñar que la Ley trata con claridad de enfatizar el necesario fomento de la cultura de la innovación, la creación y el talento, cuestión que viene al caso de este proyecto puesto que, en definitiva, estamos tratando una metodología que no ha sido desarrollada y necesita de su puesta en marcha y de ajustes para contribuir a dar una cobertura de apoyo a grupos vulnerables. Las investigaciones científicas son intrínsecamente abiertas a la colaboración, a la puesta en común de principios y a la incorporación de mejoras que contribuyan a alcanzar los fines establecidos, de ahí que se trate de una postura de coordinación igualmente, en este caso, no tanto entre las administraciones como entre los investigadores y desarrolladores de productos.

Ejemplos evidentes de todo ello son los artículos 60 y del 64 al 68, que muestran de forma tan tajante la necesidad de fomentar la investigación y la implantación de nuevas formas de abordar los asuntos sociales que, por parte de la autoría del proyecto, se ha preferido introducir la totalidad del texto de estos artículos al objeto de servir de respaldo a la aplicación práctica del proyecto bajo, que, sin lugar a dudas, debe ser respaldado por las administraciones públicas competentes.

“Artículo 60. Competencias profesionales.

2. El Sistema Público de Servicios Sociales de Andalucía promoverá la cultura innovadora, la creatividad y el talento del personal que desarrolla su actividad profesional en el marco del sistema.

3. Las personas profesionales del Sistema Público de Servicios Sociales de Andalucía, en función de su cualificación y su nivel de desarrollo profesional, podrán incorporar a su práctica profesional habitual las funciones docentes y de investigación. Desde las Administraciones Públicas se potenciará y facilitará la capacidad investigadora de los profesionales.”

CAPÍTULO IX Investigación e innovación en servicios sociales.

Artículo 64. Investigación y desarrollo en servicios sociales.

1. Las Administraciones Públicas competentes en materia de servicios sociales promoverán la investigación científica y el desarrollo en esta materia como instrumento para la mejora continua de la calidad de los servicios sociales, de acuerdo a los planes y políticas relacionados con la investigación en Andalucía y en los ámbitos nacional y europeo.

2. La investigación que se realice en el marco del Sistema Andaluz del Conocimiento estará fundamentalmente orientada a la generación de estrategias y buenas prácticas en respuesta a las necesidades y expectativas de la ciudadanía y a la contribución al desarrollo económico y social en Andalucía.

3. Se promoverá la creación y el uso de las redes e infraestructuras de colaboración científica accesibles al personal investigador andaluz bajo una administración y gestión común.

4. Las Administraciones Públicas competentes en materia de servicios sociales promoverán una cultura participativa en las redes de investigación que permita fomentar la cooperación común de carácter interdisciplinario, identificar materias de investigación transversales y crear redes de conocimiento innovadoras en materia de servicios sociales.

5. La Consejería competente en materia de servicios sociales establecerá estrategias que permitan impulsar la I+D+i en servicios sociales en el marco de la política de investigación de la Junta de Andalucía y, en particular, desarrollará las siguientes actividades:

a) La coordinación, la participación y la cooperación en todas aquellas actividades relacionadas con la I+D+i en servicios sociales.

b) El fomento de medidas para que la investigación científica y la innovación contribuyan a mejorar, de manera significativa y sostenible, la calidad de vida y el bienestar social de la población.

c) La identificación de lagunas existentes en las actividades de I+D+i en relación a los servicios sociales en Andalucía.

Artículo 65. Innovación en servicios sociales.

1. Con el objetivo de fomentar la innovación en el Sistema Público de Servicios Sociales de Andalucía, las Administraciones Públicas competentes en materia de servicios sociales favorecerán las actividades de innovación e impulsarán la cultura innovado-

ra entre los distintos agentes e instituciones públicas y privadas que forman parte del sistema.

2. Las Administraciones Públicas de Andalucía elaborarán y desarrollarán políticas públicas eficaces para promover el fortalecimiento de la capacidad de innovación en servicios sociales y la mejora de la misma.

3. Las Administraciones Públicas competentes en materia de servicios sociales fomentarán el desarrollo de actitudes innovadoras en el marco de los agentes del sector social y, con esta finalidad, promoverán el compromiso con las innovaciones, la vigilancia constante del entorno, el estímulo de la creatividad y el impulso de las colaboraciones y alianzas.

Artículo 66. Emprendimiento e innovación social.

1. Las Administraciones Públicas de Andalucía apoyarán las innovaciones sociales aplicadas sobre los servicios sociales, entendidas como nuevas ideas o nuevas relaciones sociales de cooperación que incrementen la capacidad de la ciudadanía para actuar colectivamente.

2. Las Administraciones Públicas de Andalucía promoverán acciones positivas para el desarrollo de la innovación social a través de las siguientes medidas:

a) Promocionando el talento y el capital social de las personas y grupos innovadores sociales más relevantes.

b) Promoviendo una cultura colaborativa proclive a la generación de valores compartidos en servicios sociales.

c) Facilitando las iniciativas de investigación y desarrollo sobre las innovaciones sociales.

d) Fomentando el emprendimiento empresarial como fuente generadora de innovación en el ámbito de los servicios sociales.”

Artículo 67. Gestión del conocimiento en políticas sociales.

1. La Consejería competente en materia de servicios sociales impulsará el desarrollo de la red de agentes del conocimiento en materia de políticas sociales, con el objetivo de favorecer su interacción y que desarrollen sus actividades de investigación e innovación en servicios sociales, de acuerdo a lo previsto en la Ley 16/2007, de 3 de diciembre, Andaluza de la Ciencia y el Conocimiento y en sus normas de desarrollo.

2. La red de agentes del conocimiento en políticas sociales contará con agentes de generación de conocimiento; redes y estructuras que transfieran, adapten y apliquen el conocimiento para la producción de innovación, y entidades de gestión que apoyen la coordinación y administración del conocimiento y las tecnologías.

3. Para el desarrollo del talento investigador e innovador en los servicios sociales, la Consejería competente en materia de servicios sociales impulsará los mecanismos dirigidos al reconocimiento de las competencias en investigación e innovación, así como a la formación y al fomento de la labor investigadora y de innovación como parte consustancial a la actividad de dirección, gestión, asistencial y docente que desarrollen las personas profesionales del Sistema Público de Servicios Sociales de Andalucía, impulsando medidas de gestión del conocimiento y de intercambio de experiencias entre las mismas.

Artículo 68. Red Andaluza de Investigación de Políticas Sociales.

1. Se crea, en el ámbito del Sistema Público de Servicios Sociales de Andalucía, la Red Andaluza de Investigación de Políticas Sociales como organización en red donde se integran personas al servicio de la investigación y grupos de investigación, y que tiene como objeto primordial la investigación y la innovación en materia de políticas sociales, bajo el principio del fomento de la calidad y la excelencia científica de los proyectos y actuaciones, y sin perjuicio del aprovechamiento compartido del conocimiento en el marco del Sistema Andaluz del Conocimiento.

2. Se promoverá la presencia paritaria de mujeres y hombres en la Red Andaluza de Investigación de Políticas Sociales, así como la formación en materia de igualdad entre mujeres y hombres, a fin de incorporar la perspectiva de género en la investigación y la innovación en materia de políticas sociales.

3. La Red Andaluza de Investigación de Políticas Sociales desarrollará las actividades que son propias de este tipo de organizaciones, teniendo en cuenta las prioridades definidas en el marco de la política de investigación de la Junta de Andalucía y en los ámbitos nacional y europeo.

4. Reglamentariamente se establecerán sus objetivos, funciones, régimen, organización y funcionamiento.”

Conclusiones.

La coordinación interadministrativa es, sin duda alguna, necesaria para garantizar el éxito en la implementación de sistemas de telelectura enfocados en el apoyo a grupos vulnerables en el medio rural. Este tipo de sistema no puede ser efectivo sin la colaboración activa de los servicios sociales, sanitarios y de seguridad, que son quienes tienen la capacidad para gestionar las situaciones que pueden derivar de consumos anómalos de agua en los hogares de personas vulnerables. La intervención oportuna de estos servicios es clave para ofrecer una respuesta rápida y adecuada, movilizando recursos esenciales en casos de emergencia social o sanitaria.

Como se ha mostrado, la Ley 9/2016 de Servicios Sociales de Andalucía establece un marco legal robusto que promueve esta coordinación, definiendo claramente las competencias y responsabilidades de las diferentes administraciones públicas. Los artículos 54, 55 y 58 de dicha ley destacan la necesidad de que los operadores de agua trabajen estrechamente con otras entidades públicas para asegurar que los avisos generados por el sistema no solo se reciban, sino que también se gestionen de manera eficaz. Se hace énfasis en la creación de protocolos conjuntos y la implementación de cauces formales de cooperación, lo que permite que los servicios sociales y otros sistemas de protección trabajen en armonía para asistir a las personas en situaciones de vulnerabilidad.

La normativa, además de enfocarse en la gestión de emergencias, apoya el desarrollo de estrategias innovadoras para mejorar la eficiencia de los servicios sociales. La promoción de una cultura de innovación es un componente esencial de la ley, impulsando a las administraciones públicas a fomentar nuevas ideas y herramientas que mejoren la calidad de los servicios sociales y asistenciales. En el marco de este proyecto, esta innovación es clave para desarrollar soluciones tecnológicas, como la telelectura de contadores de agua domiciliaria, que permiten detectar y gestionar de manera proactiva los consumos anómalos, contribuyendo así a la protección y bienestar de los grupos más vulnerables de la sociedad andaluza.

La legislación respalda así la implementación de nuevas estrategias y herramientas tecnológicas que optimicen la atención social, apoyando el desarrollo continuo de sistemas más precisos y eficaces. Esta respuesta ante situaciones de riesgo fortalece el papel de los operadores de agua como agentes clave en la red de protección social, contribuyendo a una mejor calidad de vida para los ciudadanos más vulnerables.

12

Casos prácticos relevantes

12.1. Operación “Living Water” de ZAKA de Israel.

La operación “Living Water” del proyecto de ZAKA es un caso ejemplar de cómo la tecnología puede ser empleada para brindar atención y monitoreo a personas mayores y vulnerables en situaciones de aislamiento.

ZAKA y su misión.

ZAKA, acrónimo de “*Zihuy Korbanot Asson*” en hebreo, se traduce como “Identificación de Víctimas de Desastres”. Esta organización voluntaria, fundada en Israel, se ha dedicado históricamente a la identificación y recuperación de víctimas de desastres naturales, atentados terroristas y otros eventos catastróficos. Con el tiempo, su misión se ha expandido para incluir diversas formas de asistencia humanitaria, con un enfoque particular en los sectores más vulnerables de la población.

ZAKA es reconocida por su capacidad para responder rápidamente en situaciones de crisis. Sin embargo, su evolución ha demostrado un enfoque preventivo y proactivo, utilizando tecnología avanzada para proteger y cuidar a personas en riesgo, como las personas mayores que viven solas. La operación “Living Water” es una manifestación clara de esta evolución, donde la telelectura de contadores de agua juega un papel crucial.

Operación “Living Water” y su implementación.

La operación “Living Water” (Agua Viva) se inició como un esfuerzo para monitorear a las personas mayores que viven solas mediante el segui-

miento de su consumo de agua. Este proyecto se basa en la premisa de que los patrones de uso del agua son un indicador fiable del bienestar de una persona. Una disminución notable o la falta de consumo puede señalar un problema de salud, una caída, o incluso la muerte.

Tecnología empleada.

La operación utiliza la telelectura de contadores de agua, una tecnología que como se viene exponiendo en esta investigación, permite la recolección remota y automática de datos de consumo en tiempo real. Este sistema está vinculado a una red central que monitoriza los datos continuamente. Si se detecta una anomalía en los patrones de consumo de un hogar monitoreado, se emite una alerta a los voluntarios o personal encargado de la supervisión, quienes pueden entonces intervenir o contactar a la persona para asegurarse de que esté bien.

Este uso de la telelectura es un ejemplo claro de lo que los objetivos perseguidos en la investigación son posibles bajo un desarrollo tecnológico y de coordinación interadministrativo, tal y como ha realizado ZAKA, que ha llevado esta tecnología más allá del simple monitoreo de consumos para integrarla en un sistema de atención social que tiene implicaciones directas para la seguridad y el bienestar de las personas mayores.

Cobertura y alcance.

Inicialmente, la operación *“Living Water”* se implementó en áreas con alta concentración de personas mayores que viven solas. Estos lugares fueron identificados mediante un mapeo detallado, teniendo en cuenta factores como la edad promedio de los residentes, las condiciones socioeconómicas y la accesibilidad a servicios de emergencia.

