

LA HUELLA ECOLÓGICA DEL AGUA EN LAS ISLAS CANARIAS

NOELIA CRUZ PÉREZ
JUAN CARLOS SANTAMARTA CEREZAL



LA HUELLA ECOLÓGICA DEL AGUA EN LAS ISLAS CANARIAS

Noelia Cruz Pérez
Juan Carlos Santamarta Cerezal
(autores)



Proyecto financiado por la Consejería de Transición Ecológica, Lucha Contra el Cambio Climático y Planificación Territorial del Gobierno de Canarias para el Análisis de la huella de carbono e hídrica de las tres principales actividades económicas en las Islas Canarias: turismo, agricultura y ciclo integral del agua.

Dirección científica:

Dr. Juan Carlos Santamarta Cerezal. Universidad de La Laguna. jcsanta@ull.es

1ª Edición: noviembre de 2021

92 pp.; 24 cm.

ISBN: 978-84-09-34449-9

Depósito legal: TF 620-2021

DOI: <https://doi.org/10.25145/b.HuellaEcoCanarias.2021>

Cómo citar esta publicación:

Cruz-Pérez, N., Santamarta, J.C. (2021). *La Huella Ecológica del Agua en las Islas Canarias*. Tenerife: Universidad de La Laguna. <https://doi.org/10.25145/b.HuellaEcoCanarias.2021>

Ninguna parte de este libro puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido fotografías, grabación o por cualquier sistema de almacenar información sin el permiso escrito del autor y editores.

Índice

Capítulo 1. Introducción y objetivo	13
1.1. Sostenibilidad y cambio climático, dentro del Marco Europeo 2030	17
1.2. Energías renovables	18
1.3. El ciclo urbano del agua en las Islas Canarias	19
1.3.1. Las masas de agua subterránea	20
1.3.2. Las masas de agua superficiales	21
1.3.3. La desalinización de agua de mar	22
1.3.4. Usos del agua en las Islas Canarias	24
1.3.5. Instalaciones del ciclo urbano del agua en las Islas Canarias	25
Capítulo 2. La huella de carbono y la huella hídrica en el sector hídrico de las Islas Canarias	29
2.1. Huella de carbono	29
2.2. Huella hídrica	30
2.3. Metodología	31
2.4. Instalaciones estudiadas en las Islas Canarias	34
Capítulo 3. Caracterización de la huella ambiental en las instalaciones de captación de agua potable (pozos y galerías)	37
Capítulo 4. EDAR del archipiélago canario	47
4.1. Resultados obtenidos	49
Capítulo 5. Caracterización de la huella ambiental en las IDAM del archipiélago canario	59
5.1. Resultados obtenidos	59

Capítulo 6. Caracterización de la huella ambiental en el resto de las instalaciones del ciclo integral del agua del archipiélago canario	67
6.1. Redes de distribución	67
6.2. Redes de saneamiento	75
Conclusiones del estudio	79
Recomendaciones	83
Agradecimientos	85
Referencias y bibliografía recomendada	87
Acrónimos	91

Índice de tablas

Tabla 1.1. Emisiones de CO ₂ equivalente por Comunidad Autónoma, periodo 2004-2018	15
Tabla 2.1. Recursos hídricos en las Islas Canarias y tendencias futuras	36
Tabla 3.1. Huella de carbono del pozo Tamaduste en el Hierro (años 2019 y 2020)	38
Tabla 3.2. Huella de carbono del pozo Los Padrones en el Hierro (años 2019 y 2020)	39
Tabla 3.3. Huella de carbono del pozo Tigaday en el Hierro (años 2019 y 2020)	40
Tabla 3.4. Huella de carbono de un pozo en Arico en la isla de Tenerife (años 2019 y 2020)	41
Tabla 3.5. Huella de carbono de una galería en Arico en la isla de Tenerife (años 2019 y 2020)	41
Tabla 3.6. Huella de carbono de la galería Los Lavaderos en Gran Canaria (años 2019 y 2020)	42
Tabla 3.7. Huella de carbono del pozo Caidero Oscuro en Gran Canaria (años 2019 y 2020)	43
Tabla 3.8. Huella de carbono del pozo Buenavista en Gran Canaria (años 2019 y 2020)	43
Tabla 3.9. Huella de carbono del pozo Rayón en Gran Canaria (años 2019 y 2020)	44

Tabla 3.10. Huella de carbono del sondeo Bco. Las Palmas en Gran Canaria (años 2019 y 2020)	44
Tabla 3.11. Huella de carbono del sondeo Los Guirres en Gran Canaria (años 2019 y 2020)	45
Tabla 3.12. Huella de carbono del sondeo Gambuesa en Gran Canaria (años 2019 y 2020)	45
Tabla 3.13. Huella de carbono por volumen de agua captado en pozos y sondeos en 2019 y 2020 en kgCO ₂ eq por m ³	46
Tabla 4.1. Huella de carbono de la depuradora de Breña Baja (años 2019 y 2020)	50
Tabla 4.2. Huella de carbono de la depuradora de Los Llanos (años 2019 y 2020)	51
Tabla 4.3. Huella de carbono de la EBAR de los Cancajos (años 2019 y 2020)	51
Tabla 4.4. Huella de carbono de la EBAR Urpal (años 2019 y 2020)	52
Tabla 4.5. Huella de carbono de la EDAR del municipio de Agulo en La Gomera, año 2019	52
Tabla 4.6. Huella de carbono EDAR Guamasa (años 2019 y 2020)	53
Tabla 4.7. Huella de carbono EDAR Punta del Hidalgo (años 2019 y 2020) .	54
Tabla 4.8. Huella de carbono EDAR Cabo Blanco (años 2019 y 2020)	54
Tabla 4.9. Huella de carbono EDAR Telde (años 2019 y 2020)	55
Tabla 4.10. Huella de carbono EDAR Jinamar (años 2019 y 2020)	55
Tabla 4.11. Huella de carbono EDAR el Tablero (años 2019 y 2020)	56
Tabla 4.12. Huella de carbono EDAR Gran Tarajal (años 2019 y 2020)	57
Tabla 4.13. Huella de carbono EDAR Pto. Rosario (años 2019 y 2020)	57
Tabla 4.14. Huella de carbono por volumen de agua tratada en las EDAR en 2019 y 2020 en kgCO ₂ eq por m ³	58
Tabla 5.1. Huella de carbono IDAM El Cangrejo en El Hierro (años 2019 y 2020)	60

Tabla 5.2. Huella de carbono IDAM El Golfo en El Hierro (años 2019 y 2020)	61
Tabla 5.3. Huella de carbono IDAM La Restinga en El Hierro (años 2019 y 2020)	61
Tabla 5.4. Huella de carbono IDAM Las Galletas en Tenerife (años 2019 y 2020)	62
Tabla 5.5. Huella de carbono IDAM Maspalomas en Gran Canaria (años 2019 y 2020)	63
Tabla 5.6. Huella de carbono IDAM Salinetas en Gran Canaria (años 2019 y 2020)	64
Tabla 5.7. Huella de carbono IDAM Morro Jable en Fuerteventura (años 2019 y 2020)	64
Tabla 5.8. Huella de carbono IDAM Majanicho en Fuerteventura (años 2019 y 2020)	65
Tabla 5.9. Huella de carbono IDAM Playa Blanca en Lanzarote (años 2019 y 2020)	65
Tabla 5.10. Huella de carbono por volumen de agua captada en las IDAM en 2019 y 2020 en kgCO ₂ eq por m ³	66
Tabla 6.1. Huella de carbono de la red de distribución de Breña Alta para el año 2019	68
Tabla 6.2. Huella de carbono de la red en alta de la isla de La Gomera. Año 2019	69
Tabla 6.3. Huella de carbono de la red de distribución municipal de San Miguel (años 2019 y 2020)	70
Tabla 6.4. Huella de carbono de la red de distribución municipal de El Sauzal (años 2019 y 2020)	70
Tabla 6.5. Huella de carbono de la red de distribución municipal de San Miguel (años 2019 y 2020)	71
Tabla 6.6. Huella de carbono de la red de distribución municipal de Arucas (años 2019 y 2020)	72
Tabla 6.7. Huella de carbono de la red de distribución municipal de Telde (años 2019 y 2020)	72

Tabla 6.8. Huella de carbono de la red de distribución municipal del sur de Gran Canaria (años 2019 y 2020)	73
Tabla 6.9. Huella de carbono de la red de distribución municipal de Pájara (años 2019 y 2020)	74
Tabla 6.10. Huella de carbono de la red de distribución de Puertito Cruz (años 2019 y 2020)	74
Tabla 6.11. Huella de carbono de la red de saneamiento municipal de Arona (años 2019 y 2020)	75
Tabla 6.12. Huella de carbono de la red de saneamiento municipal de La Laguna (años 2019 y 2020)	76
Tabla 6.13. Huella de carbono de la red de saneamiento del sur de Gran Canaria (años 2019 y 2020)	76
Tabla 6.14. Huella de carbono de la red de saneamiento municipal de Pájara (años 2019 y 2020)	77

Índice de figuras

Figura 1.1. Implicación de los gases de efecto invernadero en el cambio climático	14
Figura 1.2. Emisiones de gases de efecto invernadero en España en el año 2018, por tipo de sector y tipo de gas	15
Figura 1.3. Emisiones de gases de efecto invernadero en Canarias en el año 2019, por tipo de sector y tipo de gas	16
Figura 1.4. Embalse de Tahodio en la isla de Tenerife	21
Figura 1.5. Porcentajes de las superficies ocupadas por los diferentes cultivos de regadío en La Palma	25
Figura 1.6. Interior de una depuradora de aguas residuales en Tenerife	27
Figura 2.1. Alcances 1, 2 y 3 de la Huella de Carbono	30
Figura 3.1. Sección de una galería de agua de Canarias	37
Figura 3.2. Interior de un pozo canario	38
Figura 3.3. Instalaciones del pozo Tamaduste	39
Figura 3.4. Exterior del pozo Tigaday	40
Figura 3.5. Sala de máquinas de la galería de Arico, Tenerife	42
Figura 4.1. Árbol de decisiones para determinar qué tipo de Nivel utilizar en la estimación del de las emisiones de metano	48

Figura 4.2. Instalaciones interiores de la depuradora de Guamasa	53
Figura 5.1. Instalaciones desaladora El Cangrejo	60
Figura 5.2. Instalaciones desaladora La Restinga	62
Figura 5.3. Instalaciones interiores de la IDAM Las Galletas, constituidas por dos líneas	63
Figura 6.1. Esquema del agua distribuida en una red municipal	67

Capítulo 1

Introducción y objetivo

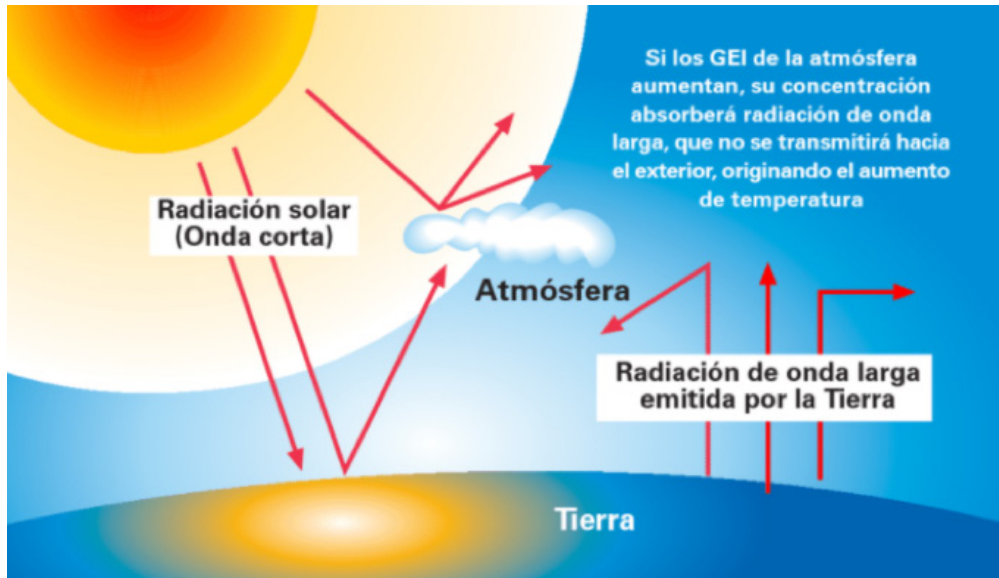
Garantizar el acceso al agua potable y la producción de energía, son dos de las principales dificultades que está enfrentando la población mundial en la actualidad. Ambos sectores, el hídrico y el energético, requieren de un amplio despliegue económico y de infraestructuras que no todos los países se ven con la posibilidad de garantizar. Además, abastecer a las personas del agua potable necesaria para todas las actividades humanas, así como ofrecerles un servicio estable de energía, requieren hoy en día de una gestión sostenible ya que, de no ser así, enfrentamos cada vez con mayor asiduidad incertidumbres asociadas al cambio climático (pandemias, desastres naturales, disminución de las precipitaciones, aumento de las temperaturas, etc.).