El proyecto ha logrado expandirse gracias a la colaboración con autoridades locales y proveedores de servicios públicos de agua. Actualmente, cubre una amplia gama de municipios en Israel y se ha comenzado a considerar su aplicación en otros países con características demográficas similares.

Beneficios de la operación *“Living Water”*.

Los beneficios de la operación *“Living Water”* son múltiples y se alinean con los objetivos descritos en el documento sobre el uso de *Smart Metering* en la gestión del agua y la atención a grupos vulnerables.

- 1.- Monitoreo continuo y no intrusivo:** El uso de telemetría permite un seguimiento constante del bienestar de las personas sin necesidad de intervención física, lo cual es crucial en el contexto de personas mayores que valoran su independencia y privacidad.

- 2.- Intervención temprana:** Como se menciona en esta investigación, en la sección sobre Inteligencia Artificial aplicada a la telelectura (sección 6.2), la capacidad de detectar patrones anómalos permite que las intervenciones se realicen antes de que un problema se agrave. Esto es vital para prevenir situaciones de emergencia, como caídas o problemas de salud no atendidos.
- 3.- Reducción de costes y optimización de recursos:** Al permitir la identificación de situaciones de riesgo sin necesidad de visitas físicas constantes, el sistema optimiza los recursos disponibles, reduciendo los costes asociados con el personal de atención y mejorando la eficiencia del servicio.
- 4.- Mejora en la calidad de vida:** Este sistema no solo brinda seguridad a los mayores, sino que también proporciona tranquilidad a sus familias y cuidadores, sabiendo que cualquier situación inusual será detectada rápidamente.

Vinculación con la telelectura en Andalucía.

El envejecimiento de la población en Andalucía es un fenómeno demográfico que está adquiriendo una relevancia cada vez mayor, pasando a ser un aspecto crucial que considerar al evaluar la aplicabilidad de la operación "Living Water" de ZAKA en esta región. Según los datos señalados en la presente investigación, en 2016, las personas mayores de 65 años representaban ya el 16,4% de la población total de Andalucía. Este grupo, que ya constituye una parte significativa de la sociedad andaluza, está proyectado a crecer sustancialmente en las próximas décadas. Se estima que para el año 2040, casi un tercio de la población (28,6%) estará compuesto por personas mayores de 65 años, lo que plantea desafíos significativos en términos de provisión de servicios sociales y de salud.

Además, el segmento de población de 80 años o más, que es particularmente vulnerable y requiere una atención especial, también está en aumento. En 2016, este grupo constituía el 4,7% de la población total. Sin embargo, las proyecciones indican que para 2040 esta cifra se duplicará, alcanzando el 9% de la población total. Este crecimiento en el número de personas de edad avanzada, especialmente aquellas que superan los 80 años, subraya la necesidad urgente de sistemas efectivos de monitoreo y apoyo, como los que ofrece la operación "Living Water".

Conclusión y recomendaciones.

En el proceso de preparación de este análisis, se realizó una búsqueda exhaustiva en diversas fuentes de información disponibles en internet para identificar otros casos similares en los que se haya utilizado la telelectura de contadores digitales para brindar cobertura social, particularmente por parte de operadores de servicios de suministro y saneamiento de aguas. Sin embargo, no se han localizado otros ejemplos concretos de aplicación directa de esta tecnología con fines sociales similares al caso de ZAKA en Israel.

Este hallazgo subraya la singularidad e innovación del proyecto de investigación que aquí desarrollamos, lo que sin duda refuerza el destacando potencial del modelo a seguir para los operadores de servicios públicos de Andalucía. La ausencia de ejemplos comparables en otras partes del mundo también sugiere una oportunidad para que nuestra región, que disfruta de una elevada digitalización e implantación notable de contadores de agua con tecnología de telelectura, lidere en la implementación de un sistema de atención social suplementario a los mecanismos ya existentes.

La implementación de un sistema similar en Andalucía podría tener un impacto significativo en la vida de las personas mayores, mejorando su seguridad y calidad de vida, al mismo tiempo que optimiza los recursos públicos.

12.2. El caso de la ciudad de Tokyo⁷¹.

El proyecto de telelectura de contadores de agua en Tokio, específicamente en el distrito de Harumi 5-Chome, representa un avance significativo en el uso de tecnología inteligente para mejorar no solo la gestión de recursos, sino también la calidad de vida de los residentes, con un enfoque especial en la seguridad y el bienestar de las personas mayores que viven solas. Este esfuerzo, liderado por la Oficina de Obras Hidráulicas del Gobierno Metropolitano de Tokio, se enmarca dentro de una iniciativa más amplia para integrar soluciones inteligentes en el desarrollo urbano, coincidiendo con la preparación de Tokio para los Juegos Olímpicos de 2020.

Contexto y orígenes del proyecto.

La historia de la automatización de la medición del agua en Tokio se remonta a la década de 1970, cuando se implementaron sistemas electrónicos de medición en áreas como *Tama New Town* y *Tokyo Water*

71 Y. Homma, N. Iizuka. Japan's First Large Scale Efforts on the Model Project of Smart Water Meter.

Front City. Sin embargo, estos sistemas enfrentaron problemas con el tiempo debido al envejecimiento del equipo y los altos costos de mantenimiento, lo que llevó a su reemplazo por sistemas manuales en años posteriores.

En el contexto de un desarrollo urbano masivo en el distrito de Harumi 5-Chome, que incluyó la construcción de la Villa Olímpica para los Juegos Olímpicos de Tokio 2020, la Oficina de Obras Hidráulicas decidió aprovechar los avances en tecnología de la información y comunicación (TIC) para lanzar un ambicioso proyecto piloto. Este proyecto tenía como objetivo no solo modernizar la medición del agua, sino también explorar nuevas formas de utilizar los datos recogidos para mejorar la vida diaria de los ciudadanos.

Objetivos y componentes del proyecto.

El proyecto se centró en dos áreas principales:

- 1.- Medición Automática para la Facturación:** Tradicionalmente, los medidores de agua en Tokio se leían manualmente cada dos meses, un proceso laborioso que requería el trabajo de unos 1,500 lectores de medidores. Con la implementación de contadores inteligentes, el proyecto buscaba automatizar este proceso, permitiendo la recolección de datos cada hora. Con ello no solo se mejoró la precisión en la facturación, sino también reducir los costos operativos y responder a la escasez de mano de obra proyectada para Tokio en las próximas décadas.
- 2.- Servicios de Visualización y Vigilancia:** Más allá de la facturación, un aspecto innovador del proyecto fue su enfoque en la provisión de servicios adicionales basados en los datos de consumo de agua. Se anticipó que estos servicios podrían ser cruciales para la vigilancia del bienestar de personas mayores que viven solas. Por ejemplo, los datos sobre el uso de agua en la cocina o el baño podrían ser utilizados para detectar cambios en los patrones de comportamiento, como la falta de actividad durante largos periodos, lo que podría indicar un problema de salud o una emergencia. Estos servicios también podrían incluir la detección temprana de fugas de agua, ayudando a los residentes a evitar daños mayores en sus hogares y a conservar agua.

Fases del proyecto.

El proyecto se diseñó para desarrollarse en dos fases:

- **Primera Fase (2020):** Durante los Juegos Olímpicos de Tokio 2020, se implementaron los medidores en los edificios que conformaban la Villa Olímpica. Esta fase inicial se centró en la recopilación

de datos y la prueba de los sistemas de medición automática en un entorno controlado.

- **Segunda Fase (2022 en adelante):** Tras la conclusión de los Juegos Olímpicos y con la transición de la Villa Olímpica a un complejo residencial, se expandieron los servicios de visualización y vigilancia a todos los nuevos residentes. Esta fase marcó el comienzo de la aplicación a largo plazo de los sistemas de telelectura, con un enfoque particular en el uso de los datos para mejorar la vida de los residentes, especialmente aquellos que podrían beneficiarse de un monitoreo más cercano, como las personas mayores.

Desafíos técnicos y soluciones.

La implementación de este modelo pionero no estuvo exenta de desafíos. Uno de los principales fue determinar la frecuencia con la que los medidores debían recopilar y transmitir los datos. Para ofrecer servicios de vigilancia efectivos, era necesario que los datos se recopilaran varias veces al día, lo que planteó problemas con la duración de la batería de los dispositivos. Finalmente, se decidió que la frecuencia de lectura sería cada hora, equilibrando la necesidad de información detallada con la capacidad técnica y los costos.

Otro desafío clave fue la transmisión de datos. Dado que la infraestructura de transmisión existente no era adecuada para todas las viviendas en el área, se optó por utilizar la tecnología LTE para asegurar una transmisión estable y eficiente de los datos, incluso en áreas con recepción deficiente.

Impacto del proyecto.

Este proyecto sentó las bases para la modernización de la gestión del agua en Tokio y abrió nuevas posibilidades para la creación de servicios centrados en el bienestar de los residentes. La capacidad de monitorear el uso de agua en tiempo real y de utilizar estos datos para detectar problemas potenciales antes de que se conviertan en emergencias tiene un impacto directo en la seguridad de las personas mayores y vulnerables. Además, el proyecto representa un paso importante hacia la creación de una "ciudad inteligente", donde la tecnología se integra de manera orgánica en la vida diaria para mejorar la calidad de vida.

En conclusión, el proyecto de telelectura de contadores de agua en Tokio es un modelo de cómo la tecnología puede ser utilizada para abordar desafíos contemporáneos en la gestión urbana y el cuidado de la población. Con su enfoque en la innovación y la adaptabilidad, este proyecto mejora la eficiencia operativa y aporta un valor social

significativo al proporcionar un nivel adicional de cuidado y atención a aquellos que más lo necesitan. A medida que la tecnología continúa avanzando, es probable que este modelo sea adaptado en otras ciudades alrededor del mundo, convirtiéndose en un estándar para el desarrollo urbano inteligente.

12.3. Proyecto SMILE.

El proyecto SMILE (*Smart Metering for Intelligent Living Environments*) es uno de los programas más avanzados y completos en esta área. Este proyecto piloto se ha implementado en varios países europeos, incluyendo el Reino Unido, con el objetivo de utilizar los contadores inteligentes como herramientas para monitorear la salud y el bienestar de las personas mayores. Aunque la tecnología empleada de telelectura no es sobre los contadores de agua de suministro domiciliario, el caso es un buen ejemplo de aplicación de esta tecnología en el desarrollo de un mayor grado de cobertura social sobre los grupos vulnerables.

Tecnología utilizada.

En el marco del proyecto SMILE se instalan contadores inteligentes en los hogares de personas mayores. Estos dispositivos recogen datos detallados sobre el consumo de energía, incluyendo electricidad y gas y permiten analizar el comportamiento diario de los residentes. Los contadores inteligentes están conectados a una red de comunicación que transmite los datos en tiempo real a una plataforma central.

La plataforma central analiza estos datos utilizando algoritmos avanzados que pueden identificar patrones anómalos en el consumo de energía. Por ejemplo, una reducción significativa en el uso de electricidad o gas durante un período prolongado puede ser un indicativo de que la persona no está realizando sus actividades diarias normales, lo que podría sugerir un problema de salud o una emergencia.

Metodología y procesos.

El proceso de monitoreo en SMILE no es intrusivo y se basa en la recopilación y análisis continuo de los datos de consumo de energía. El sistema se ha diseñado para operar de manera autónoma, generando alertas solo cuando se detectan anomalías significativas que podrían indicar un problema. Estas alertas se envían a un equipo de cuidadores, familiares o personal médico, quienes pueden decidir la mejor forma de intervenir.

Este enfoque permite a las personas mayores vivir con mayor independencia, ya que no necesitan realizar ningún ajuste o mantenimiento en sus hogares para que el sistema funcione. Además, la infraestructu-

ra de los contadores inteligentes, que ya estaba instalada para otros fines, se aprovecha para añadir esta capa adicional de seguridad y atención sin requerir grandes inversiones adicionales.

Resultados y beneficios.

Los resultados obtenidos durante las pruebas piloto de SMILE han sido muy positivos. Entre los principales beneficios documentados se encuentran:

- **Detección temprana de problemas de salud:** Los contadores inteligentes han demostrado ser capaces de identificar problemas de salud potenciales al detectar cambios en los patrones de consumo de energía. Esto ha permitido intervenciones más rápidas y eficaces, evitando que pequeños problemas se conviertan en emergencias graves.
- **Reducción de la necesidad de visitas físicas:** Al proporcionar un monitoreo continuo y remoto, el sistema reduce la necesidad de visitas regulares por parte de cuidadores, lo que resulta en un uso más eficiente de los recursos y una mayor comodidad para los residentes.
- **Mejora en la calidad de vida:** Los participantes en el proyecto han informado que se sienten más seguros sabiendo que su bienestar está siendo monitoreado sin necesidad de intervención constante. Esto les ha permitido mantener su independencia y privacidad mientras se sienten protegidos.
- **Optimización de recursos:** El uso de contadores inteligentes para el monitoreo de la salud ha mostrado ser una forma rentable de mejorar la atención a las personas mayores, al aprovechar la infraestructura existente y reducir los costes asociados con la atención física continua.