El cambio climático es un proceso medioambiental en el que nos encontramos inmersos, originado principalmente por los gases de efecto invernadero (Figura 1.1), que han generado a su vez un calentamiento global.

Los gases de efecto invernadero son aquellos que absorben la radiación infrarroja del Sol, y si bien es cierto que su presencia natural es necesaria para poder mantener la temperatura del planeta y habitar en él en las condiciones que conocemos, este sistema se ha visto descompensado debido a la emisión de gases de efecto invernadero cuyo origen es antropogénico. Es decir, las actividades desarrolladas por el ser humano han supuesto una gran emisión de estos gases de efecto invernadero (en adelante, GEI), entre los que encontramos principalmente a los siguientes:

- Dióxido de carbono (CO_2): este es el gas que en mayor porcentaje contribuye al efecto invernadero, ya que es el derivado de numerosas actividades humanas (principalmente industria y transportes).
- Metano (CH_4): relacionado principalmente con las actividades agrícolas y ganaderas, así como con los tratamientos anaerobios de aguas residuales y similares. Su contribución al efecto invernadero es también notable, solo por detrás del dióxido de carbono.

Figura 1.1. Implicación de los gases de efecto invernadero en el cambio climático



Fuente: Bravo & Merino, 2007

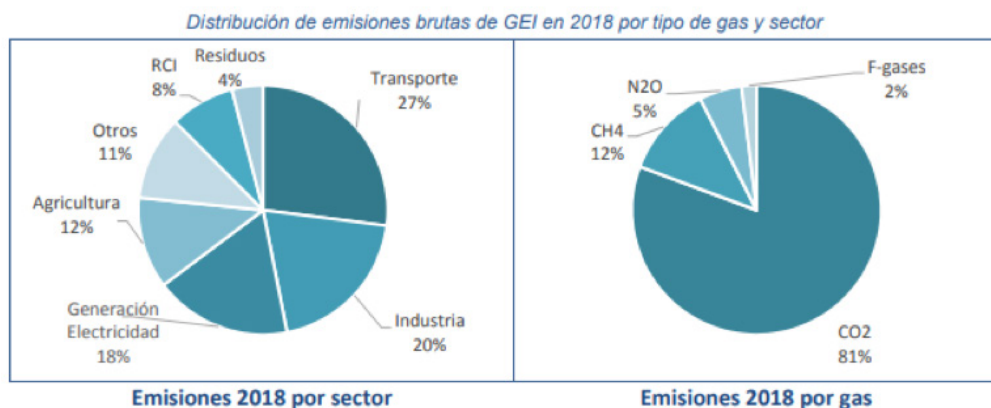
- Óxido nitrato (N_2O): la presencia de este gas se debe en mayor medida a los fertilizantes nitrogenados utilizados en la agricultura intensiva, aunque también es un derivado de los gases emitidos por vehículos automóviles y aviones.
- Clorofluorocarbonos: presentes en las actividades industriales, generalmente en sistemas de refrigeración y formando parte de la composición de los aerosoles.

Para ejemplificar la importancia de las emisiones de GEI en nuestro país, en la Figura 1.2 se puede ver el porcentaje de gases emitidos por cada uno de los sectores económicos más importantes de España, así como los porcentajes de los que se componen estos GEI, donde se observa cómo claramente el dióxido de carbono es el que mayor presencia tiene, seguido por el metano y el óxido nitrato.

Desde la Dirección General de Calidad y Evaluación Medioambiental, adscrita al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, se han realizado numerosos estudios acerca de las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, debido a las graves implicaciones que estas presentan a nivel de salud pública. Se ha demostrado que la mala calidad del aire contribuye a la muerte prematura de las personas, llevando aparejado además un gasto extra en la Sanidad, debido a enfermedades desarrolladas a partir de los contaminantes atmosféricos (Ministerio para la Transición Ecológica, 2019).

Es importante destacar que tradicionalmente el Producto Interior Bruto (PIB) de un país ha estado muy relacionado con sus emisiones de GEI a la atmósfera. Esto quiere decir que, cuanto mayor capacidad productiva tuviese el país, mayor con-

Figura 1.2. Emisiones de gases de efecto invernadero en España en el año 2018, por tipo de sector y tipo de gas



Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica, 2019

tribución de este al efecto invernadero. De hecho, en la Tabla 1.1 puede verse como, en periodos previos a la crisis económica del 2008, en España había unas emisiones mucho más elevadas que las correspondientes al periodo de parón productivo y económico. Sin embargo, debe destacarse como aspecto positivo que, a partir del año 2014 cuando comenzó a producirse la recuperación económica, las emisiones comenzaron a crecer, pero no de un modo descontrolado, no llegando a alcanzar en ningún caso valores de emisiones precios a la crisis económica.

Tabla 1.1. Emisiones de CO₂ equivalente por Comunidad Autónoma, periodo 2004-2018

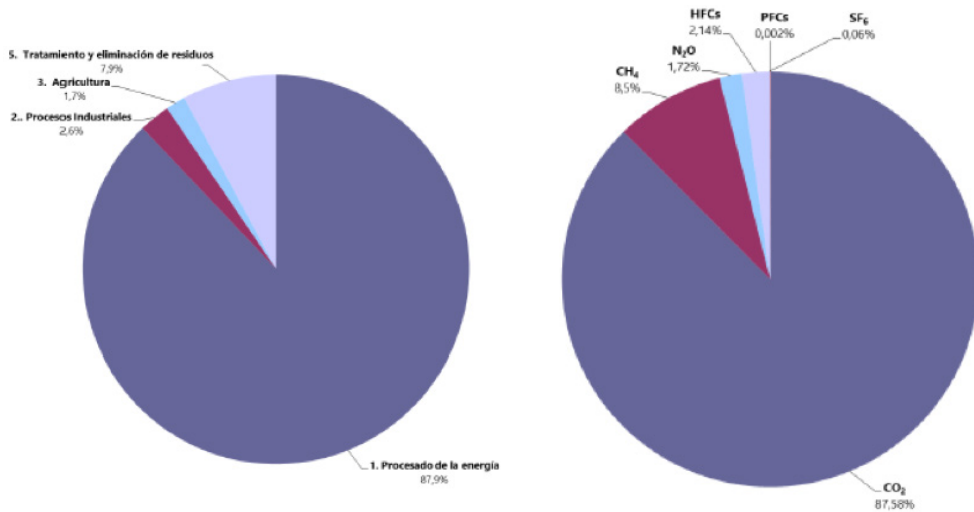
COMUNIDAD AUTÓNOMA	EMISIONES DE CO ₂ -eq (kt)															
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
ANDALUCÍA	62.344	67.680	67.310	69.985	60.965	58.127	56.387	55.260	53.818	50.344	50.569	52.740	49.439	52.513	52.113	
ARAGÓN	21.001	21.887	21.253	22.198	20.936	17.919	16.214	19.226	17.168	15.415	16.662	16.620	15.405	17.296	15.880	
ASTURIAS	34.339	35.248	32.051	34.267	26.813	23.390	21.984	23.709	25.042	24.305	24.694	29.876	24.502	25.851	24.061	
BALEARES	10.627	10.797	10.747	10.903	10.931	10.651	10.472	10.077	9.421	8.543	8.243	8.519	8.730	9.308	9.435	
CANARIAS	17.243	17.622	17.038	16.848	17.619	15.356	15.128	14.291	14.131	13.165	12.754	12.679	13.074	13.541	13.341	
CANTABRIA	7.146	7.172	7.271	7.394	7.283	6.479	6.766	6.310	6.268	5.617	5.783	5.809	5.791	6.044	6.058	
CASTILLA Y LEÓN	46.364	45.729	42.557	43.348	39.700	31.148	26.777	34.343	34.566	29.203	31.603	33.272	30.785	30.794	27.719	
CASTILLA-LA MANCHA	26.464	26.867	27.336	28.677	25.847	23.432	22.435	21.579	20.536	18.495	18.047	18.260	17.867	18.245	18.733	
CATALUÑA	55.506	57.341	56.157	57.006	53.222	49.894	49.137	46.588	44.198	41.029	41.788	42.012	43.320	44.008	43.956	
CEUTA	622	610	733	776	669	559	474	433	419	331	311	324	351	382	388	
COMUNIDAD VALENCIANA	31.082	32.574	32.486	32.722	32.683	29.220	28.523	26.756	24.495	24.458	25.091	24.961	24.958	25.141	25.464	
EXTREMADURA	8.986	9.539	10.056	10.152	9.919	9.394	9.599	9.349	9.066	8.559	8.437	8.784	8.798	9.191	9.515	
GALICIA	37.920	36.670	35.650	36.936	31.106	28.884	27.421	29.009	31.775	28.641	28.382	29.747	28.474	30.321	29.810	
LA RIOJA	2.629	3.975	4.047	3.917	3.700	2.799	2.665	2.404	2.495	2.113	1.967	2.139	2.317	2.536	2.311	
MADRID	26.482	27.885	28.010	28.306	26.117	24.682	24.808	23.961	22.336	22.512	21.138	20.910	21.591	21.477	21.861	
MELILLA	316	325	365	386	393	368	364	368	437	382	339	392	432	486	487	
NAVARRA	8.289	8.079	7.830	7.736	8.015	7.416	7.562	6.446	5.961	5.671	5.586	5.927	6.131	6.318	6.204	
PAÍS VASCO	23.096	24.897	25.057	23.956	24.091	23.102	22.612	19.131	19.529	17.016	16.378	16.498	16.398	17.176	17.437	
REGIÓN DE MURCIA	8.405	8.541	10.442	11.742	13.019	10.605	9.531	8.989	9.297	8.895	9.045	8.784	8.527	9.670	9.683	
TOTAL ESPAÑA	428.861	443.440	436.396	447.254	413.028	373.425	358.859	358.231	350.959	324.693	326.816	338.254	326.890	340.298	334.255	

Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica, 2019¹

¹ Recuperado de: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-emisionesgeiporccaaserie1990-2018_tcm30-508282.pdf

Respecto a la situación específica de Canarias, cada año el Instituto Canario de Estadística (ISTAC) publica el Anuario Energético del archipiélago, donde se recogen las emisiones de las Islas², así como la importancia de cada gas dentro del total emitido. En la Figura 1.3 podemos ver los principales sectores que han contribuido a las emisiones totales de GEI en Canarias, así como los gases que han constituido estas emisiones.

Figura 1.3. Emisiones de gases de efecto invernadero en Canarias en el año 2019, por tipo de sector y tipo de gas



Fuente: Gobierno de Canarias, 2019

Como puede verse en la Figura 1.3, los sectores generadores de gases de efecto invernadero en Canarias son más reducidos que en el conjunto de España (Fig. 1.2). Esto puede deberse, entre otros aspectos, a que Canarias no posee una industria desarrollada, siendo el principal emisor de GEI el sector relacionado con el procesado de la energía, seguido en importancia por el tratamiento y la eliminación de residuos. La eliminación de residuos adquiere un cariz importante en territorios limitados como son las islas, de ahí su importancia reflejada en el gráfico. Por otra parte, tanto en Canarias como en el conjunto del país, el gas emitido mayoritariamente es el dióxido de carbono.

Por otra parte, un reciente estudio del Ministerio para la Transición Ecológica, titulado «Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España» (Ministerio para la Transición Ecológica, 2021), recoge los riesgos individuales que se han compilado por sectores, siendo aquellos que amenazan a los recursos hídricos, entre otros, los siguientes:

² Además de los informes del ISTAC, existió un proyecto en Canarias denominado «Proyecto CLIMA-IMPACTO» donde se estudiaron las emisiones de gases de efecto invernadero en el archipiélago, en el año 2012: <https://www.climaimpacto.eu/>

- Riesgo de reducción de la disponibilidad de recurso hídricos para uso doméstico, sector servicios, usos agrícolas e industriales.
- Riesgo de incremento de inundaciones.
- Riesgo de incremento de eutrofización y/o deterioro de calidad del agua
- Riesgo de subsidencia en el terreno que afecte a edificios e infraestructuras por la menor recarga de acuíferos.

1.1. Sostenibilidad y cambio climático, dentro del Marco Europeo 2030

En la actualidad, Europa depende del petróleo, gas y carbón de manera clara, debido a que la combinación energética de Europa se suple todavía con un gran porcentaje de combustibles fósiles. Esto genera una creciente dependencia de los países de donde se obtienen los recursos, que además suelen presentar inestabilidades políticas que derivan en subidas de precios y posibles fallas de suministro (Comisión Europea, 2010). Es por ello por lo que la Unión Europea ya ha establecido cuáles son los objetivos medioambientales para el 2030³, que se resumen en los dos siguientes:

- **Marco sobre clima y energía:** donde se fijan objetivos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y se busca incrementar el porcentaje de energías renovables en el mix energético europeo. Por lo tanto, los objetivos específicos en este aspecto son los siguientes:
 - Reducción de un 40% de GEI respecto a 1990.
 - Al menos contar con un 32% de energías renovables en el mix energético.
 - Al menos un 32,5% de mejora de la eficiencia energética.
- **Unión de la energía:** se busca garantizar la seguridad y eficiencia energética, así como descarbonizar la economía

La respuesta a ambos objetivos se persigue a través de proyectos como este, donde se analizan las posibilidades de descarbonización de un sector, estudiando sus emisiones actuales y buscando establecer un punto de partida para abordar el empleo de energías renovables en un territorio especialmente vulnerable frente al cambio climático, como son las islas.

Cabe destacar que, para controlar las emisiones de cada país, la Unión Europea ha creado un «Régimen de comercio de derechos de emisión», que es el mayor mercado de carbono del mundo. Esta iniciativa busca fijar un límite acerca de la cantidad de GEI que cada actividad puede emitir, bajando dicho límite de forma progresiva en el tiempo. Dentro de dicho límite, las empresas pueden comprar y/o vender

³ https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/overall-targets/2030-targets_es

emisiones en función de sus necesidades, garantizando este sistema una reducción de los GEI arrojados a la atmósfera. Dentro de este régimen, cada país europeo tiene un área reservada y, en el caso de España se trata del portal RENADE⁴.

1.2. Energías renovables

Las energías renovables son recursos limpios y prácticamente inagotables que ofrece la naturaleza, cuyo impacto ambiental es nulo en la emisión de gases de efecto invernadero como el CO₂. Las diversas fuentes de energía renovable que están disponibles en el planeta son:

- **Solar:** la radiación solar puede ser recogida por colectores que atienden a dos tipos de principios diferentes: el efecto fotoeléctrico y el efecto fototérmico. La energía fotovoltaica transforma los rayos del sol en electricidad a través de paneles solares. La energía fototérmica utiliza el calor del sol capturándolo con colectores solares.
- **Eólica:** es la energía renovable que más eficientemente han logrado explotar los humanos. El principio de la energía eólica es hacer funcionar una turbina de viento que produce energía eléctrica. La turbina eólica se activa por el movimiento de las palas, que a su vez se mueven por la fuerza del viento.
- **Hidráulica:** las centrales hidroeléctricas se encuentran en los lechos de los ríos para aprovechar la fuerza del agua, que mueve las turbinas de la central, generando electricidad. El porcentaje de energía utilizada en todo el mundo y cubierta por la energía hidroeléctrica es del 16% (World Bank, 2015).
- **Geotermia:** la energía geotérmica está ligada al calor del interior de la superficie terrestre y, si consideramos toda la superficie de la tierra, la energía geotérmica que llega del interior es de $4,2 \times 10^{12} \text{J}$ (IDAE, 2008). La energía geotérmica puede ser de alta entalpía, cuando las temperaturas alcanzadas son superiores a 150 °C, o de baja entalpía, cuando las temperaturas están por debajo de esa temperatura.
- **Biomasa:** la biomasa es la materia orgánica utilizada como fuente de energía. Estos recursos de biomasa pueden agruparse generalmente en recursos agrícolas y forestales. La materia orgánica de las aguas residuales y de los lodos de depuración también se considera biomasa. La valoración de la biomasa puede lograrse mediante cuatro procesos básicos, mediante los cuales puede transformarse en calor y electricidad: combustión, digestión anaeróbica, gasificación y pirólisis. La biomasa puede dar lugar a biogás o biocombustibles.
- **Energía mareomotriz:** es una energía azul, ya que aprovecha la energía procedente de las mareas para generar, a través de un sistema de alternadores, energía eléctrica.

⁴ <https://www.renade.es/esp/>

1.3. El ciclo urbano del agua en las Islas Canarias

Las Islas Canarias están situadas a 1.400 km de las costas más cercanas del continente europeo (la península ibérica) y a 100 km de la costa occidental del continente africano (el Sahara Occidental). En la explotación global de los recursos hídricos, es difícil alcanzar un equilibrio, es decir, que la suma total de entradas y las salidas sea igual a cero. También podríamos añadir factores como la irregularidad de las precipitaciones en función de la latitud y la orografía de las islas, la incorporación de la captación de agua horizontal o de niebla (Marzol, 2008) at an altitude of 842 m and 3.5 km away from the north-western coastline of the island. The study uses hourly data of the three summer months (June, July and August al balance hidrológico de las islas (localmente importante en cantidad) y una evaporación global importante. Otra de las características singulares del régimen de lluvias en Canarias es su intensidad y concentración en un corto periodo de tiempo (Navarro Mederos, 1997). Esto se suma al hecho de que en algunas zonas de las islas existen edificaciones en los cauces de los barrancos, que suelen ser salidas naturales del agua hacia el mar. Esto obliga a una planificación territorial eficaz para evitar episodios de inundaciones.

Además, existen importantes problemas en el acuífero costero causados por la sobreexplotación de pozos y sondeos (presión antropogénica), en materiales que suelen tener una alta permeabilidad, lo que influye directamente en la intrusión marina en los acuíferos costeros (Cruz-Fuentes et al., 2014).

Desde el año 2000, la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo Europeo, de 23 de octubre de 2000, estableció un marco de actuación comunitaria en el ámbito de la política de aguas (Directiva Marco del Agua, en adelante DMA), tras su publicación el 22 de diciembre de 2000 en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas. La DMA se incorporó al ordenamiento jurídico español a través del artículo 129 de la Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social, en el que se modificó el texto de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.

El enfoque presentado en esta DMA ha supuesto un cambio sustancial en la legislación de aguas, no sólo en Europa sino también a nivel nacional. Sus principales objetivos son prevenir el deterioro y mejorar el estado de los ecosistemas acuáticos, así como promover el uso sostenible del agua (Quevauviller, 2009). Esta directiva establece una serie de tareas con un calendario estricto para su cumplimiento, que afectan a todos los aspectos de la gestión del agua. Se define un concepto denominado «Demarcación Hidrográfica» definida como la zona marina y terrestre compuesta por una o varias cuencas hidrográficas vecinas, las aguas subterráneas y costeras asociadas y la unidad principal a efectos de la gestión de las cuencas. En Canarias, cada isla es una Demarcación Hidrográfica singular, bajo la coordinación del Gobierno de Canarias.

El eje fundamental de aplicación de la DMA es el plan hidrológico de cuencas en el que influyen diferentes necesidades sectoriales en el uso y disfrute del agua y que deben ser armonizadas, incluyendo la protección ambiental y la coordinación con otras planificaciones sectoriales.

La obtención del agua potable en el archipiélago canario puede dividirse entre las islas occidentales y las islas orientales (Santamarta, 2014), debido a que cada provincia presenta unas características que pueden agruparse en estos dos grandes bloques:

- **Islas orientales:** este grupo de islas, conformado por Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote, no son ricas en agua subterránea comparadas con las islas occidentales. Es por ello por lo que, desde los años setenta, la desalación ocupa un lugar importante en estas islas, especialmente en Fuerteventura y Lanzarote, debido a su clima desértico (González-Morales & Ramón-Ojeda, 2019). En la isla de Gran Canaria los recursos superficiales son significativos, debido a que cuenta con 69 grandes presas (González, 2008), aunque también es de relevancia la explotación de los recursos hídricos subterráneos con pozos y galerías (Rodríguez et al., 2013).
- **Islas occidentales:** ricas en agua subterránea, aproximadamente el 80% de los recursos hídricos en estas islas (La Palma, El Hierro, La Gomera y Tenerife) son subterráneos. Hay que destacar el caso de la isla de La Gomera, donde el agua superficial también es importante, contando con un elevado número de presas, cuya utilidad está principalmente enfocada a la agricultura (González, 2019).

1.3.1. Las masas de agua subterránea

El aprovechamiento de las masas de agua subterránea de las Islas Canarias es uno de los factores que ha facilitado la vida en el archipiélago, así como el desarrollo de los principales sectores económicos de las Islas, tales como la agricultura y el turismo. Cada una de las islas presenta unas características determinadas, marcadas principalmente por su orografía, geología, edad, cercanía al continente africano, etc. Todos estos aspectos intervienen directamente en las reservas de agua subterránea y, por lo tanto, la contribución de las masas de agua subterránea como respuesta a la demanda hídrica de las Islas, varía en función de la isla que se esté estudiando (siendo más importante la cantidad de aguas subterráneas empleadas en la isla de La Palma que en la isla de Fuerteventura).

En las Islas Canarias, las aguas subterráneas se captan principalmente a través de galerías y/o pozos, existiendo una importante cultura y herencia histórica relacionada con estas infraestructuras en este archipiélago. Se puede establecer que, a partir de 1920, las explotaciones hídricas relacionadas con los acuíferos se desarrollaron ampliamente en las islas occidentales y Gran Canaria, viendo su punto culminante entre los años 50 y 70 (Custodio et al., 2016). El agotamiento de los recursos hídricos subterráneos es palpable ya, donde nos encontramos con galerías que se han «secado», otras que ha sido necesario reperforar para lograr obtener caudales más cuantiosos, etc. Otro problema asociado a la excesiva extracción de aguas subterráneas es la mayor salinidad que estas presentan, a medida que se extraen las denominadas «aguas de reserva», que son las que han permanecido durante más tiempo en contacto con los materiales rocosos que conforman el acuífero.