12.4. Informe “*Smart Future of Health*”: Una visión integral de la salud digital en el futuro.

El informe “*Smart Future of Health*”, publicado por 2020health, es un análisis exhaustivo que explora cómo las tecnologías digitales, en particular los sistemas de medición inteligente pueden transformar el sector de la salud. Este informe, que abarca diversas áreas de la salud digital, propone una visión ambiciosa para integrar tecnologías inteligentes en los sistemas de salud y cuidado, con el objetivo de mejorar la atención, reducir costes y ofrecer un cuidado más personalizado y efectivo a los pacientes.

Contexto y objetivos del informe.

2020health es un *think tank*⁷² independiente con sede en el Reino Unido, dedicado a la investigación y promoción de políticas de salud innovadoras. El informe “*Smart Future of Health*” se enmarca dentro de su misión de explorar el potencial de las tecnologías emergentes para abordar los desafíos actuales del sector sanitario. El objetivo principal del informe es destacar cómo los contadores inteligentes y otras tecnologías digitales pueden ser aprovechados para mejorar la atención sanitaria, con un enfoque particular en la atención domiciliaria y el cuidado de personas mayores y vulnerables.

El informe se basa en una amplia investigación que incluye estudios de caso, análisis de políticas, entrevistas con expertos en salud y tecnología, y una revisión de la literatura existente. Su alcance es global, aunque con un enfoque particular en el contexto del Reino Unido y Europa.

Principales temas y hallazgos del informe.

El potencial de los contadores inteligentes en la salud.

Uno de los puntos focales del informe es el potencial de los contadores inteligentes (*smart meters*) más allá de su uso convencional en la medición de consumo energético. El informe destaca que estos dispositivos pueden ser una herramienta poderosa para el monitoreo de la salud y el bienestar, especialmente en el contexto del envejecimiento de la población.

Monitoreo del comportamiento y salud.

El informe detalla cómo los contadores inteligentes pueden proporcionar datos sobre los patrones de uso de electricidad y gas en los hogares. Estos datos pueden ser indicativos de la actividad diaria de los residentes, como el momento en que se despiertan, cocinan o se acuestan. Al identificar cambios en estos patrones, los sistemas pueden alertar sobre posibles problemas de salud, como una caída, un episodio de salud agudo o incluso un deterioro cognitivo gradual. Esta capacidad de monitoreo continuo es particularmente útil para las personas mayores que viven solas, permitiendo una intervención rápida en caso de emergencia.

72 Un think tank es una organización o institución que se dedica a la investigación, el análisis y la generación de ideas sobre políticas públicas, temas sociales, económicos, científicos, tecnológicos, entre otros. El objetivo principal de un think tank es influir en la formulación de políticas y decisiones públicas a través del desarrollo de investigaciones rigurosas, la elaboración de informes, la organización de debates y la difusión de recomendaciones.

Integración con otros sistemas de salud digital.

El informe sugiere que los contadores inteligentes pueden integrarse con otros sistemas de salud digital, como los historiales médicos electrónicos (EMR), dispositivos portátiles de monitoreo (*wearables*) y aplicaciones móviles de salud. Esta integración permitiría crear un ecosistema de salud inteligente, donde los datos recogidos por los contadores inteligentes complementen la información clínica para proporcionar una visión más completa y en tiempo real del estado de salud del paciente.

Privacidad y seguridad de los datos.

Un tema recurrente en el informe es la necesidad de garantizar la privacidad y la seguridad de los datos recolectados por los contadores inteligentes y otros dispositivos digitales. El informe reconoce que la recopilación de datos personales sensibles, como patrones de comportamiento en el hogar, plantea serias preocupaciones de privacidad. Por lo tanto, recomienda que cualquier implementación de estas tecnologías debe ir acompañada de fuertes protocolos de seguridad de datos, incluyendo encriptación, control de acceso, y regulaciones claras sobre quién puede acceder a la información y para qué propósitos.

El informe también destaca la importancia de que los pacientes y usuarios confíen en estos sistemas. Sin la confianza en la privacidad y seguridad de sus datos, es probable que los usuarios sean reacios a adoptar estas tecnologías, lo que limitaría su impacto positivo en la atención sanitaria.

Personalización y eficiencia en la atención.

Otro hallazgo clave del informe es el potencial de las tecnologías inteligentes para personalizar la atención sanitaria. Los datos recolectados por los contadores inteligentes pueden ayudar a los profesionales de la salud a entender mejor los hábitos y necesidades de los pacientes, permitiéndoles ajustar los planes de tratamiento y cuidado de manera más precisa.

Por ejemplo, si un contador inteligente muestra que un paciente está utilizando menos electricidad por la noche de lo habitual, esto podría indicar problemas de sueño o depresión. Con esta información, un profesional de la salud podría intervenir antes de que la situación se agrave, ajustando el tratamiento o recomendando intervenciones específicas.

La eficiencia es otro aspecto destacado. Al automatizar el monitoreo y permitir una intervención más proactiva, los sistemas de medición inteligente pueden reducir la necesidad de visitas físicas frecuentes, lo

que no solo mejora la comodidad del paciente, sino que también optimiza el uso de recursos de salud.

Impacto en la salud pública y reducción de costes.

El informe explora cómo la adopción generalizada de tecnologías inteligentes podría tener un impacto significativo en la salud pública. Al proporcionar un monitoreo continuo y no intrusivo, los sistemas basados en contadores inteligentes pueden ayudar a detectar problemas de salud en etapas tempranas, lo que podría reducir la carga sobre los servicios de emergencia y las hospitalizaciones.

Además, el informe argumenta que, a largo plazo, la implementación de estas tecnologías podría reducir los costes del sistema de salud. Al prevenir emergencias de salud graves y reducir la necesidad de atención intensiva, los sistemas de salud podrían ahorrar recursos significativos, lo que es especialmente relevante en un contexto de envejecimiento de la población y creciente presión sobre los servicios de salud.

Adopción y escalabilidad.

El informe *"Smart Future of Health"* también aborda los desafíos asociados con la adopción y escalabilidad de estas tecnologías. Aunque los beneficios potenciales son claros, la implementación generalizada requiere una planificación cuidadosa y una inversión significativa.

Educación y concienciación.

Uno de los principales desafíos es la educación y concienciación de los usuarios. Muchos pacientes, especialmente los mayores, pueden ser reacios a utilizar nuevas tecnologías o pueden no entender cómo estos sistemas pueden beneficiarlos. El informe sugiere que se necesitan campañas de concienciación bien diseñadas y programas de formación para ayudar a los usuarios a sentirse cómodos y seguros con estas tecnologías.

Inversión en infraestructura.

La escalabilidad también requiere una inversión en infraestructura. El informe señala que, aunque muchos hogares en países desarrollados ya están equipados con contadores inteligentes para la medición de energía, adaptar estos sistemas para el monitoreo de la salud requerirá actualizaciones de software, integración con otros sistemas de salud digital y, posiblemente, la instalación de dispositivos adicionales.

Política y regulación.

El informe concluye con recomendaciones sobre las políticas y regulaciones necesarias para apoyar la adopción de tecnologías inteligentes en la salud. Subraya la necesidad de un marco regulatorio claro que aborde cuestiones de privacidad, seguridad de datos y responsabilidad. También se hace un llamamiento a los gobiernos y a los responsables políticos para que apoyen la investigación y el desarrollo en esta área, proporcionando incentivos para la adopción de estas tecnologías en los sistemas de salud pública.

Conclusiones.

El informe *“Smart Future of Health”* proporciona una visión clara y convincente de cómo las tecnologías inteligentes, y en particular los contadores inteligentes, pueden desempeñar un papel transformador en el futuro de la atención sanitaria. Aunque hay desafíos significativos que superar, como la privacidad de los datos, la adopción por parte de los usuarios y la inversión en infraestructura, los beneficios potenciales son enormes.

La personalización de la atención, la mejora de la eficiencia, la reducción de costes y la capacidad para ofrecer un monitoreo continuo y proactivo son solo algunas de las ventajas que estas tecnologías podrían aportar a los sistemas de salud. A medida que el sector de la salud enfrenta el desafío del envejecimiento de la población y la creciente demanda de servicios, la adopción de tecnologías inteligentes como los contadores inteligentes podría ser una parte crucial de la solución.

El informe concluye con un llamamiento a la acción, instando a los responsables políticos, los proveedores de atención sanitaria, los desarrolladores de tecnología y las comunidades a trabajar juntos para hacer realidad esta visión de un futuro de salud más inteligente, más eficiente y más centrados en el paciente.

13

Conclusiones

La investigación desarrollada ha tratado de demostrar que la creación de una cobertura de apoyo a grupos vulnerables en el medio rural de Andalucía por parte de los operadores de agua es posible. Los avances en telelectura, con la capacidad de registrar consumos en espacios de tiempo relativamente cortos, permite que los algoritmos de AI puedan identificar los consumos finales en el hogar. La parametrización y el aprendizaje continuo de estas herramientas informáticas, en base a tiempo de consumo, caudal, frecuencia y momento en el que se realizan, distinguen entre consumos en la ducha, lavadora, lavavajillas, wc, riego de jardines, aperturas de grifos en lavabos, etc. El detalle de los datos y la capacidad de los algoritmos llega al punto de poder interpretar consumos finales incluso cuando se producen de forma solapada.

El acceso a banda ancha del mundo rural andaluz no aparece como un impedimento a la hora de extender el servicio de cobertura de protección a grupos vulnerables. Los informes detallados demuestran que llega a casi la totalidad del territorio rural, muy cercano al 100%. En cambio, sí existe un salto cualitativo en cuanto a digitalización del ciclo integral del agua de uso urbano entre el mundo rural y los espacios urbanos, lo que requerirá de un esfuerzo por parte de las autoridades locales, en colaboración con otras administraciones supramunicipales, en la implementación de herramientas digitales y en la formación de profesionales para la introducción del conocido *Smart Métering*.

La introducción de este tipo de tecnología es de por sí un beneficio para el conjunto de la población en cuanto que contribuye a reducir el Agua No Registrada, que en algunas poblaciones llega a superar el 50% del volumen de agua que se introduce en la red de suministro,

con el consecuente incremento de los gastos y, por ende, de la factura de los abonados a los que se les repercuten dichos sobrecostes. En el caso de los grupos vulnerables, el beneficio es aun mayor debido a que a estos grupos pertenecen un importante número personas en riesgo de pobreza o exclusión social, por lo que la reducción de los sobre costes por las pérdidas en la red, sería relevante en las cargas de las facturas a las que tienen que hacer frente estos hogares.

A lo largo del proyecto, se ha desglosado los requisitos para la implantación del *Smart Métering* en cuanto a inversiones en contadores con telelectura, infraestructuras de datos, empleo de software de AI, formación y/o contratación, etc. Aunque, en cualquier caso, la implementación del *Smart Metering* en el mundo rural se enfrenta principalmente al esfuerzo de la digitalización de los sistemas de gestión. La digitalización no es una simple acumulación de datos sino que es una filosofía de mejora continua, en la que se van implementando procedimientos, herramientas, conocimientos y servicios al ciudadano. Los operadores de agua deben hacer un esfuerzo muy significativo en concienciar a los operarios y técnicos de la necesidad de introducir la digitalización en su operatividad ordinaria, y deben llevar a cabo un programa continuado de formación en el empleo de las nuevas herramientas.

Una vez sean superados esos estándares de digitalización por parte de los operadores, se puede llevar a cabo una identificación de los perfiles de consumo de agua de los grupos vulnerables, realizando las pertinentes acciones de filtrado de datos, segmentación de usuarios, retroalimentación del sistema, etc.

Por su parte, la operatividad interna del operador para desarrollar los mecanismos de recepción de avisos generados por las herramientas informáticas y cómo se clasifican por tipologías, cómo se gradúa el nivel de atención que requieren, cómo se comunica y a quién o a qué entidad, es una cuestión que no puede ser detallada de forma general para el conjunto de operadores de agua. La variedad de modalidades de gestión hace imposible establecer una única manera de llevar a cabo la cobertura social de grupos vulnerables a través de la telelectura de contadores. Deben ser las empresas quienes, tras un periodo de reflexión y participación abierta del personal técnico, establezca los mecanismos y protocolos de actuación.

Aun así, en la presente investigación se ha realizado una propuesta de flujo de trabajo para la implementación de mecanismos de aviso, desde la identificación del evento por la AI hasta el traslado al abonado o servicio público con capacidad de abordar la situación.

A lo largo del proyecto, se ha reconocido que el mayor impedimento que se puede encontrar para llevar a cabo los objetivos planteados es

la intromisión en el ámbito privado del hogar. Como se ha comentado, en varios artículos científicos se ha puesto de relieve que los usuarios suelen ser reticentes en cuanto a permitir que sea conocido sus hábitos de consumo, en cuanto que con ello se puede conocer cuándo se ducha, cuántas veces acude al WC, si emplea la lavadora asiduamente, etc. El impedimento a conocer esos detalles personales puede ser tal que los propios usuarios lleguen a falsear los consumos para evitar que sean conocidos. De ahí que se entienda como parte fundamental de la implementación de este tipo de programas, la generación de campañas de información que detallen la monitorización informatizada y despersonalizada.

Finalmente, señalar que, si bien la telelectura aporta numerosos beneficios para la gestión del Ciclo Integral del Agua de Uso Urbano, su potencial para mejorar la cobertura social de los grupos vulnerables en el medio rural es igualmente significativo. Entre las principales aplicaciones que podrían implementarse para este propósito se incluyen:

- 1.- **Diseño de tarifas específicas para grupos vulnerables:** Utilizando los datos obtenidos a través de la telelectura, es posible diseñar tarifas ajustadas a las capacidades económicas y necesidades específicas de los usuarios vulnerables, permitiendo un acceso más justo y equitativo al agua. Esta personalización de tarifas podría ser especialmente relevante en contextos donde los ingresos limitados dificultan el pago de servicios básicos.
 - 2.- **Seguimiento por parte de los servicios sociales:** La telelectura permite que los servicios sociales reciban datos actualizados sobre el consumo de agua, facilitando el monitoreo continuo y la detección temprana de situaciones que podrían requerir intervención, como un uso inusualmente bajo o elevado que podría indicar problemas en el hogar. Esto es particularmente importante en hogares con personas mayores o con discapacidades, donde un cambio en el patrón de consumo puede ser un indicativo de una situación de riesgo.
 - 3.- **Transmisión diaria de consumos y costos:** Informar a los usuarios sobre su consumo diario y el coste asociado por franjas horarias puede ayudar a fomentar un uso más consciente del agua. Además, la posibilidad de configurar alertas en tiempo real basadas en parámetros preestablecidos permite una reacción rápida ante cualquier desviación significativa en el consumo esperado.
- **Evitar discrepancias entre percepción y consumo real:** Diversos estudios destacan que los usuarios a menudo subestiman su consumo real de agua, lo que puede llevar a un uso ineficiente. La

retroalimentación en tiempo real puede ayudar a alinear la percepción del usuario con su consumo real, promoviendo un uso más sostenible del recurso.

- **Campañas específicas por tipología de usuario:** La segmentación detallada de los usuarios permite desarrollar campañas educativas y de concienciación adaptadas a diferentes perfiles de usuarios. Estas campañas pueden utilizar datos precisos de consumo para dirigir los mensajes de manera más efectiva, fomentando hábitos de consumo más sostenibles.
- **Instalación de pantallas en el hogar⁷³:** Conectar los contadores inteligentes a pantallas en tiempo real en los hogares podría proporcionar a los usuarios una visión clara y constante de su consumo, promoviendo la autorregulación y la adopción de hábitos más sostenibles. Sugieren que la visualización constante del consumo puede actuar como un recordatorio efectivo de la necesidad de conservar agua, ayudando a reducir el consumo total.

4.- Monitoreo de la ausencia de consumo de agua: La ausencia de consumo de agua durante un periodo de tiempo prudencial, especialmente tras el horario habitual de uso de una persona que vive sola, puede ser un indicador de que algo no va bien y que podría requerir la intervención de un familiar o de los servicios de atención al ciudadano. Por ejemplo, si una persona que habitualmente comienza su consumo de agua a las 9h, no ha registrado ningún consumo a las 11h, el sistema podría activar una alarma para notificar sobre un posible evento que necesite atención. Este tipo de monitoreo permite una respuesta rápida ante situaciones que podrían comprometer la seguridad o salud del usuario, brindando una capa adicional de protección.

5.- Consumo como señal de alerta: El análisis del consumo de agua también puede servir como una señal de alerta en dos situaciones clave. Primero, en el caso de una fuga, un aumento anormal en el consumo podría indicar que hay un problema técnico que necesita ser atendido rápidamente para evitar desperdicio de recursos y posibles daños a la propiedad. Segundo, si la vivienda se encuentra deshabitada, un consumo inesperado de agua podría señalar que alguien ha entrado en la propiedad sin autorización. En ambos casos, el sistema podría enviar un aviso al propietario o a los servicios pertinentes, permitiendo una intervención oportuna.

73 Sønderlund, Anders L., Joanne R. Smith, Christopher J. Hutton, Zoran Kapelan, y Dragan Savic. «Effectiveness of Smart Meter-Based Consumption Feedback in Curbing Household Water Use: Knowns and Unknowns». *Journal of Water Resources Planning and Management* 142, n.º 12 (1 de diciembre de 2016): 04016060. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000703](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000703).

tuna para resolver la situación antes de que se agrave.

- 6.- Registro de uso anormal del WC:** Detectar patrones inusuales en el uso del inodoro podría servir como un indicador de posibles alteraciones de salud, como problemas gastrointestinales. Este tipo de monitorización es particularmente útil para personas que viven solas o que padecen enfermedades crónicas, permitiendo una intervención temprana por parte de servicios sociales o familiares. Este enfoque innovador no solo mejora la calidad de vida de los individuos, sino que también reduce la carga sobre los servicios de salud al permitir una atención más proactiva.”

La implementación de los mecanismos de telelectura y digitalización para la protección de los grupos vulnerables en el medio rural de Andalucía no solo requiere avances tecnológicos y administrativos, sino también un enfoque integral que implique a toda la sociedad. Es fundamental incorporar la colaboración de expertos, como asistentes sociales y personal sanitario de atención primaria, especialmente en contextos rurales, pero también de asociaciones de enfermos, personas mayores, discapacitados y otras organizaciones representativas. Asimismo, la implicación de empresas de gestión del agua, telecomunicaciones y servicios avanzados, junto con universidades, asociaciones empresariales y sindicales, resulta esencial para garantizar una implementación efectiva y sostenible.

Para consolidar este enfoque colaborativo, se plantea la necesidad de crear foros de discusión y trabajo conjunto que permitan establecer líneas estratégicas, programas específicos de investigación y desarrollo y el financiamiento de experiencias piloto que sirvan como referencia para la extensión de estas tecnologías. Este esfuerzo conjunto no solo facilitará la resolución de los retos técnicos y sociales identificados, sino que también garantizará que las soluciones implementadas estén alineadas con las necesidades reales de los grupos vulnerables y contribuyan al fortalecimiento de un sistema social y técnico más inclusivo y eficiente.

Anexo bibliográfico

I.1. Grupos vulnerables en el medio rural andaluz.

- Abellán García, Antonio, y María Dolores Puga González. «Una estimación de la dependencia en España», 2004. <https://digital.csic.es/handle/10261/10509>.
- Anna Cabré i Pla and Julio Pérez Díaz. «Envejecimiento demográfico en España», 1995.
- Chacón García, Jorge. «Poblaciones vulnerables en España: investigación de los aspectos territoriales, laborales y sociales». El autor, 2021.
- Chan Gamboa, Elsy Claudia, y Cristina Estrada Pineda. *Apoyo social y colectivos vulnerables: una herramienta para la intervención contra la violencia de género*. Oviedo: Ediciones de la Universidad de Oviedo, 2009.
- Gairín Sallán, Joaquín, y Cecilia Inés Suárez. «Clarificar e identificar los grupos vulnerables». En *Colectivos vulnerables en la universidad: reflexión y propuestas para la intervención, 2014, ISBN 978-84-9987-163-9, págs. 35-61, 35-61*. Wolters Kluwer España, 2014. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7897503>.
- Gómez, M. Isabel Garrido. «Vulnerabilidad, Grupos Vulnerables e Interseccionalidad». *Revista Internacional de Pensamiento Político* 17 (27 de diciembre de 2022): 307-22. <https://doi.org/10.46661/revintpensampolit.7544>.
- González Ríos, Isabel, José María Souviron Morenilla, y Carmen María Ávila Rodríguez. *Derechos sociales y protección de colectivos vulnerables Técnicas de tutela*. Monografías 1016. Valencia: Tirant lo Blanch, 2016.
- Hernando, Fernando Molinero. «El espacio rural de España: evolución, delimitación y clasificación». *Cuadernos Geográficos* 58, n.º 3 (18 de diciembre de 2019): 19-56. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v58i3.8643>.

- <https://www.phrp.com.au/>. «How the COVID-19 Pandemic Is Focusing Attention on Loneliness and Social Isolation – June 2020, Volume 30, Issue 2 | PHRP», 30 de junio de 2020. <https://doi.org/10.17061/phrp3022008>.
- Jiménez, Juan José López. «En torno a una geografía social del envejecimiento y de las personas ancianas». *Estudios Geográficos* 52, n.º 203 (30 de junio de 1991): 223-37. <https://doi.org/10.3989/egeogr.1991.i203.223>.
- López, Mario Ramon. «Innovación agua y TIC en contexto de grupos vulnerables en Nicaragua.» *REICE: Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas* 6, n.º 12 (2018): 163-71.
- Salomons, Elad, y Mashor Housh. «Smart Water Meters Can Save Lives during the COVID-19 Pandemic». *Journal of Water Resources Planning and Management* 148, n.º 5 (1 de mayo de 2022): 02522003. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0001548](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001548).
- Sanz Caballero, Susana. *Colectivos vulnerables y derechos humanos*. Monografías (Tirant lo Blanch). Valencia: Tirant lo Blanch, 2010.
- Suárez Llanos, Leonor. «Caracterización de las personas y grupos vulnerables.» *En Protección jurídica de las personas y grupos vulnerables, 2013, ISBN 978-84-616-5328-7, págs. 36-92, 36-92*. Procuradora General, 2013. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7864923>.
- Valle Ramos, Carolina del. «Geodemografía de la vejez: análisis comparativo del proceso de envejecimiento demográfico en Andalucía desde la diversidad territorial: comarcas serranas versus comarcas territoriales», 2011. <https://idus.us.es/handle/11441/15201>.
- VVAA. *Cuestiones Relativa a la Inclusión de Colectivos Vulnerables ..* 1st ed. Madrid: Dykinson, S.L., 2022.
- World Bank. «IDA at Work: Water Resources – Improving Services for the Poor». Text/HTML. Accedido 18 de febrero de 2024. <https://documentos.bancomundial.org/es/publication/documents-reports/documentdetail/865211468340201230/IDA-at-work-water-resources-improving-services-for-the-poor>.

I.1.1. Estadísticas de vulnerabilidad en Andalucía.

- Aguilar, Mónica Tena, Antonio Suarez Pliego, Rosario Ballesta Gómez, y Ara Millán Jiménez. «Indicador de Admisiones a Tratamiento por abuso o dependencia a sustancias o por adicciones comportamentales en Andalucía.» Sevilla: Dirección General de Cuidados Sociosanitarios. Consejería de Salud y Familias y Agencia de Servicios Sociales y Dependencia de Andalucía. Agencia de Servicios Sociales y Dependencia de Andalucía. Consejería de Igualdad, Políticas Sociales y Conciliación y Consejería de Salud y Familias. Junta de Andalucía., 2021. https://www.juntadeandalucia.es/sites/default/files/2022-05/280222-Informe_tratamiento_2021%20%281%29.pdf.