Además, en las zonas costeras, si no se respetan los caudales máximos que evitan la contaminación por intrusión marina de los pozos, se corre el riesgo de salinizar estas aguas y dejar dichas instalaciones en desuso.

Las extracciones de agua subterránea deben verse compensadas con la recarga natural del acuífero, que se constituye por un porcentaje del agua que se infiltra en el subsuelo en los episodios de precipitaciones. La infiltración de agua se ve afectada por las características del suelo (convirtiéndose en escorrentía en zonas impermeables como superficies asfaltadas, y pudiendo infiltrarse en las áreas verdes cubiertas por vegetación), la existencia de una cobertura vegetal (Neris et al., 2013), la tipología de precipitación, etc. Sin embargo, el cambio climático está teniendo un impacto directo en la cantidad de precipitaciones esperadas en los próximos años, lo que conlleva plantear un escenario donde se contemple la recarga artificial de los acuíferos.

1.3.2. Las masas de agua superficiales

En las Islas Canarias no se considera la existencia de aguas superficiales continentales, por lo que el aprovechamiento de estas aguas se limita a la existencia de presas y embalses (Figura 1.4), cuya finalidad es captar agua de lluvia para usos

Figura 1.4. Embalse de Tahodio en la isla de Tenerife



Fuente: Juan C. Santamarta

agrícolas principalmente. Las islas de Gran Canaria y La Gomera son los territorios donde mayor cantidad de presas pueden encontrarse en el archipiélago, con un total de 69 y 39 presas respectivamente.

1.3.3. La desalinización de agua de mar

Tal y como se ha comentado anteriormente, el modelo hídrico dentro del archipiélago canario varía en función de si se trata de las islas occidentales o las islas orientales. Las islas orientales, debido a su cercanía al continente africano y a su orografía (caracterizada por no poseer un elevado relieve), han sido pioneras en la desalación de agua de mar, estableciéndose las primeras plantas de este tipo en 1964 y 1974, en Lanzarote y Fuerteventura respectivamente (Gómez-Gotor et al., 2018). Poco a poco, las desaladoras se han ido introduciendo en el resto del archipiélago, existiendo un gran número en la isla de Gran Canaria, y con presencia en prácticamente todas las islas del archipiélago, excepto en el caso de la isla de La Palma y La Gomera.

Es, por lo tanto, innegable la necesidad de involucrar el agua desalada como un importante activo dentro del ciclo del agua en las Islas Canarias. Sin embargo, es necesario recordar que la desalación de aguas requiere de grandes cantidades de energía, por lo que es imprescindible abordar esta producción de agua potable desde la óptica del binomio agua-energía (Gómez-Gotor et al., 2018). Es en la producción de energía renovable donde podemos aliviar la presión de esta actividad en el medio, así como en la correcta gestión de la salmuera generada en el proceso de ósmosis inversa.

A la hora de producción de energía renovable en el archipiélago canario, existen modelos de sostenibilidad conocidos internacionalmente, como es el caso de la Gorona del Viento en la isla de El Hierro (Frydrychowicz-Jastrzebska, 2018). El empleo de energías renovables se torna imprescindible en unas islas ricas en recursos naturales como el Sol, el viento, etc. De entre todas las posibilidades de producir energía de forma renovable, hay una que está despertando especial interés, y es la procedente de la geotermia. Se han desarrollado estudios en islas como Tenerife, que es el único lugar perteneciente al territorio español donde existen posibilidades de generar geotermia de alta entalpía (Rodríguez et al., 2015) y La Palma (Perlock et al., 2008), que han mostrado las potenciales posibilidades que ofrece este tipo de producción energética, que ya se emplea en algunos hoteles e instalaciones varias del archipiélago canario.

Respecto a la salmuera, se puede definir esta como el agua de mar con una concentración elevada de sales, que se genera como subproducto después del proceso de desalinización de agua de mar en las IDAM (Instalaciones Desalinizadoras de Agua de Mar). Generalmente, la salmuera se vierte al mar nuevamente, pero es necesario garantizar una adecuada dilución de esta en el medio marino, para evitar que este concentrado salino provoque un daño medioambiental en la zona donde es vertido (Kress et al., 2020).

Con respecto a la Ley Canaria de Cambio Climático y Transición Energética, se recogen textualmente⁵ las medidas con respecto a los recursos hídricos en las Islas Canarias:

- a) *Incluir los riesgos derivado del cambio climático, conseguir, su adaptación, equilibrar y armonizar el desarrollo insular y sectorial sostenible.*
- b) *Considerar los impactos previsibles sobre los regímenes de caudales hidrológicos, los recursos disponibles de los acuíferos, relacionados a su vez con cambios en factores como las temperaturas, las precipitaciones, la frecuencia e intensidad de fenómenos extremos asociados al cambio climático en relación con la ocurrencia de episodios de avenidas y sequías los impactos posibles del ascenso del nivel del mar sobre las masas de agua subterránea y los sistemas costeros.*
- c) *Anticiparse a los impactos previsibles del cambio climático, identificando y analizando el nivel de exposición y la vulnerabilidad de las actividades socio-económicas y los ecosistemas.*
- d) *Identificar y gestionar los riesgos derivados del cambio climático en relación con su impacto sobre los cultivos y las necesidades agronómicas de agua, fomentando los sistemas de regeneración de agua asociados a los sistemas de depuración que permitan la reutilización de las aguas para el regadío u otros usos.*
- e) *Fomentar que las instalaciones de depuración y de producción industrial de agua mediante la desalinización de agua de mar o de agua salobre sean lo más eficiente posibles y en especial estén abastecidos ya sea de manera directa o indirecta por energías de origen renovable. Así mismo establecer en la planificación hidráulica sinergias y economías de escala de las infraestructuras hidráulicas de desalinización.*
- f) *El fomento del uso de aguas regeneradas prevaleciendo sobre las aguas blancas, siempre y cuando las normas sanitarias lo permitan.*
- g) *El fomento de los sistemas de regeneración de agua asociados a los sistemas de depuración que permitan la reutilización de las aguas para el regadío u otros usos.*
- h) *El fomento de los sistemas de depuración de agua lo más autosostenible posible haciendo uso de la valorización energética de sus lodos, así como de la deshidratación de los mismos a través de sistemas de bajo consumo energético como secado solar de lodos. Propiciando la reutilización de los lodos generados por la depuración una vez valorizados energéticamente, ya sea en el sector agrícola, industrial o de la construcción.*
- i) *Propiciar el uso de microturbinas en redes de abastecimiento y saneamiento municipales y privadas que permita la generación de energía eléctrica*
- j) *Penalizar aquellos sistemas hidráulicos que no optimicen su rendimiento técnico hidráulico.*

⁵ Recuperado de: <https://www.gobiernodecanarias.org/cmmsgobcan/export/sites/participacionciudadana/iniciativas/.docs/ctelccpt/Anteproyecto-de-Ley-4-11-2020.pdf>

- k) *Las administraciones hidráulicas, en el ejercicio de su labor planificadora han de disponer de modelos de simulación de escorrentía superficial que contemplen como variable meteorológica el impacto del cambio climático.*

1.3.4. Usos del agua en las Islas Canarias

• Uso urbano-turístico

El consumo de agua con fines urbanos debe estar garantizado para la población. No siempre es fácil conocer el porcentaje de agua que se destina al turismo y el que se destina a la población local, de ahí que se suelen estudiar ambos usos de manera conjunta.

El turismo se posiciona cada vez más como un gran consumidor de recursos a nivel local. Son varios los recursos naturales que utiliza la industria turística, como el suelo, la energía y el agua (Michopoulos et al., 2017). Esto se debe a que el turismo demanda espacio para la construcción de hoteles, así como actividades recreativas, además de la necesidad de grandes cantidades de agua para diversos usos como piscinas, lavandería, restaurantes, etc. (Hof & Schmitt, 2011).

El agua se encuentra entre los principales recursos naturales que deben ser protegidos en las Islas. Así, el agua debe ser utilizada de forma eficiente en la industria hotelera, ya que se estima que cada turista en Canarias consume un máximo de 800 litros/turista/día (ISTAC, 2019). La asignación típica del consumo de agua en los hoteles es del 47% en la lavandería, el 30% en las habitaciones y el 22% en la cocina (Barberán et al., 2013).

Solamente en la isla de Lanzarote y Fuerteventura este uso es el de mayor importancia cuantitativa en cuanto a recursos hídricos, dado que en el resto de islas es la agricultura la que mayor demanda hídrica presenta de todos los usos del agua planteados.

• Uso industrial

En el caso de la isla de Tenerife, la industria se concentra en el área metropolitana (Santa Cruz-La Laguna) y en el polígono de Güímar y Granadilla, y tratándose del sector que menos agua consume, si lo comparamos con la agricultura, la ganadería y el uso urbano.

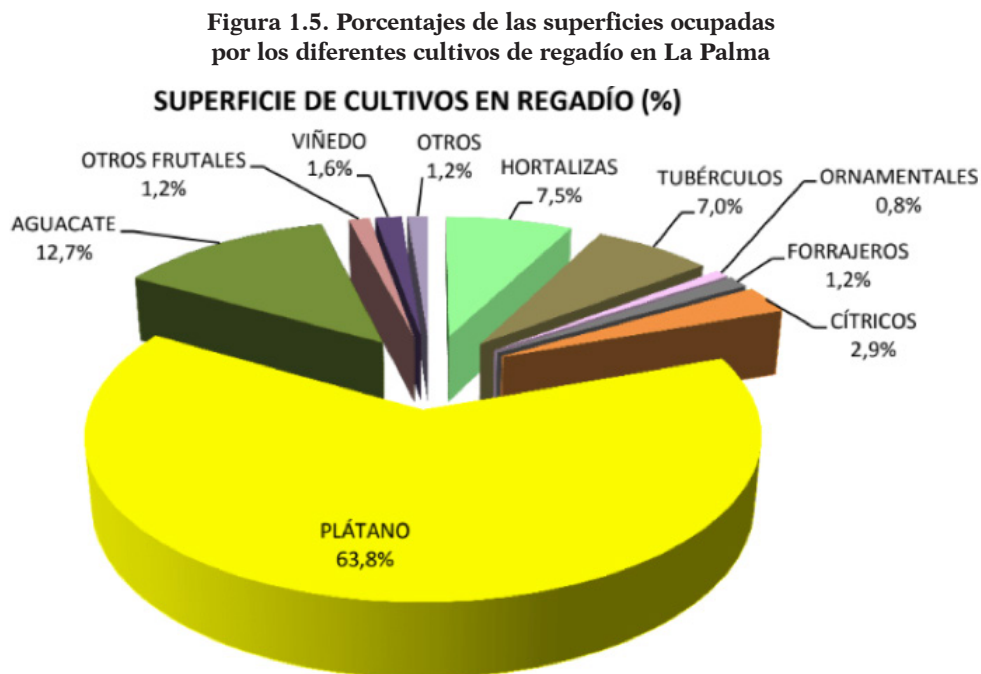
En la isla de Gran Canaria los tres subsectores de mayor relevancia dentro del ámbito industrial son: la industria de la alimentación, la fabricación de productos metálicos y la reparación e instalación de maquinaria y equipos⁶.

Las dos islas capitalinas son las que presentan un sector industrial más desarrollado, sin embargo, es el ámbito económico que menor cantidad de agua al año requiere en la actualidad.

⁶ Fuente: Plan Hidrológico de Gran Canaria.

• *Uso agropecuario*

El sector primario es el mayor demandante hídrico del archipiélago canario. Dentro de los cultivos destacan el plátano, el tomate, la papa, el aguacate y la viña principalmente, todos ellos de regadío. Una de las islas que presenta un modelo agrícola muy rico y variado es La Palma, que presenta la siguiente distribución porcentual (Figura 1.5):



Fuente: Plan Hidrológico de La Palma.

Con respecto a la ganadería, cobra una gran importancia el ganado caprino, porcino, avícola y cunícola, aunque también hay presencia de ovino y bovino.

• *Uso recreativo*

Se puede destacar aquí el uso del agua que hacen instalaciones como los campos de golf. Los campos del golf se encuentran repartidos por todo el archipiélago canario y su demanda hídrica depende de su superficie, aunque se puede establecer un rango de entre 300.000 y 700.000 m³/año, generalmente.

1.3.5. Instalaciones del ciclo urbano del agua en las Islas Canarias

Las principales instalaciones relacionadas con el ciclo del agua en el archipiélago canario son las siguientes:

• Obtención de agua

- *Pozos*: son sondeos verticales de diferente diámetro y profundidad, que buscan alcanzar el acuífero (principalmente en zonas costeras) para extraer agua potable. Es muy importante controlar los caudales de extracción en este tipo de obras, para evitar la intrusión marina y consecuente deterioro de la calidad del agua extraída.
- *Galerías*: son perforaciones o túneles con una sola boca, denominada bocamina en el argot minero, y una sección media de 1,5 x 2 metros, aunque las realizadas por la Administración Canaria son de dimensiones sensiblemente mayores. Estas captaciones, tienen un solo punto de acceso al interior, pero pueden tener una o más bifurcaciones (ramales) secundarias. Se denomina frente de la galería al punto más profundo de la misma, aunque también existen galerías con cierres hidráulicos antes del frente, por lo que no siempre coincide con el punto accesible más profundo (Santamarta, 2013).
- *Presa*: se trata de una obra hidráulica que se ubica, en el caso de Canarias, en los cauces de los barrancos, con el objetivo de retener el agua superficial. Suelen tener dos objetivos principales: captar agua para su posterior utilización como recurso hídrico para riego en la agricultura, y creación de un salto de agua que la convierte en una parte fundamental de una estación de energía hidroeléctrica.
- *Desalinización*: consiste en obtener agua de mar y retirarle los cloruros para hacerla apta para consumo humano. Generalmente se utiliza un proceso de ósmosis inversa, consistente en la instalación de unas membranas semipermeables que eliminan los iones y potabilizan el agua.

• Distribución de agua

- *Red de distribución*: se trata de una serie de conductos de diferentes diámetros que llevan el agua potable desde las instalaciones de captación y potabilización de agua hasta los usuarios finales.

• Tratamiento de agua

- *Estación depuradora*: instalación que recoge las aguas residuales generadas en una ciudad o en una empresa y, a través de procesos fisicoquímicos, le retira los contaminantes (Figura 1.6). De esta manera, el agua puede llevarse a un tratamiento terciario que permita la reutilización de esta (cumpliendo con la normativa vigente en esta materia, que es el Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas), o puede ser vertida a cauce siguiendo un procedimiento acorde a la legislación aplicable.
- *Estación regeneradora*: instalación en la que se aplica un tratamiento adicional a las aguas depuradas para alcanzar unos niveles de calidad que les permitan ser utilizadas de nuevo en determinados sectores.

Figura 1.6. Interior de una depuradora de aguas residuales en Tenerife



Fuente: Juan C. Santamarta

Capítulo 2

La huella de carbono y la huella hídrica en el sector hídrico de las Islas Canarias

En este apartado se abordará la definición de los conceptos de Huella de Carbono y Huella Hídrica, que han sido los indicadores seleccionados para estudiar el impacto medioambiental de las infraestructuras relacionadas con el ciclo integral del agua en el archipiélago canario.

2.1. Huella de carbono

La huella de carbono surge como un concepto que permite contabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero de un producto, actividad y/o servicio. Al arrojar un dato numérico, permite comparar la huella de carbono de diferentes actividades entre sí, además de facilitar el establecimiento de objetivos de reducción y mejora de las actividades estudiadas.

La huella de carbono permite identificar las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero dentro de la fabricación de un producto, la prestación de un servicio y/o el desarrollo de una actividad o evento. Para diferenciar las fuentes entre sí, empleamos el concepto de los alcances y la huella de carbono diferencia entre tres de ellos (Figura 2.1). En el alcance 1 se engloban las emisiones de GEI relacionadas con el uso de combustibles fósiles empleados de manera directa por la compañía estudiada; en el alcance 2 se contabilizan las emisiones relacionadas con el consumo eléctrico de la empresa y dentro del alcance 3 se incluyen aquellas emisiones indirectas correspondientes a combustibles fósiles u otras fuentes a considerar.

Una vez definidas las fuentes, se contabilizan las emisiones y estas se transforman en toneladas de dióxido de carbono equivalente, mediante factores de emisión¹ publicados por organismos oficiales (nacionales y/o internacionales).

¹ En España se utilizan usualmente los factores de emisión facilitados por el Ministerio para la Transición Ecológica. Dichos factores se renuevan anualmente: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factores_emision_tcm30-479095.pdf

Figura 2.1. Alcances 1, 2 y 3 de la Huella de Carbono



Fuente: Preparado por los/as autores/as

Una vez realizado el procedimiento anterior, se emite un informe con los resultados obtenidos, para que la persona y/o empresa que ha encargado el trabajo, pueda conocer su huella de carbono. Este informe debe recoger medidas de reducción de la huella, para que posterior al estudio se puedan implementar objetivos de mejora que conlleven una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero.

2.2. Huella hídrica

Según el informe titulado «*Progresos en el nivel de estrés hídrico*», la situación hídrica mundial es la siguiente: 32 países se encuentran con un estrés hídrico entre el 25 y el 70%, 22 países se encuentran por encima del 70%, 15 países superan el 100% y 4 de ellos presentan un estrés hídrico de más del 1.000% (FAO, 2018). Estos datos nos exponen una situación poco halagüeña, que nos invita a tomar conciencia del uso que hacemos de los recursos hídricos, debido al carácter no renovable de estos. Además, la disminución de los recursos hídricos en algunas zonas del planeta puede conllevar movimientos migratorios que, sumados a los producidos por el cambio climático en sí, podrían generar la necesidad de respuestas políticas eficaces.

En la fabricación de un producto y/o el desarrollo de una actividad, el indicador denominado como huella hídrica contabiliza el volumen de agua dulce utilizada (diferenciando su origen en huella azul o verde), así como el volumen de agua contaminada en el proceso, por tipo de contaminación (huella gris).

La **huella hídrica azul** se refiere al consumo de agua superficial y/o subterránea, es decir, el agua potable que obtenemos de una fuente natural para ser empleada en un proceso. Específicamente, se centra en el uso consuntivo del agua, que abarca cualquiera de estos cuatro procesos: evaporación del agua, agua incorporada a un producto, agua que no regresa a la misma zona de captación o agua que no regresa en el mismo periodo.

La **huella hídrica verde**, por su parte, es el agua de lluvia que pasa a formar parte del suelo debido a que se infiltra o se evapotranspira (no contabilizándose el agua que se convierte en escorrentía superficial). Su mayor impacto se observa cuando se estudian los productos agrícolas y/o ganaderos.

La **huella hídrica gris** es la que tiene en cuenta la contaminación de las aguas, contabilizando el volumen de agua dulce necesaria para diluir la carga de contaminantes presentes, por ejemplo, en un agua residual.

2.3. Metodología

2.3.1. Huella de carbono

Para el cálculo de la huella de carbono de las diferentes instalaciones que componen el ciclo integral del agua en el archipiélago canario, se ha empleado la metodología denominada Green House Gas Protocol² (en adelante, GHG Protocol).

El GHG Protocol es un estándar internacional muy utilizado para el cálculo y la comunicación del inventario de emisiones de una compañía. El objetivo de este estándar es evitar heterogeneidades en los métodos y principios empleados para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero de empresas y organizaciones aceptados de forma internacional. La metodología de este sistema se basa en los siguientes puntos: Determinación de los límites de la organización; Determinación de los límites operacionales; Seguimiento de las emisiones a través del tiempo y a partir del año base estudiado; Identificación y cálculo de las emisiones; Gestión de la calidad del inventario.

El cálculo de las huellas de carbono e hídrica de las instalaciones que componen el ciclo integral del agua (para el año de estudio establecido) está basado en la metodología de la organización, el enfoque de control y los alcances 1, 2 y 3. El enfoque de control requiere definir el límite organizativo del inventario de operaciones. En este sentido, es necesario tener presente que en una instalación destinada al tratamiento o distribución de agua se distinguen dos tipos de emisiones en función del punto o área de emisión. Las emisiones de empresas concesionarias o autorizadas son emisiones que se producen por actividades realizadas en la instalación por empresas concesionarias o autorizadas.

² <https://ghgprotocol.org/>

Por otro lado, el enfoque de control también exige definir el límite operativo o inventario de operaciones sobre las que la instalación ejerce control, distinguiendo en función del alcance y de su naturaleza fija o móvil. Entre las fuentes emisoras asociadas a las operaciones de naturaleza fija cabe incluir las instalaciones destinadas a actividades de administración y de mantenimiento. En relación con las actividades de administración se contabiliza el número de personas que trabajan en cada una de ellas; en las actividades de mantenimiento realizadas se distingue en función de quién las lleve a cabo, bien sea personal propio, personal contratado u otro. Sea cual sea el caso, se cuantifica la frecuencia con la que se realizan dichas actividades por término medio.

Entre las fuentes móviles se incluyen los vehículos de gasolina o gasóleo y eléctricos como motos, turismos, furgonetas y camiones utilizados por el personal, proveedores y gestores de residuos. En el caso de los vehículos utilizados por el personal se ha tenido en cuenta el número de trabajadores, la propiedad del vehículo (empresa o trabajador) y el recorrido medio de ida y vuelta en kilómetros de un día laboral por empleado entre su residencia habitual y la instalación. Las depuradoras y desaladoras suelen contar con proveedores habituales. Pues bien, en función del número de proveedores que opere y frecuencia según tipología de transporte como furgoneta o camión se contabiliza las emisiones de este colectivo teniendo en cuenta el número medio de kilómetros de ida y vuelta entre la instalación y el último cliente. En el supuesto de que se cuente con un punto limpio, los camiones cisterna se incluyen entre las fuentes móviles y sus emisiones se contabilizan teniendo en cuenta la frecuencia de recogida de los camiones y la distancia en kilómetros entre la instalación estudiada y el vertedero.

La energía que procede de una fuente renovable no emite CO₂. A pesar de ello, se ha tenido en cuenta el consumo de energía renovable como medida de responsabilidad ambiental de la empresa al representar un ahorro de emisiones que, de no proceder de una fuente renovable, contribuiría al deterioro del medio ambiente y del clima.

La calidad y exhaustividad de los datos requiere de un procedimiento sistemático de recopilación de información que, además, facilite su tarea en años sucesivos. Siguiendo esta premisa, se ha elaborado un cuestionario, donde la mayor parte de las preguntas son abiertas y se han dividido en función de su implicación en cada uno de los alcances de la huella de carbono. El resto son preguntas orientadas a la formulación de recomendaciones para reducir y/o compensar las huellas. La encuesta va dirigida al gestor/a de la instalación quien, además, deberá respaldar sus respuestas con facturas u otros documentos similares que avalen sus respuestas.