- Castillo, Antonio M Jaime, José M Echavarren Fernández, Javier Álvarez Gálvez, María Cascales Mira, Gloria Martínez Cousinou, y Manuel García Bernárdez. «Este trabajo de investigación se ha realizado en el Centro de Estudios Andaluces por iniciativa del Instituto Andaluz de la Juventud (IAJ), mediante una encomienda de gestión suscrita entre el IAJ y el Centro de Estudios Andaluces.», s. f.
- Cejudo García, Eugenio, y Francisco Antonio Navarro Valverde. *Despoblación y mundo rural europeo mediterráneo: el caso de Andalucía*. Plural. Valencia: Tirant Humanidades, 2023.
- «Desglose por materias. 6. Menores en situación de Especial Vulnerabilidad. Informe anual 2021.» Defensoría de la Infancia y Adolescencia en Andalucía. Sevilla: Defensoría de la Infancia y Adolescencia en Andalucía. Accedido 2 de agosto de 2024. <https://www.defensordelpuebloandaluz.es/sites/default/files/informe-anual-de-menores-2021/desgloses/pdf/IAIA2021-D6-24.pdf>.
- «Discapacidad y dependencia en Andalucía», s. f.
- «Encuesta a las personas sin hogar». Madrid, 2022. https://www.ine.es/prensa/epsh_2022.pdf.
- «ENCUESTA DE CONDICIONES DE VIDA. RESULTADOS PARA ANDALUCÍA». MEMORIA TÉCNICA DE LA ACTIVIDAD. Sevilla: Servicio de Estadísticas Demográficas y Sociales. Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Consejería de Economía y Conocimiento. Junta de Andalucía., 2017. <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/dega/sites/default/files/docs/104-encuesta-de-condiciones-de-vida-MT020501.pdf>.
- «I Estrategia de Atención a Personas Sin Hogar en Andalucía 2023 - 2026». Dirección General de Protección Social y Barriadas de Actuación Preferente. Consejería de Inclusión Social, Juventud, Familias e Igualdad. Junta de Andalucía., 2023. https://www.juntadeandalucia.es/sites/default/files/2023-12/1%20Estrategia%20de%20atenci%C3%B3n%20a%20Personas%20sin%20Hogar%20Andaluc%C3%ADa_DEF.pdf.
- «Informe anual en materia de Violencia de Género en la Comunidad Autónoma de Andalucía.» Sevilla: Consejería de Inclusión Social, Juventud, Familias e Igualdad. Secretaría General de Familias, Igualdad, Violencia de Género y Diversidad. Junta de Andalucía., 2021. <https://www.juntadeandalucia.es/sites/default/files/2023-01/NAVEGABLE%20INFORME%20ANUAL%20VG%202021.pdf>.
- «Proyección de la población de Andalucía, provincias y ámbitos sub-regionales 2016-2070». Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Consejería de Economía y Conocimiento. Junta de Andalucía., 2016. <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/dega/sites/default/files/docs/129-proyecciones-de-poblacion-informe-proyecciones-2016-2070.pdf>.
- «Servicio de Atención para las personas usuaria de la WEB SIMIA». Accedido 2 de agosto de 2024. <https://ws058.juntadeandalucia.es/simia/publica/indexInformacion.jsp>.

«Violencia doméstica - Junta de Andalucía». Accedido 31 de julio de 2024. <https://www.juntadeandalucia.es/temas/seguridad/victimas/violencia-domestica.html>.

I.2. Estudios sobre hábitos de consumo a través del Smart Metering.

Aitken, Campbell K., Thomas A. McMahon, Alexander J. Wearing, y Brian L. Finlayson. «Residential Water Use: Predicting and Reducing Consumption». *Journal of Applied Social Psychology* 24, n.º 2 (1994): 136-58. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.1994.tb00562.x>.

Beal, Cara, Rodney A. Stewart, Anneliese Spinks, y Kelly Fielding. «Using smart meters to identify social and technological impacts on residential water consumption». *Water Supply* 11, n.º 5 (1 de diciembre de 2011): 527-33. <https://doi.org/10.2166/ws.2011.088>.

Cardell-Oliver, Rachel. «Discovering Water Use Activities for Smart Metering», Vol. 1, 2013. <https://doi.org/10.1109/ISSNIP.2013.6529784>.

Cole, Graham, y Rodney A. Stewart. «Smart meter enabled disaggregation of urban peak water demand: precursor to effective urban water planning». *Urban Water Journal* 10, n.º 3 (1 de junio de 2013): 174-94. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2012.716446>.

«Combining smart metering infrastructure and behavioural change for residential water efficiency - Murdoch University». Accedido 18 de febrero de 2024. <https://researchportal.murdoch.edu.au/esploro/outputs/journalArticle/Combining-smart-metering-infrastructure-and-behavioural/991005544739507891>.

Díaz, Sarai, Javier González, y Álvaro Galán. «Caracterización de micro-consumos domésticos de agua potable de acuerdo con la percepción de los participantes en una iniciativa de ciencia ciudadana: la experiencia del #50lWaterChallenge». *Ingeniería del agua* 25, n.º 3 (27 de julio de 2021): 169. <https://doi.org/10.4995/ia.2021.14998>.

Fielding, Kelly S., Anneliese Spinks, Sally Russell, Rod McCrea, Rodney Stewart, y John Gardner. «An experimental test of voluntary strategies to promote urban water demand management». *Journal of Environmental Management* 114 (15 de enero de 2013): 343-51. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.10.027>.

Fornarelli, R., M. Anda, S. Dallas, y G. M. Morrison. «Smart metering technology and community participation: investigating household water usage and perceived value of hybrid water systems». *Water Supply* 22, n.º 1 (19 de agosto de 2021): 347-59. <https://doi.org/10.2166/ws.2021.266>.

Jr, Cabrera. «Urban Water Demand in Spanish Cities by Measuring End Uses Consumption Patterns.», s. f.

Larson, Bernt O., y H. E. Hudson Jr. «Residential Water Use and Family Income». *Journal AWWA* 43, n.º 8 (1951): 603-11. <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.1951.tb19011.x>.

- Liu, Ariane, Damien Giurco, y Pierre Mukheibir. «Advancing household water-use feedback to inform customer behaviour for sustainable urban water». *Water Supply* 17, n.º 1 (26 de julio de 2016): 198-205. <https://doi.org/10.2166/ws.2016.119>.
- Loureiro, D., M. Rebelo, A. Mamade, P. Vieira, y R. Ribeiro. «Linking water consumption smart metering with census data to improve demand management». *Water Supply* 15, n.º 6 (10 de julio de 2015): 1396-1404. <https://doi.org/10.2166/ws.2015.086>.
- March, Hug, Judit Perarnau, y David Saurí. «Exploring the Links between Immigration, Ageing and Domestic Water Consumption: The Case of the Metropolitan Area of Barcelona». *Regional Studies* 46, n.º 2 (1 de febrero de 2012): 229-44. <https://doi.org/10.1080/00343404.2010.487859>.
- Mayer, Peter. «Residential End Uses of Water.», s. f.
- Mazzoni, Filippo, Stefano Alvisi, Mirjam Blokker, Steven G. Buchberger, Andrea Castelletti, Andrea Cominola, Marie-Philine Gross, et al. «Investigating the characteristics of residential end uses of water: A worldwide review». *Water Research* 230 (15 de febrero de 2023): 119500. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.119500>.
- Mendoza García, Carlos David, y Carmen Julia Navarro Gómez. «Study of domestic water consumption in intermittent supply of the Riberas de Sacramento sector in Chihuahua, Mexico». *Water Supply* 22, n.º 4 (16 de marzo de 2022): 4728-43. <https://doi.org/10.2166/ws.2022.135>.
- Meyer, Bettina E., Khoi Nguyen, Cara D. Beal, Heinz E. Jacobs, y Steven G. Buchberger. «Classifying Household Water Use Events into Indoor and Outdoor Use: Improving the Benefits of Basic Smart Meter Data Sets». *Journal of Water Resources Planning and Management* 147, n.º 12 (1 de diciembre de 2021): 04021079. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0001471](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001471).
- Michael P. Lee. «Assessment of Demand Response & Advanced Metering, Staff Report.» MADRI Working Group Meeting #30 PJM Headquarters, Norristown, PA, 2012. <https://www.madrionline.org/wp-content/uploads/2013/09/Lee.pdf>.
- Mini, C., T. S. Hogue, y S. Pincetl. «Patterns and controlling factors of residential water use in Los Angeles, California». *Water Policy* 16, n.º 6 (19 de mayo de 2014): 1054-69. <https://doi.org/10.2166/wp.2014.029>.
- «Smart metering infrastructure for residential water efficiency: Results of a trial in a behavioural change program in Perth, Western Australia - Murdoch University». Accedido 22 de agosto de 2024. <https://researchportal.murdoch.edu.au/esploro/outputs/conferencePresentation/Smart-metering-infrastructure-for-residential-water/991005544667807891>.
- Sønderlund, Anders L., Joanne R. Smith, Christopher J. Hutton, Zoran Kapelan, y Dragan Savic. «Effectiveness of Smart Meter-Based Consumption Feedback in Curbing Household Water Use: Knowns and Unknowns». *Journal of Water Resources Planning and Management* 142, n.º 12 (1 de diciembre de 2016): 04016060. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000703](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000703).

- Tian, Kang, y Zhuo Chen. «What roles do smart sensors play in citizens' water use? From the perspective of household water-saving». *Water Supply* 22, n.º 3 (15 de noviembre de 2021): 3519-25. <https://doi.org/10.2166/ws.2021.385>.
- Tricarico, Carla, Angelo Leopardi, Giovanni DE MARINIS, y Rudy Gargano. «Peak residential water demand». *Proceedings of The Institution of Civil Engineers-water Management - PROC INST CIVIL ENG-WATER MAN* 160 (6 de enero de 2007): 115-21. <https://doi.org/10.1680/wama.2007.160.2.115>.
- Villarín Clavería, María Cleofé. «Factores explicativos de la demanda doméstica de agua. Estudio a microescala del municipio de Sevilla», 3 de julio de 2015. <https://idus.us.es/handle/11441/32108>.
- . *La ciudad de Sevilla a través de su demanda doméstica de agua*. Ciencias sociales. Serie 1ª 27. Sevilla: Diputación de Sevilla, 2017.
- Xenochristou, Maria, Zoran Kapelan, y Chris Hutton. «Using Smart Demand-Metering Data and Customer Characteristics to Investigate Influence of Weather on Water Consumption in the UK». *Journal of Water Resources Planning and Management* 146, n.º 2 (1 de febrero de 2020): 04019073. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0001148](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001148).

I.3. Normativa y planificación entorno vinculada al Smart Metering y la cobertura social de grupos vulnerables.

I.3.1. Nivel europeo.

- Comisión Europea. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Estrategia de la UE sobre los Derechos del Niño., COM(2021) 142 final § (2021). https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e769a102-8d88-11eb-b85c-01aa75ed71a1.0013.02/DOC_1&format=PDF.
- Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. La 5G para Europa: un plan de acción, COM/2016/0588 final § (2016). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0588>.
- Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. La conectividad para un mercado único digital competitivo – hacia una sociedad europea del Gigabit, COM(2016) 587 final § (2016). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0587>.
- Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Plan de Acción del Pilar Europeo de Derechos Sociales., COM(2021) 102 final § (2021). https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b7c08d86-7cd5-11eb-9ac9-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF.
- Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Plan de Acción en materia de Integración e Inclusión para 2021-2027, COM/2020/758 final § (2020). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0758>.

- Estrategia Europea sobre Discapacidad 2010-2020: un compromiso renovado para una Europa sin barreras. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones., COM(2010) 636 final. § (2010). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC0636>.
- Libro Verde sobre el Envejecimiento. Fomentar la solidaridad y la responsabilidad entre generaciones., COM(2021) 50 final § (2021). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0050>.
- Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador., COM(2010) 2020 final § (2010). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC2020>.
- Consejo de la Unión Europea. Recomendación del Consejo, de 15 de febrero de 2016, sobre la integración de los desempleados de larga duración en el mercado laboral, 2016/C 67/01 § (2016).
- European Commission. «Digital Economy and Society Index (DESI)», 2020. <https://eufordigital.eu/wp-content/uploads/2020/06/DESI2020Thematicchapters-FullEuropeanAnalysis.pdf>.
- Strategic Plan 2020-2024 Directorate-General for Agriculture and Rural Development», 2020. https://commission.europa.eu/document/download/d1d8d936-7a6f-4e43-ac3d-d5be6f41f525_en?filename=agri_sp_2020_2024_en.pdf&prefLang=es.
- «The European Pillar of Social Rights Action Plan», 2021. <https://op.europa.eu/webpub/empl/european-pillar-of-social-rights/downloads/KE0921008ENN.pdf>.
- «Fondo de Ayuda Europea Para Las Personas Más Desfavorecidas | EUR-Lex». Accedido 11 de julio de 2024. <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/fund-for-european-aid-to-the-most-deprived.html>.
- «Fundamental Rights Report – 2024». European Union Agency For Fundamental Rights, 2024. https://emnbelgium.be/sites/default/files/publications/fra-2024-fundamental-rights-report-2024_en.pdf.
- IHS Markit Ltd., OMDIA, y Point Topic Innovation Warehouse. «Broadband Coverage in Europe 2019 Mapping progress towards the coverage objectives of the Digital Agenda.» European Commission, 2019.
- International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. «World Development Report 2016. Digital Dividends.» World Bank Group, 2016. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/896971468194972881/pdf/World-development-report-2016-digital-dividends.pdf>.
- International Telecommunication Union. Development Sector. «Measuring digital development Facts and figures 2020.» ITUPublications, 2020. <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/FactsFigures2020.pdf>.
- «La Unión Europea ratifica la Convención de las Naciones Unidas sobre los derechos de las personas con discapacidad.» 2011. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/es/ip_11_4/IP_11_4_ES.pdf.