Los datos de actividad recopilados de las diferentes fuentes y expresados en kWh, litros o m³ deben ser expresado en términos tCO₂eq. Los factores de emisión permiten el trasvase de una unidad a otra. Los factores de emisión utilizados son los publicados por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Por lo tanto, de forma esquemática, el cálculo de la huella de carbono se puede abordar aplicando el siguiente guion:

- a) Se establece el año de cálculo a estudiar.
- b) Se definen los límites de la organización y los límites operativos (obligatoriamente se debe calcular el alcance 1 y 2).
- c) Se recopilan los consumos de la compañía (electricidad, combustibles fósiles, etc.) derivados principalmente de las facturas de esta.
- d) Estos datos se transforman a toneladas de CO₂ equivalente, a través del uso de los factores de emisión³.
- e) Se elabora un informe para poder comunicar los resultados obtenidos.
- f) Se realiza un plan de reducción de emisiones.
- g) Se puede ir un paso más allá certificando y/o compensado la huella de la compañía⁴.

2.3.2. Huella hídrica

Bajo el mismo límite organizativo y desde la perspectiva del consumo, el procedimiento seguido en el cálculo de la huella hídrica se inicia con la aproximación de las huellas hídricas directa e indirecta. La huella hídrica directa es el volumen (m³) de agua dulce consumida y contaminada en el desarrollo de la actividad de la instalación de estudio y la huella hídrica indirecta es el volumen (m³) de agua dulce y contaminada asociada a la producción de los bienes que intervienen en la prestación de los servicios.

El valor final de la huella hídrica puede calcularse de diversas maneras en función de la metodología escogida, aunque las opciones más frecuentes son utilizar la suma de los tres tipos de agua (azul, verde y gris), o bien sumar la huella hídrica directa e indirecta. En este proyecto se ha abordado el cálculo de la huella hídrica de las diferentes instalaciones estudiadas a partir de la metodología de la Water Footprint Network (WFN), donde se han empleado los conceptos de agua azul, verde y gris:

- *Agua azul*: se refiere al uso consuntivo del agua, que abarca cualquiera de estos cuatro procesos: evaporación del agua, agua incorporada a un producto, agua que no regresa a la misma zona de captación o agua que no regresa en el mismo periodo. En el caso de la captación de aguas subterráneas, el agua azul estaría constituida también por la recarga del acuífero en cuestión. Sin embargo, debido a la complejidad y alcance del cálculo de dicha recarga, no se ha estimado este indicador en este documento.
- *Agua gris*: indica la cantidad de agua que queda contaminada después o durante el proceso industrial. Se define como el volumen de agua dulce

³ https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factores_emision_tcm30-479095.pdf

⁴ <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/registro-huella.aspx>

necesario para asimilar la carga contaminante, hasta alcanzar los niveles requeridos en la normativa vigente.

Dado que habitualmente en el agua se pueden encontrar varios contaminantes, la huella hídrica gris se determina mediante el contaminante más crítico que se asocia con la mayor huella hídrica gris de la sustancia crítica (Hoekstra et al., 2021).

- *Agua verde*: este indicador tiene especial importancia en el sector agrícola, siendo prácticamente despreciable en el resto de los cálculos de huella hídrica, ya que contabiliza el agua de lluvia incorporada a un proceso.

2.4. Instalaciones estudiadas en las Islas Canarias

Debido a que cada isla del archipiélago tiene un modelo de obtención de agua potable diferente, se separará en este apartado las instalaciones estudiadas por isla, para poder explicar cada caso en particular:

• *El Hierro*

La isla de El Hierro presenta un modelo energético único dentro de las Islas Canarias, debido al proyecto de La Gorona del Viento⁵. La Gorona del Viento provee a la isla de energía limpia a través de su central hidroeléctrica, lo que ha tenido un impacto positivo también en sus recursos hídricos.

En esta isla se obtienen los recursos hídricos principalmente del subsuelo, aunque cuenta también con tres desaladoras para garantizar la oferta hídrica destinada a la población local, turistas y agricultura.

En El Hierro se ha calculado la huella de carbono e hídrica de tres pozos y tres desaladoras.

• *La Palma*

La isla de La Palma es rica en recursos hídricos subterráneos, que en la actualidad cubren la mayoría de las demandas hídricas en esta isla. En La Palma no hay desaladoras de agua de mar y, junto con La Gomera, son las dos únicas excepciones del archipiélago a este respecto. En la isla de La Palma el sector primario tiene una gran importancia (dedicándose un gran número de hectáreas a la exportación), principalmente el cultivo del plátano y el aguacate, siendo ambos de regadío.

En esta isla se ha podido determinar la huella de carbono e hídrica de depuradoras de aguas residuales, estaciones de bombeo de aguas residuales (EBAR) y redes de distribución de agua potable.

⁵ <https://www.goronadelviento.es/>

• La Gomera

En esta isla tampoco existen desaladoras en la actualidad, donde más de tres cuartas partes del agua consumida en la isla tiene origen subterráneo, con un total de 72 pozos, 85 sondeos y 11 galerías (CIAG, 2019). En total, se contabilizan 5 masas de agua subterránea en la isla. Respecto a las masas de agua costera se considera que en general tienen un estado bueno, desde el punto de vista de la intrusión marina.

La isla de La Gomera cuenta con un aporte de agua superficial procedente de 39 presas y 2 balsas, destinados exclusivamente al sector agrícola.

En esta isla se ha podido determinar la huella de carbono e hídrica de depuradoras de aguas residuales y la red en alta de La Gomera.

• Tenerife

Tenerife es la isla más poblada del archipiélago canario y la que más turistas recibe de forma anual, según datos del Instituto de Estadística de Canarias. Esto, unido a la intensa actividad agrícola de la isla (plataneras, tomates, papaya, papa, etc.), la convierte en una de las Islas Canarias con mayor demanda de recursos hídricos. Estos recursos hídricos se suplen a través del agua subterránea (galerías y pozos), agua superficial (presas) y la desalación de agua de mar.

En esta isla se ha podido estudiar la huella de carbono e hídrica de todas las instalaciones que conforman el ciclo del agua en Canarias: galerías, pozos, redes de distribución de agua potable, redes de saneamiento de aguas residuales, desaladoras y depuradoras.

• Gran Canaria

La isla de Gran Canaria es la que cuenta con un mayor almacenamiento de recursos hídricos superficiales de todo el archipiélago, con 43 hm³ repartidos en 69 presas.

También encontramos en Gran Canaria unos recursos hídricos subterráneos importantes que, junto con la desalación y el agua superficial conforman la oferta de agua para los diferentes sectores de la isla. Hay que resaltar que, mientras en las islas occidentales se explotan los recursos hídricos subterráneos principalmente con galerías de agua, en las islas orientales la extracción de agua del acuífero se realiza generalmente con pozos canarios.

En esta isla se ha podido estudiar la huella de carbono e hídrica de todas las instalaciones que conforman el ciclo del agua en Canarias: galerías, pozos, redes de distribución de agua potable, redes de saneamiento de aguas residuales, desaladoras y depuradoras.

• Fuerteventura

La precipitación media anual de esta isla se cifra en 119 mm, acorde al Plan Hidrológico de Fuerteventura, lo que la posiciona dentro de la categoría de «área

desértica o semidesértica». Esto hace que Fuerteventura, junto con Lanzarote, sean islas que dependen de la desalación de agua de mar para cubrir los requerimientos hídricos de la isla, fundamentalmente urbanos y turísticos, así como ganaderos, cuyo sector caprino es fundamental en Fuerteventura.

En esta isla se ha podido determinar la huella de carbono e hídrica de depuradoras de aguas residuales, desaladoras y redes de distribución de agua potable, así como redes de saneamiento.

• *Lanzarote*

Se trata de una isla en la que el turismo tiene una gran importancia. Esto, sumado a la poca cantidad de recursos hídricos subterráneos y superficiales de la isla más oriental del archipiélago canario, favoreció que se construyese aquí la primera desaladora de agua de mar de Canarias y del territorio nacional, siendo el aprovechamiento hídrico que predomina en esta isla (Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Recursos hídricos en las Islas Canarias y tendencias futuras.

Isla	Recursos Hídricos Superficiales	Recursos Hídricos Subterráneos	Desalación y Reutilización	Aprovechamiento hídrico predominante	Tendencia futura
El Hierro	Nulos	Altos	Bajos	Galería de agua	Desalación
La Palma	Escasos	Altos	Nulos	Galería de agua	Subterráneos
La Gomera	Medios	Altos	Nulos	Galería de agua	Subterráneos
Tenerife	Escasos	Altos	Medios	Galería de agua	Subterráneos - Desalación
Gran Canaria	Altos	Medios	Medios	Pozos - Presas	Subterráneos - Superficiales - Desalación
Lanzarote	Nulos	Escasos	Altos	Desalación	Desalación
Fuerteventura	Medios	Medios	Altos	Desalación - Pozos	Desalación

Fuente: Santamarta, 2013

En esta isla se ha podido determinar la huella de carbono e hídrica de desaladoras de agua de mar.

Capítulo 3

Caracterización de la huella ambiental en las instalaciones de captación de agua potable (pozos y galerías)

En este apartado se incluyen las obras de captación de agua subterránea, que en Canarias se dividen en galerías de agua¹ (Figura 3.1) y pozos (Figura 3.2).

Figura 3.1. Sección de una galería de agua de Canarias



Fuente: Juan C. Santamarta

Las galerías y pozos se enmarcan dentro de las primeras actuaciones hídricas por parte de la población canaria para poder obtener agua potable en el archipiélago. Es por ello que existe toda una cultura y una herencia hidráulica de estas magníficas instalaciones, que se siguen utilizando en la actualidad.

En el caso de las galerías de agua, estas se caracterizan por tener una huella de carbono muy baja, debido a que están construidas de tal forma que el agua puede extraerse por gravedad del acuífero. De esta manera, no tiene asociados consumos energéticos a su explotación, siendo el alcance 1 y 2 muy bajos o inexistentes. En cuanto a los pozos, es cierto que estos están vinculados a instalaciones de bombeo, ya que al ser obras verticales que buscan agua subterránea, inevita-

¹ En el apartado 1.3.5. «*Instalaciones que conforman el ciclo urbano del agua en las Islas Canarias*» puede encontrarse la definición de las galerías y los pozos de Canarias.

Figura 3.2. Interior de un pozo canario

Fuente: Juan C. Santamarta

blemente se hace necesario bombear para traer el agua hasta la superficie. Por lo tanto, los pozos sí tienen emisiones asociadas a los alcances 1 y 2, sin embargo, suelen presentar una huella bastante inferior a las desaladoras de agua de mar (por compararlas con otras instalaciones de obtención de agua potable).

En lo que a huella hídrica se refiere, en ambos casos se ha contemplado solamente la huella hídrica azul, que la conforma la cantidad de agua que se identifica con las pérdidas de agua potable que tiene la instalación de captación.

• *El Hierro*

Se han estudiado en la isla de El Hierro los pozos de Tamaduste (Tabla 3.1), Los Padrones (Tabla 3.2) y Tigaday (Tabla 3.3).

Tabla 3.1. Huella de carbono del pozo Tamaduste en el Hierro (años 2019 y 2020)

Huella de carbono pozo Tamaduste		2019		2020	
Alcance 1					
Emisiones instalaciones fijas		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Vehículos		0,000	t CO ₂ eq	0,000	t CO ₂ eq
Alcance 2					
Emisiones instalaciones fijas		317,00	t CO ₂ eq	115,64	t CO ₂ eq
Vehículos eléctricos		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
Vehículos		1.512,20	t CO ₂ eq	1.512,20	t CO ₂ eq
Subtotal					
Alcance 1		0,000	t CO ₂ eq	0,000	t CO ₂ eq
Alcance 2		317,00	t CO ₂ eq	115,64	t CO ₂ eq
Alcance 3		1.512,20	t CO ₂ eq	1.512,20	t CO ₂ eq
Huella de Carbono Total		1.829,21	t CO₂ eq	1.627,84	t CO₂ eq

*En esta instalación se incluye en el cálculo de la huella de carbono la impulsión de agua hacia las zonas de consumo.

Figura 3.3. Instalaciones del pozo Tamaduste



Tabla 3.2. Huella de carbono del pozo Los Padrones en el Hierro (años 2019 y 2020)

Huella de carbono pozo Los Padrones		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	0,000	t CO ₂ eq	0,000	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	494,96	t CO ₂ eq	315,06	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	2.352,20	t CO ₂ eq	2.352,20	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	0,000	t CO ₂ eq	0,000	t CO ₂ eq
	Alcance 2	494,96	t CO ₂ eq	315,06	t CO ₂ eq
	Alcance 3	2.352,20	t CO ₂ eq	2.352,20	t CO ₂ eq
Huella de Carbono	Total	2.847,16	t CO₂ eq	2.667,27	t CO₂ eq

Tabla 3.3. Huella de carbono del pozo Tigaday en el Hierro (años 2019 y 2020)

Huella de carbono pozo Tigaday	2019		2020	
Alcance 1				
Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Vehículos	0,000	t CO ₂ eq	0,000	t CO ₂ eq
Alcance 2				
Emisiones instalaciones fijas	212,88	t CO ₂ eq	156,80	t CO ₂ eq
Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3				
Vehículos	3.024,20	t CO ₂ eq	3.024,20	t CO ₂ eq
Subtotal				
Alcance 1	0,000	t CO₂ eq	0,000	t CO₂ eq
Alcance 2	212,88	t CO₂ eq	156,80	t CO₂ eq
Alcance 3	3.024,20	t CO₂ eq	3.024,20	t CO₂ eq
Huella de Carbono Total	3.237,09	t CO₂ eq	3.181,00	t CO₂ eq

Figura 3.4. Exterior del pozo Tigaday



• **Tenerife**

En Tenerife se ha estudiado un pozo (Tabla 3.4) y una galería (Tabla 3.5), en el municipio de Arico.

Tabla 3.4. Huella de carbono de un pozo en Arico en la isla de Tenerife (años 2019 y 2020)

Huella de carbono de pozo en Arico		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	0,000	t CO ₂ eq	0,000	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	174,23	t CO ₂ eq	174,23	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	336,04	t CO ₂ eq	336,04	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	0,000	t CO₂ eq	0,000	t CO₂ eq
	Alcance 2	174,23	t CO₂ eq	174,23	t CO₂ eq
	Alcance 3	336,04	t CO₂ eq	336,04	t CO₂ eq
Huella de Carbono	Total	510,26	t CO₂ eq	460,77	t CO₂ eq

Tabla 3.5. Huella de carbono de una galería en Arico en la isla de Tenerife (años 2019 y 2020)

Huella de carbono galería de agua en Arico		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	0,001	t CO ₂ eq	0,002	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	3,37	t CO ₂ eq	3,37	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	0,001	t CO₂ eq	0,002	t CO₂ eq
	Alcance 2	0,00	t CO₂ eq	0,00	t CO₂ eq
	Alcance 3	3,37	t CO₂ eq	3,37	t CO₂ eq
Huella de Carbono	Total	3,37	t CO₂ eq	3,37	t CO₂ eq

Figura 3.5. Sala de máquinas de la galería de Arico, Tenerife



- *Gran Canaria*

En la isla de Gran Canaria se han estudiado galerías, pozos y sondeos vinculados al agua subterránea, cuyas tablas de resultados se presentan a continuación:

**Tabla 3.6. Huella de carbono de la galería
Los Lavaderos en Gran Canaria (años 2019 y 2020)**

Huella de carbono galería Los Lavaderos		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	0,000	t CO ₂ eq	0,000	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	0,000	t CO₂ eq	0,000	t CO₂ eq
	Alcance 2	0,00	t CO₂ eq	0,00	t CO₂ eq
	Alcance 3	0,00	t CO₂ eq	0,00	t CO₂ eq
Huella de Carbono	Total	0,00	t CO₂ eq	0,00	t CO₂ eq

Tabla 3.7. Huella de carbono del pozo Caidero Oscuro en Gran Canaria (años 2019 y 2020)

Huella de carbono del pozo Caidero Oscuro		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	0,000	t CO ₂ eq	0,000	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	58,08	t CO ₂ eq	35,79	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Subtotal					
		0,000	t CO₂ eq	0,000	t CO₂ eq
	Alcance 1				
	Alcance 2	58,08	t CO₂ eq	35,79	t CO₂ eq
	Alcance 3	0,00	t CO₂ eq	0,00	t CO₂ eq
Huella de Carbono	Total	58,08	t CO₂ eq	35,79	t CO₂ eq

Tabla 3.8. Huella de carbono del pozo Buenavista en Gran Canaria (años 2019 y 2020)

Huella de carbono del pozo Buenavista		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	0,002	t CO ₂ eq	0,002	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	68,88	t CO ₂ eq	60,45	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	560,06	t CO ₂ eq	560,06	t CO ₂ eq
Subtotal					
		0,002	t CO₂ eq	0,002	t CO₂ eq
	Alcance 1				
	Alcance 2	68,88	t CO₂ eq	60,45	t CO₂ eq
	Alcance 3	560,06	t CO₂ eq	560,06	t CO₂ eq
Huella de Carbono	Total	628,95	t CO₂ eq	620,51	t CO₂ eq

Tabla 3.9. Huella de carbono del pozo Rayón en Gran Canaria (años 2019 y 2020)

Huella de carbono del pozo Rayón		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	0,002	t CO ₂ eq	0,005	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	3,75	t CO ₂ eq	2,36	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	560,06	t CO ₂ eq	560,06	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	0,002	t CO ₂ eq	0,005	t CO ₂ eq
	Alcance 2	3,75	t CO ₂ eq	2,36	t CO ₂ eq
	Alcance 3	560,06	t CO ₂ eq	560,06	t CO ₂ eq
Huella de Carbono	Total	563,81	t CO₂ eq	562,42	t CO₂ eq

Tabla 3.10. Huella de carbono del sondeo Bco. Las Palmas en Gran Canaria (años 2019 y 2020)

Huella de carbono sondeo Barranco Las Palmas		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	0,000	t CO ₂ eq	0,000	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	69,76	t CO ₂ eq	35,66	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	560,06	t CO ₂ eq	560,06	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	0,000	t CO ₂ eq	0,000	t CO ₂ eq
	Alcance 2	69,76	t CO ₂ eq	35,66	t CO ₂ eq
	Alcance 3	560,06	t CO ₂ eq	560,06	t CO ₂ eq
Huella de Carbono	Total	629,82	t CO₂ eq	595,72	t CO₂ eq

**Tabla 3.11. Huella de carbono del sondeo
Los Guirres en Gran Canaria (años 2019 y 2020)**

Huella de carbono sondeo Los Guirres		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	0,000	t CO ₂ eq	0,000	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	72,74	t CO ₂ eq	53,90	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	560,06	t CO ₂ eq	560,06	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	0,000	t CO₂ eq	0,000	t CO₂ eq
	Alcance 2	72,74	t CO₂ eq	53,90	t CO₂ eq
	Alcance 3	0,01	t CO₂ eq	0,01	t CO₂ eq
Huella de Carbono	Total	72,75	t CO₂ eq	53,91	t CO₂ eq

Tabla 3.12. Huella de carbono del sondeo Gambuesa en Gran Canaria (años 2019 y 2020)

Huella de carbono sondeo Gambuesa		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	0,000	t CO ₂ eq	0,000	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	5,96	t CO ₂ eq	1,00	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	0,01	t CO ₂ eq	0,01	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	0,000	t CO₂ eq	0,000	t CO₂ eq
	Alcance 2	5,96	t CO₂ eq	1,00	t CO₂ eq
	Alcance 3	0,01	t CO₂ eq	0,01	t CO₂ eq
Huella de Carbono	Total	5,98	t CO₂ eq	1,02	t CO₂ eq

Para una mejor comprensión de los datos obtenidos, se propone la siguiente tabla, donde puede observarse la huella de carbono en Kg de CO₂ equivalente por volumen de agua tratada en m³ en sondeos y pozos.

Tabla 3.13. Huella de carbono por volumen de agua captado en pozos y sondeos en 2019 y 2020 en kgCO₂eq por m³

Pozo/Sondeo	Volumen captado en 2019 (Hm ³)	Huella de carbono en 2019 (t CO ₂ eq)	Huella de carbono por volumen de agua captada para el 2019 (t CO ₂ eq/Hm ³)	Huella de carbono por volumen de agua captada para el 2019 (kgCO ₂ eq/m ³)
Tamaduste	0,084	1.829,21	21.776,31	21,78
Los Padrones	1,18	2.847,16	2.412,85	2,41
Tigaday	0,206	3.237,09	15.714,03	15,71
Arico	0,645	510,26	791,10	0,79
Caldero Oscuro	0,198	58,8	293,33	0,29
Buenavista	0,318	628,95	1.977,83	1,98
Bco. Las	0,211	629,82	2.984,93	2,98
Palmas	0,156	72,75	466,35	0,47
Pozo/Sondeo	Volumen captado en 2020 (Hm ³)	Huella de carbono en 2020 (t CO ₂ eq)	Huella de carbono por volumen de agua captada para el 2020 (t CO ₂ eq/Hm ³)	Huella de carbono por volumen de agua captada para el 2020 (kgCO ₂ eq/m ³)
Tamaduste	0,021	1.627,84	77.516,19	77,52
Los Padrones	1,28	2.667,27	2.083,80	2,08
Tigaday	0,229	3.181,00	13.890,83	13,89
Arico	0,623	460,77	739,60	0,74
Caldero Oscuro	0,177	35,79	202,20	0,20
Buenavista	0,299	620,51	2.075,28	2,08
Bco. Las	0,138	595,72	4.316,81	4,32
Palmas	0,196	53,91	275,05	0,28

Se puede ver la poca homogeneidad existente entre los caudales bombeados y las huellas de carbono obtenidas, aquí no se cumple, como sí sucede en las EDAR e IDAM, que a mayor caudal tratado mayor huella de carbono. Esto es debido a que los consumos energéticos de los pozos no son proporcionales a los caudales captados, probablemente al tener unos consumos de energía fijos, independientes de los caudales trasegados.

Con respecto a las galerías de agua, observamos que estas, en su modelo operacional, presentan una gran eficiencia energética, siendo su huella de carbono nula o muy baja. Esto es debido a que aquellas que hemos estudiado no cuentan con ventilación, por lo tanto, no tienen consumos de combustible fósil ni eléctrico. Por otra parte, debido a la baja frecuencia de mantenimiento de las galerías de agua, el alcance 3 sale muy inferior a las demás, al no tener apenas trabajadores/as ni vehículos asociados a la instalación de manera diaria.

Capítulo 4

EDAR del archipiélago canario

El objetivo de este apartado es analizar los consumos energéticos e hídricos de las EDAR, estableciendo relaciones entre dichos consumos y las características de las EDAR y detectando aquellas que presenten consumos energéticos superiores al resto para proponer actuaciones encaminadas a la reducción de su huella energética.