- Lorrayne, Porciuncula. «Bridging the Rurral Digital Divide». *OECD DIGITAL ECONOMY PAPERS*, s. f.
- Naciones Unidas. Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y Protocolo Facultativo. Accedido 11 de julio de 2024. <https://www.un.org/disabilities/documents/convention/convoptprot-s.pdf>.
- PANEVA, Veneta. «European Network for Rural Development». Text. Comisión Europea, 6 de diciembre de 2017. https://enrd.ec.europa.eu/smart-and-competitive-rural-areas/smart-villages/smart-villages-portal/projects-initiatives_es.
- Parlamento Europeo. Resolución del Parlamento Europeo, de 24 de noviembre de 2020, sobre cómo abordar los porcentajes de personas sin hogar en la Unión Europea (), 2020/2802(RSP) § (2020).
- Resolución del Parlamento Europeo, de 29 de abril de 2021, sobre la Garantía Infantil Europea., P9_TA(2021)0161 2021/2605(RSP) § (2021). https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0161_ES.pdf.
- Parlamento Europeo y Consejo de la unión Europea. Directiva 2011/95/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, por la que se establecen normas relativas a los requisitos para el reconocimiento de nacionales de terceros países o apátridas como beneficiarios de protección internacional, a un estatuto uniforme para los refugiados o para las personas con derecho a protección subsidiaria y al contenido de la protección concedida, 2011/95/UE § (2011).
- Directiva (UE) 2018/1972 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, por la que se establece el Código Europeo de las Comunicaciones Electrónicas., Pub. L. No. Diario Oficial de la Unión Europea. L 321/36, 2018/1972 (2018).
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. Reglamento (UE) no 223/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de marzo de 2014, relativo al Fondo de Ayuda Europea para las personas más desfavorecidas (2014). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0223>.
- Tajani, Antonio, Jüri Ratas, y Jean-Claude Juncker. «Pilar Europeo de Derechos Sociales.» Parlamento Europe. Consejo de la Unión Europea. Comisión Europea., s. f.
- Unión Europea. Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea, 2010/C 83/02 § (2010).
- Recomendación (UE) 2024/1238 de la Comisión, de 23 de abril de 2024, sobre el desarrollo y el refuerzo de los sistemas integrados de protección de la infancia que redunden en el interés superior del niño., Pub. L. No. DOUE núm. 1238, de 14 de mayo de 2024, páginas 1 a 20 (20 págs.), DOUE-L-2024-80678. Accedido 16 de julio de 2024. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2024-80678>.
- Versión consolidada del Tratado de la Unión Europea, C 83/13 § (2010). <https://www.boe.es/doue/2010/083/Z00013-00046.pdf>.

I.3.2. Nivel nacional.

I.3.2.1. Normativas.

Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Orden de 13 de junio de 2022, por la que se establecen las bases reguladoras y se convoca la concesión de ayudas, en régimen de concurrencia competitiva, para la mejora del abastecimiento y reducción de pérdidas en redes de pequeños y medianos municipios en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y se efectúa su convocatoria para el ejercicio 2022., BOJA nº 121 § (2022). <https://www.juntadeandalucia.es/eboja/2022/121/index.html>.

Cortes Generales. Constitución Española., Pub. L. No. BOE núm. 311, de 29/12/1978., BOE-A-1978-31229 (1978). [https://www.boe.es/eli/es/c/1978/12/27/\(1\)/con](https://www.boe.es/eli/es/c/1978/12/27/(1)/con).

Jefatura del Estado. Ley 26/2011, de 1 de agosto, de adaptación normativa a la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad., Pub. L. No. BOE núm. 184, de 02/08/2011., BOE-A-2011-13241 (2011). <https://www.boe.es/eli/es/l/2011/08/01/26/con>.

Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural., Pub. L. No. BOE núm. 299, de 14/12/2007., BOE-A-2007-21493 (2008). <https://www.boe.es/eli/es/l/2007/12/13/45/con>.

Real Decreto-ley 21/2021, de 26 de octubre, por el que se prorrogan las medidas de protección social para hacer frente a situaciones de vulnerabilidad social y económica., Pub. L. No. BOE núm. 257, de 27 de octubre de 2021, páginas 130274 a 130296 (23 págs.), BOE-A-2021-17456 (2021). <https://www.boe.es/eli/es/rdl/2021/10/26/21>.

Ministerio de Derechos Sociales, Consumo y Agenda 2030. «Leyes autonómicas de Servicios Sociales». Accedido 23 de julio de 2024. <https://www.md-socialesa2030.gob.es/index.htm>.

Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática. 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., Pub. L. No. BOE núm. 9, de 11/01/2023., BOE-A-2023-628 (2023). <https://www.boe.es/eli/es/rd/2023/01/10/3/con>.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Orden TED/918/2023, de 21 de julio, por la que se aprueban las bases reguladoras de la concesión de ayudas por concurrencia competitiva para la elaboración de proyectos de digitalización de comunidades de usuarios de agua para regadío en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PERTE digitalización del ciclo del agua), y se aprueba la convocatoria del año 2023., Pub. L. No. BOE núm. 183, de 2 de agosto de 2023, páginas 114405 a 114478 (74 págs.), BOE-A-2023-17774 (2023). <https://www.boe.es/eli/es/o/2023/07/21/ted918>.

I.3.2.2. Planificación y estrategias.

- Aprobado por el Consejo Territorial de Servicios Sociales y del Sistema para la Autonomía y Atención a la Dependencia. «Catálogo de Referencia de Servicios Sociales.» Informes, Estudios e Investigaciones 2013. Catálogo general de publicaciones oficiales. Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Gobierno de España., 2013. <https://www.mdso-cialesa2030.gob.es/derechos-sociales/servicios-sociales/docs/prestaciones-pc/CatalogoServiciosSociales.pdf>.
- Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC). «Estudio sobre los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua urbana.» Colección Estudios de mercado., 30 de enero de 2020. https://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/resumenes/Documents/2022/220322-PER-TE_agua_memoria.pdf.
- Gobier. «España Digital 2026. Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.» Ministerio de Economía, Comercio y Empresa. Gobierno de España., 2022. https://espanadigital.gob.es/sites/espanadigital/files/2022-07/Espa%C3%B1aDigital_2026.pdf.
- Gobierno de España. «Plan Nacional de Competencias Digitales», 2021. https://portal.mineco.gob.es/RecursosArticulo/mineco/ministerio/ficheros/210127_plan_nacional_de_competencias_digitales.pdf.
- Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital y Vicepresidencia Tercera del Gobierno de España. «Plan para la Conectividad y las Infraestructuras Digitales de la sociedad, la economía y los territorios.», 2021. https://portal.mineco.gob.es/RecursosArticulo/mineco/ministerio/ficheros/201202_Plan_para_la_Conectividad.pdf.
- Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas., Ministerio de Industria, Energía y Turismo., y Gobierno de España. «Agenda Digital para España», 2023.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico., Vicepresidencia Cuarta del Gobierno., y Gobierno de España. *Libro Verde de la Gobernanza del Agua en España*. Agenda 2030. Madrid, 2020. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/sistema-espaniol-gestion-agua/libro-verde-gobernanza/libro-verde-gobernanza-agua_tcm30-517206.pdf.
- Presidencia del Gobierno de España. «Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. COMPONENTE 15: Conectividad Digital, Impulso a la Ciberseguridad y Despliegue del 5G.», 2023. https://planderecuperacion.gob.es/sites/default/files/2023-10/0310203_adenda_plan_de_recuperacion_componente15.pdf.
- «S.E. de Digitalización e Inteligencia Artificial y S.E. de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales - Consulta del Mapa de Cobertura de Banda Ancha en España». Accedido 21 de agosto de 2024. <https://advancedigital.mineco.gob.es/banda-ancha/cobertura/consulta/Paginas/consulta-cobertura-banda-ancha.aspx>.

Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales., Ministerio para la Transformación Digital y de la Función Pública., y Gobierno de España. «Informe Cobertura de Banda Ancha en España en el año 2023.» Madrid., 2024.

Tomey, María Dolores Gonzalo. «Programa Escuelas Conectadas. XIII edición de los Premios a la Calidad e Innovación en la Gestión Pública». red.es. Vicepresidencia Tercera del Gobierno. Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. Gobierno de España. Fondo Europeo de Desarrollo Regional «Una manera de hacer Europa». Unión Europea., 2022.

Fondo Europeo de Desarrollo Regional «Una manera de hacer Europa». Unión Europea., 2022.

I.3.3. Nivel regional.

I.3.3.1. Comunidad Autónoma de Andalucía.

I.3.3.1.1. Normativa regional.

Boletín Oficial de la Junta de Andalucía y Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Orden de 13 de junio de 2022 por la que se establecen las bases reguladoras y se convoca para 2022 la concesión de ayudas, en régimen de conc. comp., para la mejora del abastecimiento y reducción de pérdidas en redes de pequeños y medianos municipios., Boletín número 121 de 27/06/2022 § (2022). https://www.juntadeandalucia.es/eboja/2022/121/BOJA22-121-00047-10477-01_00263757.pdf.

Comunidad Autónoma de Andalucía. Ley 9/2016, de 27 de diciembre, de Servicios Sociales de Andalucía., Pub. L. No. BOJA núm. 248, de 29 de diciembre de 2016. BOE núm. 18, 21 de enero de 2017, BOE-A-2017-657 (2016). <https://www.boe.es/buscar/pdf/2017/BOE-A-2017-657-consolidado.pdf>.

Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Orden de 13 de junio de 2022, por la que se establecen las bases reguladoras y se convoca la concesión de ayudas, en régimen de concurrencia competitiva, para la mejora del abastecimiento y reducción de pérdidas en redes de pequeños y medianos municipios en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y se efectúa su convocatoria para el ejercicio 2022., BOJA nº 121 § (2022). <https://www.juntadeandalucia.es/eboja/2022/121/index.html>.

Consejería de la Presidencia. Decreto 120/1991, de 11 de junio, por el que se aprueba el Reglamento del Suministro Domiciliario de Agua., Pub. L. No. Boletín número 81 de 10/9/1991 (1991). <https://www.juntadeandalucia.es/boja/1991/81/1>.

I.3.3.1.2. Planificación y estrategias.

Jiménez Hernández, Juan José, Antonio Garrido Porras, Isabel Machado Cabezas, y et Al. «El Plan de Infancia y Adolescencia en Andalucía. 2016-2020.» Consejería de Igualdad y Políticas Sociales. Junta de Andalucía., 2016. https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/II_Plan%20Infancia_Adolescencia.pdf.

Junta de Andalucía. «La Junta prepara la Estrategia de Emprendimiento y Transformación Digital de la Pyme 2030». Accedido 21 de agosto de 2024. <https://www.juntadeandalucia.es/presidencia/portavoz/gobierno/alia/184127/JuntadeAndalucia/ConsejodeGobierno>.

Junta de Andalucía. «Plan de Capacitación Digital de Andalucía 2022 - 2025», 2022. https://www.juntadeandalucia.es/sites/default/files/2022-12/plan_capacitacion_digital_andalucia_digital_22_12_2022.pdf.

Servicios Sociales de Andalucía. Junta de Andalucía. «Plan Estratégico de Servicios Sociales de Andalucía 2022-2026.», 2022. <https://www.juntadeandalucia.es/sites/default/files/2022-06/Plan%20Estrat%C3%A9gico%20de%20Servicios%20Sociales%202022-2026.pdf>.

I.3.3.2. Otras comunidades autónomas españolas.

Comunidad Autónoma de Canarias. Ley 16/2019, de 2 de mayo, de Servicios Sociales de Canarias., Pub. L. No. BOE núm. 141, de 13 de junio de 2019, páginas 61699 a 61773 (75 págs.), BOE-A-2019-8794 (2019). <https://www.boe.es/eli/es-cn/l/2019/05/02/16>.

Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. Ley 14/2010, de 16 de diciembre, de servicios sociales de Castilla-La Mancha., Pub. L. No. DOCM núm. 251, de 31/12/2010, BOE núm. 38, 14/02/2011., BOE-A-2011-2752. Accedido 24 de julio de 2024. <https://www.boe.es/eli/es-cm/l/2010/12/16/14/con>.

Comunidad Autónoma de Cataluña. Ley 12/2007, de 11 de octubre, de Servicios Sociales., Pub. L. No. DOGC núm. 4990, de 18/10/2007, BOE núm. 266, 06/11/2007., BOE-A-2007-19189 (2008). <https://www.boe.es/eli/es-ct/l/2007/10/11/12/con>.

Comunidad Autónoma de Extremadura. Ley 14/2015, de 9 de abril, de Servicios Sociales de Extremadura., Pub. L. No. BOE núm. 108, de 6 de mayo de 2015, páginas 39626 a 39664 (39 págs.), BOE-A-2015-5017. Accedido 24 de julio de 2024. <https://www.boe.es/eli/es-ex/l/2015/04/09/14>.

Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Ley 3/2021, de 29 de julio, de Servicios Sociales de la Región de Murcia., Pub. L. No. BORM núm. 174, de 30/07/2021, BOE núm. 308, 24/12/2021., BOE-A-2021-21315 (2021). <https://www.boe.es/eli/es-mc/l/2021/07/29/3/con>.

Comunidad Autónoma de La Rioja. Ley 7/2009, de 22 de diciembre, de Servicios Sociales de La Rioja., Pub. L. No. BOR núm. 160, de 28/12/2009, BOE núm. 14, 16/01/2010., BOE-A-2010-658 (2010). <https://www.boe.es/eli/es-ri/l/2009/12/22/7/con>.

Comunidad Autónoma del País Vasco. Ley 12/2008, de 5 de diciembre, de Servicios Sociales del País Vasco., Pub. L. No. BOPV núm. 246, de 24/12/2008, BOE núm. 242, 07/10/2011., BOE-A-2011-15726 (2008). <https://www.boe.es/eli/es-pv/l/2008/12/05/12/con>.

Comunidad de Castilla y León. Ley 16/2010, de 20 de diciembre, de servicios sociales de Castilla y León., Pub. L. No. BOCL núm. 244, de 21/12/2010, BOE núm. 7, 08/01/2011., BOE-A-2011-402 (2011). <https://www.boe.es/eli/es-cl/l/2010/12/20/16/con>.

- Comunidad de Madrid. Ley 12/2022, de 21 de diciembre, de Servicios Sociales de la Comunidad de Madrid., Pub. L. No. BOCM núm. 304, de 22/12/2022, BOE núm. 135, 07/06/2023., BOE-A-2023-13538 (2023). <https://www.boe.es/eli/es-md/l/2022/12/21/12/con>.
- Comunidad Foral de Navarra. Ley Foral 15/2006, de 14 de diciembre, de Servicios Sociales., Pub. L. No. BON núm. 152, de 20/12/2006, BOE núm. 27, 31/01/2007., BOE-A-2007-2008 (2007). <https://www.boe.es/eli/es-nc/lf/2006/12/14/15/con>.
- Comunitat Valenciana. Ley 3/2019, de 18 de febrero, de servicios sociales inclusivos de la Comunitat Valenciana., Pub. L. No. DOGV núm. 8491, de 21/02/2019, BOE núm. 61, 12/03/2019., BOE-A-2019-3489 (2019). <https://www.boe.es/eli/es-vc/l/2019/02/18/3/con>.
- Jefatura del Estado. Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local, Pub. L. No. BOE núm. 80, de 03/04/1985., BOE-A-1985-5392 (1985). <https://www.boe.es/eli/es/l/1985/04/02/7/con>.

1.4. Smart Water Metering.

- Antzoulatos, Gerasimos, Christos Mourtziou, Panagiota Stournara, Ioannis-Omiros Kouloglou, Nikolaos Papadimitriou, Dimitrios Spyrou, Alexandros Mentis, et al. «Making urban water smart: the SMART-WATER solution». *Water Science and Technology* 82, n.º 12 (18 de agosto de 2020): 2691-2710. <https://doi.org/10.2166/wst.2020.391>.
- Bansal, Malti, Apoorva Goyal, y Apoorva Choudhary. «A comparative analysis of K-Nearest Neighbor, Genetic, Support Vector Machine, Decision Tree, and Long Short Term Memory algorithms in machine learning». *Decision Analytics Journal* 3 (1 de junio de 2022): 100071. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2022.100071>.
- Beal, C. D., y J. Flynn. «Toward the digital water age: Survey and case studies of Australian water utility smart-metering programs». *Utilities Policy* 32 (1 de marzo de 2015): 29-37. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2014.12.006>.
- Beal, Cara, y Rodney Stewart. «Identifying Residential Water End Uses Underpinning Peak Day and Peak Hour Demand». *Journal of Water Resources Planning and Management* 140 (9 de febrero de 2013). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000357](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000357).
- Beal, Cara, Rodney Stewart, y Kelly Fielding. «A novel mixed method smart metering approach to reconciling differences between perceived and actual residential end use water consumption». *Journal of Cleaner Production* 60 (14 de septiembre de 2011). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.09.007>.
- Beal, Cara, Rodney Stewart, Anneliese Spinks, y Kelly Fielding. «Using smart meters to identify social and technological impacts on residential water consumption». *Water Science & Technology Water Supply* 11 (1 de diciembre de 2011). <https://doi.org/10.2166/ws.2011.088>.
- Boyle, Thomas, Damien Giurco, Pierre Mukheibir, Ariane Liu, Candice Moy, Stuart White, y Rodney Stewart. «Intelligent Metering for Urban Water: A Review». *Water* 5, n.º 3 (septiembre de 2013): 1052-81. <https://doi.org/10.3390/w5031052>.

- Britton, Tracy C., Rodney A. Stewart, y Kelvin R. O'Halloran. «Smart metering: enabler for rapid and effective post meter leakage identification and water loss management». *Journal of Cleaner Production* 54 (1 de septiembre de 2013): 166–76. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.05.018>.
- Candelieri, Antonio. «Clustering and Support Vector Regression for Water Demand Forecasting and Anomaly Detection». *Water* 9 (18 de marzo de 2017): 224. <https://doi.org/10.3390/w9030224>.
- Cardell-Oliver, Rachel, Jin Wang, y Helen Gigney. «Smart Meter Analytics to Pinpoint Opportunities for Reducing Household Water Use». *Journal of Water Resources Planning and Management* 142, n.º 6 (1 de junio de 2016): 04016007. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000634](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000634).
- Choi, Woosuk. «Weather condition and Urban infrastructure for sustainable water supply protection from water meter frost: the case of Seoul». *Urban Water Journal* 21, n.º 1 (2 de enero de 2024): 92–99. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2023.2263429>.
- Cominola, A., M. Giuliani, D. Piga, A. Castelletti, y A. E. Rizzoli. «Benefits and challenges of using smart meters for advancing residential water demand modeling and management: A review». *Environmental Modelling & Software* 72 (1 de octubre de 2015): 198–214. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.07.012>.
- Cominola, A., K. Nguyen, M. Giuliani, R. A. Stewart, H. R. Maier, y A. Castelletti. «Data Mining to Uncover Heterogeneous Water Use Behaviors From Smart Meter Data». *Water Resources Research* 55, n.º 11 (2019): 9315–33. <https://doi.org/10.1029/2019WR024897>.
- Cominola, A., L. Preiss, M. Thyer, H. R. Maier, P. Prevos, R. A. Stewart, y A. Castelletti. «The Determinants of Household Water Consumption: A Review and Assessment Framework for Research and Practice». *Npj Clean Water* 6, n.º 1 (20 de febrero de 2023): 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41545-022-00208-8>.
- Cominola, Andrea, Matteo Giuliani, Andrea Castelletti, Adel Abdallah, y David Rosenberg. «Developing a stochastic simulation model for the generation of residential water end-use demand time series», 2016.
- Cominola, Andrea, Matteo Giuliani, Andrea Castelletti, Piero Fraternali, Sergio Luis Herrera Gonzalez, Joan Carles Guardiola Herrero, Jasminko Novak, y Andrea Emilio Rizzoli. «Long-Term Water Conservation Is Fostered by Smart Meter-Based Feedback and Digital User Engagement». *Npj Clean Water* 4, n.º 1 (7 de mayo de 2021): 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41545-021-00119-0>.
- Daniel, Ivo, Newsha Ajami, Andrea Castelletti, Dragan Savic, Rodney Stewart, Marie Becker, y Andrea Cominola. «How Is Digital Transformation Impacting the Water Utility Sector? - Insights from a Worldwide Online Utility Survey». Copernicus Meetings, 3 de marzo de 2021. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-12540>.
- Daniel, Ivo, Newsha K. Ajami, Andrea Castelletti, Dragan Savic, Rodney A. Stewart, y Andrea Cominola. «A Survey of Water Utilities' Digital Transformation: Drivers, Impacts, and Enabling Technologies». *Npj Clean Water* 6, n.º 1 (7 de julio de 2023): 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41545-023-00265-7>.

- Daniel Jurafsky y James H. Martin. *Speech and Language Processing. An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition with Language Models*. Stanford University & University of Colorado at Boulder, 2024. <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/>.
- Davies, Kirsten, Corinna Doolan, Robin van den Honert, y Rose Shi. «Water-Saving Impacts of Smart Meter Technology: An Empirical 5 Year, Whole-of-Community Study in Sydney, Australia». *Water Resources Research* 50, n.º 9 (2014): 7348–58. <https://doi.org/10.1002/2014WR015812>.
- Di Nardo, Armando, Dominic L. Boccelli, Manuel Herrera, Enrico Creaco, Andrea Cominola, Robert Sitzenfrei, y Riccardo Taormina. «Smart Urban Water Networks: Solutions, Trends and Challenges». *Water* 13, n.º 4 (enero de 2021): 501. <https://doi.org/10.3390/w13040501>.
- Farah, Elias, y Isam Shahrour. «Smart water for leakage detection: Feedback about the use of automated meter reading technology». En *2017 Sensors Networks Smart and Emerging Technologies (SENSET)*, 1–4, 2017. <https://doi.org/10.1109/SENSET.2017.8125061>.
- Fróes Lima, Carlos Alberto, y José Ricardo Portillo Navas. «Smart metering and systems to support a conscious use of water and electricity». *Energy, The 24th International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy, ECOS 2011*, 45, n.º 1 (1 de septiembre de 2012): 528–40. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.02.033>.
- Gans, Will, Anna Alberini, y Alberto Longo. «Smart meter devices and the effect of feedback on residential electricity consumption: Evidence from a natural experiment in Northern Ireland». *Energy Economics* 36 (1 de marzo de 2013): 729–43. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.11.022>.
- Gautam, Jyoti, Amlan Chakrabarti, Shruti Agarwal, Anushka Singh, Shweta Gupta, y Jatin Singh. «Monitoring and forecasting water consumption and detecting leakage using an IoT system». *Water Supply* 20, n.º 3 (10 de marzo de 2020): 1103–13. <https://doi.org/10.2166/ws.2020.035>.
- Giurco, Damien P., Stuart B. White, y Rodney A. Stewart. «Smart Metering and Water End-Use Data: Conservation Benefits and Privacy Risks». *Water* 2, n.º 3 (septiembre de 2010): 461–67. <https://doi.org/10.3390/w2030461>.
- Głomb, P., M. Cholewa, W. Koral, A. Madej, y M. Romaszewski. «Detection of emergent leaks using machine learning approaches». *Water Supply* 23, n.º 6 (18 de mayo de 2023): 2370–86. <https://doi.org/10.2166/ws.2023.118>.
- Gurung, Thulo Ram, Rodney A. Stewart, Cara D. Beal, y Ashok K. Sharma. «Smart meter enabled water end-use demand data: platform for the enhanced infrastructure planning of contemporary urban water supply networks». *Journal of Cleaner Production* 87 (15 de enero de 2015): 642–54. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.054>.
- Hashem, Ibrahim, Ibrar Yaqoob, Nor Anuar, Salimah Mokhtar, Abdullah Gani, y Samee Khan. «The rise of “Big Data” on cloud computing: Review and open research issues». *Information Systems* 47 (24 de julio de 2014): 98–115. <https://doi.org/10.1016/j.is.2014.07.006>.

- Hauser, A., y F. Roedler. «Interoperability: the key for smart water management». *Water Supply* 15, n.º 1 (20 de octubre de 2014): 207-14. <https://doi.org/10.2166/ws.2014.096>.
- Huang, Kaizhu, Amir Hussain, Qiu-Feng Wang, y Rui Zhang. *Deep Learning: Fundamentals, Theory and Applications*. 1st ed. 2019. Cognitive Computation Trends, 2. Cham: Springer International Publishing, 2019. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-06073-2>.
- Jagen, Marvin, Joel Ariiho, Edwin Mugume, y Dorothy K. Okello. «An Internet of Things-Based Smart Water Meter with Machine Learning-Aided Water Quality Assessment». En *2023 IEEE AFRICON*, 1-6, 2023. <https://doi.org/10.1109/AFRICON55910.2023.10293553>.
- Kalogridis, Georgios, Costas Efthymiou, Stojan Z. Denic, Tim A. Lewis, y Rafael Cepeda. «Privacy for Smart Meters: Towards Undetectable Appliance Load Signatures». En *2010 First IEEE International Conference on Smart Grid Communications*, 232-37, 2010. <https://doi.org/10.1109/SMARTGRID.2010.5622047>.
- Khoa Bui, Xuan, Malvin S. Marlim, y Doosun Kang. «Water Network Partitioning into District Metered Areas: A State-Of-The-Art Review». *Water* 12, n.º 4 (abril de 2020): 1002. <https://doi.org/10.3390/w12041002>.
- Li, Jiada, Xiafei Yang, y Robert Sitzenfrei. «Rethinking the Framework of Smart Water System: A Review». *Water* 12, n.º 2 (febrero de 2020): 412. <https://doi.org/10.3390/w12020412>.
- Lin, Chao-Chih, y Hund-Der Yeh. «An Inverse Transient-Based Optimization Approach to Fault Examination in Water Distribution Networks». *Water* 11, n.º 6 (junio de 2019): 1154. <https://doi.org/10.3390/w11061154>.
- M. Espinoza, C. Joye, R. Belmans, y B. De Moor. «Short-term load forecasting, profile identification, and customer segmentation: a methodology based on periodic time series». *IEEE Transactions on Power Systems* 20, n.º 3 (agosto de 2005): 1622-30. <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2005.852123>.
- Majnooni, Shabnam, Mahmood Fooladi, Mohammad Reza Nikoo, Ghazi Al-Rawas, Ali Torabi Haghighi, Rouzbeh Nazari, Malik Al-Wardy, y Amir H. Gandomi. «Smarter water quality monitoring in reservoirs using interpretable deep learning models and feature importance analysis». *Journal of Water Process Engineering* 60 (1 de abril de 2024): 105187. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2024.105187>.
- Matikinca, Phikolomzi, Gina Ziervogel, y Johan P. Enqvist. «Drought response impacts on household water use practices in Cape Town, South Africa». *Water Policy* 22, n.º 3 (16 de mayo de 2020): 483-500. <https://doi.org/10.2166/wp.2020.169>.
- Mutcheh, Michele, y Eric Williams. «Moving Towards Sustainable and Resilient Smart Water Grids». *Challenges* 5 (1 de junio de 2014): 123-37. <https://doi.org/10.3390/challe5010123>.
- Nguyen, Khoi, Rodney A Stewart, Oz Sahin, Edoardo Bertone, Cara D. Beal, Andrea Cominola, Hong Zhang, y Abel Silva Vieira. «Digital Multi-Utility Data for Contemporaneous Water-Electricity-Gas End Use Categorization». En *2019 3rd International Conference on Smart Grid and Smart Cities (ICSGSC)*, 45-50, 2019. <https://doi.org/10.1109/ICSGSC.2019.00-20>.

- Parkinson, Simon. «Guiding Urban Water Management towards 1.5 °C». *Npj Clean Water* 4, n.º 1 (24 de junio de 2021): 1-6. <https://doi.org/10.1038/s41545-021-00126-1>.
- Rizzoli, Andrea, y A Castelletti. «The SmartH2O Project and the Role of Social Computing in Promoting Efficient Residential Water Use: A First Analysis», s. f.
- Roy, Deb Sekhar, Debajyoti Sengupta, Debraj Paul, Aftab Khan, Ankush Das, Debjit Pal, y Bidhan Malakar. «A Survey on the Applications and Advancements in Smart Water Meter». En *Proceedings of the 3rd International Conference on Communication, Devices and Computing*, editado por Biplab Sikdar, Santi Prasad Maity, Jagannath Samanta, y Avisankar Roy, 435-44. Lecture Notes in Electrical Engineering. Singapore: Springer Nature, 2022. https://doi.org/10.1007/978-981-16-9154-6_41.
- Salomons, Elad, Lina Sela, y Mashor Housh. «Hedging for Privacy in Smart Water Meters». *Water Resources Research* 56, n.º 9 (2020): e2020WR027917. <https://doi.org/10.1029/2020WR027917>.
- «Smart metering infrastructure for residential water efficiency: Results of a trial in a behavioural change program in Perth, Western Australia - Murdoch University». Accedido 6 de agosto de 2024. <https://researchportal.murdoch.edu.au/esploro/outputs/conferencePresentation/Smart-metering-infrastructure-for-residential-water/991005544667807891>.
- Solanas, J. L., y M. R. Cussó. «Multivariate consumption profiling (MCP) for intelligent meter systems: a methodology to define categories and levels». *Water Supply* 10, n.º 5 (1 de diciembre de 2010): 710-20. <https://doi.org/10.2166/ws.2010.374>.
- Sønderlund, A. L., J. R. Smith, C. Hutton, y Z. Kapelan. «Using Smart Meters for Household Water Consumption Feedback: Knowns and Unknowns». *Procedia Engineering*, 16th Water Distribution System Analysis Conference, WDSA2014, 89 (1 de enero de 2014): 990-97. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.11.216>.
- Stewart, Rodney A., Khoi Nguyen, Cara Beal, Hong Zhang, Oz Sahin, Edoardo Bertone, Abel Silva Vieira, et al. «Integrated intelligent water-energy metering systems and informatics: Visioning a digital multi-utility service provider». *Environmental Modelling & Software* 105 (1 de julio de 2018): 94-117. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.03.006>.
- Strong, Aaron, y Chris Goemans. «The impact of real-time quantity information on residential water demand». *Water Resources and Economics* 10 (1 de abril de 2015): 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.wre.2015.02.002>.
- «Using Advanced Metering Infrastructure in a Water Quality Surveillance and Response System», s. f.
- Walker, David, Enrico Creaco, Lydia Vamvakeridou-Lyroudia, Raziyyeh Farmani, Zoran Kapelan, y Dragan Savić. «Forecasting Domestic Water Consumption from Smart Meter Readings Using Statistical Methods and Artificial Neural Networks». *Procedia Engineering*, Computing and Control for the Water Industry (CCWI2015) Sharing the best practice in water management, 119 (1 de enero de 2015): 1419-28. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.1002>.

Yang, Ji, Yong Li, Nan Feng Zhang, Jing Feng Yang, Ke Kuang, Yue Hua Hu, y Wen Guang Qi. «Analysis of Urban Residential Water Consumption Based on Smart Meters and Fuzzy Clustering». En *2015 IEEE International Conference on Computer and Information Technology; Ubiquitous Computing and Communications; Dependable, Autonomic and Secure Computing; Pervasive Intelligence and Computing*, 1295-1301, 2015. <https://doi.org/10.1109/CIT/IUCC/DASC/PICOM.2015.192>.

Zhao, Yuanyuan, Tixiang Zhang, Huijuan Hao, y Xiaojie Zhang. «Research and Application of Smart Water Meter Monitoring System Based on NB-IoT». En *2023 IEEE 7th Information Technology and Mechatronics Engineering Conference (ITOEC)*, 7:1490-94, 2023. <https://doi.org/10.1109/ITOEC57671.2023.10291557>.

1.5. Otras materias consultadas.

Asociación Española de Abastecimiento y Saneamiento (AEAS) y Asociación Española de Empresas Gestoras de los Servicios de Agua Urbana (AGA). «Estudio Nacional de Suministro de Agua Potable y Saneamiento en España», 29 de noviembre de 2022. https://www.aeas.es/images/Doc_Es_Nacional/2022/Nota_Estudio_Nacional_de_Suministro_de_Agua_Potable_y_Saneamiento_en_Espaa_2022_AEAS-AGA.pdf.

Instituto Nacional de Estadística. «Encuesta sobre el suministro y saneamiento del agua.», 2024. <https://www.ine.es/daco/daco42/ambiente/agua/metodolo.pdf>.

Instituto Nacional de Estadística. «Volumen de agua suministrada a la red por comunidades y ciudades autónomas, tipo de indicador y periodo.», 21 de agosto de 2024. <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?tpx=53447>.

Javier M. Elizondo Osés. «Ratio de agua no registrada (ANR): consideraciones ante un cambio drástico de tendencia», s. f. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.tecnoaqua.es/descargar_documento/reportaje-ratio-agua-no-registrada-empresa-gestora-servicio-agua-tecnoaqua-es.pdf&ved=2ahUKewjUIMj-qwoWIAxV5U0EAHY8cG_0QFnoECBcQAQ&usq=AOvVawI4wc7DMqa3nf0W9UhJFEIG.

«La CNMC publica un estudio sobre cómo mejorar la regulación del abastecimiento y saneamiento del agua urbana | CNMC». Consultado 21 de agosto de 2024. <https://www.cnmc.es/prensa/estudio-agua-20200306>.

Ruiz, Arturo Albaladejo. «¿Qué es el ANR y por qué es importante controlarlo?» Text. iAgua. iAgua, 29 de abril de 2019. <https://www.iagua.es/blogs/arturo-albaladejo-ruiz/que-es-anr-y-que-es-importante-controlarlo>.

Índice de acrónimos

- **ACID:** Atomicity, Consistency, Isolation and Durability.
- **ADSL:** Asynchronous Digital Subscriber Line.
- **AEPD:** Agencia Española de Protección de Datos.
- **AEPAS:** Asociación Española de Operadores Públicos de Abastecimiento y Saneamiento.
- **AESIA:** Agencia Española de Supervisión de la Inteligencia Artificial.
- **AI:** Artificial Intelillengece.
- **AMI:** Advanced Metering Infrastructure.
- **AMR:** Automated Meter Reading.
- **ANR:** Agua No Registrada.
- **ARPE:** At Risk of Poverty or Social Exclusion.
- **CATs:** Centros de Tratamientos Ambulatorios.
- **CDPD:** Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad.
- **CNN:** Convolutional Neural Network.
- **DAS:** Direct Attached Storage.
- **DBMS:** Data Base Management System.
- **DBNs:** Deep Belief Networks.

- **EDAD:** Encuesta sobre Discapacidad, Autonomía personal y situaciones de Dependencia.
- **ETHOS:** European Typology of Homelessness and Housing Exclusion.
- **EU:** European Union.
- **FEAD:** Fondo de Ayuda Europea para las Personas Más Desfavorecidas.
- **FEANTSA:** Federación Europea de Organizaciones Nacionales que Trabajan con Personas sin Hogar.
- **FEDER:** Fondo Europeo de Desarrollo Regional.
- **FTTH:** Fiber to the Home.
- **FSE +:** Fondo Social Europeo Plus.
- **GIS:** Geographic Information Systems.
- **HMI:** Human Machine Interface.
- **HMM:** Hidden Markov Model.
- **IaaS:** Infrastructure as a Service.
- **INE:** Instituto Nacional de Estadística.
- **IoT:** Internet of Things.
- **LSTM:** Long Short-Term Memory.
- **LTE:** Long Term Evolution.
- **LTPWAN:** Low Power Wide Area Network.
- **Mbps:** Megabits per second.
- **NAS:** Network Attached Storage.
- **NbIoT:** NarrowBand Internet of Things.
- **NEET:** Not Education, Employment or Training.
- **NLP:** Natural Language Processing.
- **PaaS:** Platform as a Service.
- **PCA:** Principal Component Analysis.
- **PLC:** Programmable Logic Controller.
- **RNN:** Recurrent Neural Networks.
- **RPAA:** Red Pública de Atención a las Adicciones de Andalucía.
- **REDR:** Red Europea de Desarrollo Rural.

- **RTU:** Remote Terminal Unit.
- **SCADA:** Supervisory Control and Data Acquisition.
- **SIMIA:** Sistema de Maltrato Infantil Intrafamiliar.
- **SITAC:** Social Internet of Things – Apps by and for the Crowd.
- **SQL:** Structured Query Language.
- **TI:** Tecnología de la Información.
- **TIC:** Tecnologías de la Información y la Comunicación.
- **UPS:** Uninterruptable Power Supply.
- **USMC:** Unidades de Salud Mental Comunitaria.
- **USMIJ:** Unidades de Salud Mental Infanto-Juvenil.
- **VPN:** Virtual Private Network.

Consejo Económico y Social de Andalucía
C/ Gamazo, 30 - 41001 Sevilla

institucional.ces.ceeta@juntadeandalucia.es
<https://www.juntadeandalucia.es/organismos/ces.html>