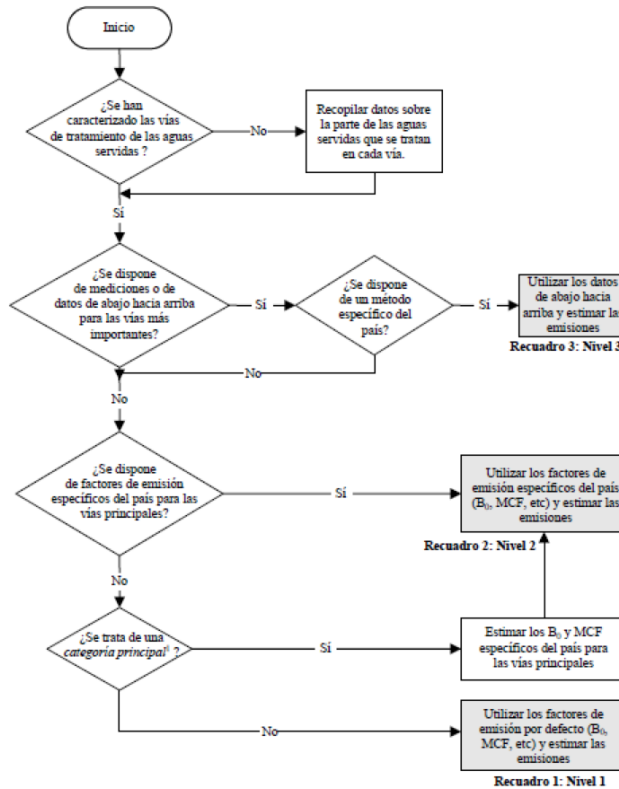
En el caso de las depuradoras de aguas residuales, además de emisiones de CO_2 a la atmósfera, derivadas del consumo de combustibles, electricidad y la actividad de la instalación, también se generan emisiones de metano. El metano es generado debido a la descomposición anaerobia de la materia orgánica que lleva el agua residual en suspensión. Recordemos que el metano es el segundo gas de efecto invernadero en términos cuantitativos, solo por detrás del dióxido de carbono. Es por ello por lo que, además de medirlo, es necesario establecer medidas al respecto que permitan disminuir las emisiones de metano asociadas a la depuración de aguas residuales.

Para la recuperación de metano existen numerosas alternativas que ya están en funcionamiento en el territorio nacional, dentro de las que encontramos las siguientes:

- *Instalación de digestores anaeróbicos de lodo:* se utilizan para procesar los biosólidos de las aguas residuales y producir biogás, el cual puede utilizarse para compensar el empleo de combustible.
- *Instalación de dispositivos de desgasificación por oxidación:* a través de la desgasificación se busca transformar el metano disuelto en el efluente del agua residual, en dióxido de carbono y oxígeno.
- *Utilización de digestores de gas para la generación de calor y/o electricidad:* consiste en utilizar el metano generado en el sistema como combustible para la producción de calor y/o electricidad dentro de la propia instalación, minimizando la compra de energía y, por ende, las emisiones asociadas al segundo alcance de la huella de carbono.

Para el cálculo de las emisiones de metano de una depuradora se sigue la metodología propuesta por el IPCC¹ (Doorn et al., 2006), donde se necesita conocer la carga orgánica total del agua (relacionada con la población equivalente a la que da servicio la depuradora), el factor de emisión del metano y las incertidumbres. En este caso, se ha aplicado el Nivel 2 que especifica la norma² (Figura 4.1).

Figura 4.1. Árbol de decisiones para determinar qué tipo de Nivel utilizar en la estimación del de las emisiones de metano



Fuente: IPCC, 2006

¹ IPCC: Panel Intergubernamental del Cambio Climático.

² «El método de Nivel 1 aplica valores por defecto para el factor de emisión y para los parámetros de la actividad. Este método se considera de buena práctica para los países con escasa disponibilidad de datos.

El método de Nivel 2 sigue la misma metodología que el Nivel 1, pero permite la incorporación de un factor de emisión específico del país y de datos de la actividad específicos del país. Por ejemplo, un factor de emisión específico para un importante sistema de tratamiento, basado en mediciones en el terreno se podría incorporar con este método. Hay que tomar en cuenta la cantidad de lodos eliminados por incineración, en vertederos y en suelos agrícolas.

Para un país con buenos datos y metodologías avanzadas, se puede aplicar una metodología específica del país, como un método de Nivel 3. Un método aún más avanzado, específico del país, puede basarse en datos específicos de cada planta en las grandes instalaciones de tratamiento de aguas residuales.» (IPCC, 2006).

Para la realización del cálculo de la huella de carbono y huella hídrica se tuvo en cuenta el caudal medio diario, el consumo energético de la planta y las características de la EDAR.

4.1. Resultados obtenidos

Las depuradoras de aguas residuales se enmarcan dentro de las instalaciones contempladas en este estudio que mayor huella de carbono presentan. Esto es debido principalmente a dos motivos: i) elevado consumo eléctrico, que se traduce en un aumento del Alcance 2 y ii) gran cantidad de trabajadores vinculados al mantenimiento de la instalación, así como numerosos recorridos semanales destinados al transporte de los fangos generados dentro de la EDAR, siendo estos factores clave en el Alcance 3 de la huella de carbono de estas instalaciones.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que estas instalaciones, debido a los procesos de digestión anaerobia que tienen lugar en su interior, se colocan también como emisoras de metano y óxido nítrico.

En relación con la huella hídrica, se ha estudiado aquí la huella hídrica gris, al ser las únicas instalaciones que manejan aguas con contaminantes a eliminar, antes de poder verter estas aguas a cauce. La huella hídrica gris se ha estudiado en función de la DBO_5 y se ha visto la correlación entre los caudales a depurar y la HH_{gris} . Los valores que se han obtenido de HH_{gris} para las depuradoras estudiadas se encuentran entre los 150.000,00 m³/año y los 2.000.000 m³/año, siendo estas diferencias notables debido a los volúmenes tratados por cada EDAR.

También se ha deseado conocer el destino final de los efluentes depurados en las Islas Canarias, de donde se ha obtenido que las acciones más habituales que se toman en relación con las aguas residuales, después de su paso por la EDAR, son las siguientes:

- Reutilización para riego de fincas, parques y jardines.
- Reutilización para riego de campo de golf.
- Reutilización para baldeo de calles.
- Reutilización dentro de las instalaciones de depuración de aguas residuales.
- Uso agrícola.
- Vertido a cauce.
- Vertido al mar.

Con respecto al metano, se han calculado la cantidad aproximada de este gas que se genera en las depuradoras de aguas residuales, en función de la población a la que da servicio. De esta manera, se ha obtenido que los valores de metano para las depuradoras estudiadas en este informe, son de entre 2 y 85 toneladas. Esta diferencia es tan notable debido a que se han estudiado EDARs que dan respuesta a municipios enteros, y otras que solo dan servicio a pequeñas poblaciones.

• **La Palma**

En la isla de La Palma se han estudiado las Estaciones de Depuración de Aguas Residuales, así como las Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales (estas estaciones son de uso habitual en Canarias, ya que generalmente las aguas residuales se acumulan por gravedad en estas estaciones para posteriormente ser enviadas a presión a las EDAR). En Canarias es muy habitual que las poblaciones se localicen en zonas costeras, por lo que estos bombeos son a veces importantes, al tener que transportar las aguas residuales desde la costa hasta la cota donde se ubique la EDAR pertinente.

Tabla 4.1. Huella de carbono de la depuradora de Breña Baja (años 2019 y 2020)

Huella de carbono depuradora de Breña Baja		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	2,38	t CO ₂ eq	2,38	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	57,48	t CO ₂ eq	37,58	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	0,73	t CO ₂ eq	0,73	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	2,38	t CO₂ eq	2,38	t CO₂ eq
	Alcance 2	57,48	t CO₂ eq	37,58	t CO₂ eq
	Alcance 3	0,73	t CO₂ eq	0,73	t CO₂ eq
Huella de Carbono	Total	60,60	t CO₂ eq	40,69	t CO₂ eq

Tabla 4.2. Huella de carbono de la depuradora de Los Llanos (años 2019 y 2020)

Huella de carbono depuradora de Los Llanos		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	4,76	t CO ₂ eq	4,76	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	106,80	t CO ₂ eq	80,00	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	1,34	t CO ₂ eq	1,34	t CO ₂ eq
Subtotal					
		4,76	t CO₂ eq	4,76	t CO₂ eq
	Alcance 1				
	Alcance 2	106,80	t CO₂ eq	80,00	t CO₂ eq
	Alcance 3	1,34	t CO₂ eq	1,34	t CO₂ eq
Huella de Carbono	Total	112,91	t CO₂ eq	86,11	t CO₂ eq

Tabla 4.3. Huella de carbono de la EBAR de los Cancajos (años 2019 y 2020)

Huella de carbono EBAR Cancajos		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	1,11	t CO ₂ eq	1,11	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	106,80	t CO ₂ eq	80,00	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	0,01	t CO ₂ eq	0,01	t CO ₂ eq
Subtotal					
		1,11	t CO₂ eq	1,11	t CO₂ eq
	Alcance 1				
	Alcance 2	0,54	t CO₂ eq	0,40	t CO₂ eq
	Alcance 3	0,01	t CO₂ eq	0,01	t CO₂ eq
Huella de Carbono	Total	1,66	t CO₂ eq	1,52	t CO₂ eq

Tabla 4.4. Huella de carbono de la EBAR Urpal (años 2019 y 2020)

Huella de carbono EBAR Urpal		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	1,05	t CO ₂ eq	1,05	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	0,57	t CO ₂ eq	0,31	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	0,01	t CO ₂ eq	0,01	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	1,05	t CO ₂ eq	1,05	t CO ₂ eq
	Alcance 2	0,57	t CO ₂ eq	0,31	t CO ₂ eq
	Alcance 3	0,01	t CO ₂ eq	0,01	t CO ₂ eq
Huella de Carbono	Total	1,63	t CO₂ eq	1,36	t CO₂ eq

• *La Gomera*

Se ha podido conocer la huella de carbono de la depuradora del municipio de Agulo, para el año 2019 (Tabla 4.5).

Tabla 4.5. Huella de carbono de la EDAR del municipio de Agulo en La Gomera, año 2019

Huella de carbono depuradora de Agulo		2019	
Alcance 1			
	Emisiones Instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	1,91	t CO ₂ eq
Alcance 2			
	Emisiones Instalaciones fijas	11,95	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3			
	Vehículos	0,00	t CO ₂ eq
Subtotal			
	Alcance 1	1,91	t CO ₂ eq
	Alcance 2	11,95	t CO ₂ eq
	Alcance 3	0,00	t CO ₂ eq
Huella de Carbono	Total	13,86	t CO₂ eq

- *Tenerife*

Tres depuradoras de tres municipios diferentes se han estudiado en la isla de Tenerife (Tablas 4.6, 4.7 y 4.8).

Tabla 4.6. Huella de carbono EDAR Guamasa (años 2019 y 2020)

Huella de carbono depuradora Guamasa		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	1,21	t CO ₂ eq	1,27	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	44,47	t CO ₂ eq	44,08	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	0,37	t CO ₂ eq	0,39	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	1,21	t CO₂ eq	1,27	t CO₂ eq
	Alcance 2	44,47	t CO₂ eq	44,08	t CO₂ eq
	Alcance 3	0,37	t CO₂ eq	0,39	t CO₂ eq
Huella de Carbono Total		46,05	t CO₂ eq	45,73	t CO₂ eq

Figura 4.2. Instalaciones interiores de la depuradora de Guamasa



Tabla 4.7. Huella de carbono EDAR Punta del Hidalgo (años 2019 y 2020)

Huella de carbono depuradora Punta Hidalgo		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	1,94	t CO ₂ eq	1,94	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	62,48	t CO ₂ eq	53,60	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	0,97	t CO ₂ eq	0,97	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	1,94	t CO ₂ eq	1,94	t CO ₂ eq
	Alcance 2	62,48	t CO ₂ eq	53,60	t CO ₂ eq
	Alcance 3	0,97	t CO ₂ eq	0,97	t CO ₂ eq
Huella de Carbono	Total	65,39	t CO₂ eq	56,50	t CO₂ eq

Tabla 4.8. Huella de carbono EDAR Cabo Blanco (años 2019 y 2020)

Huella de carbono depuradora Cabo Blanco		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	0,64	t CO ₂ eq	0,64	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	26,17	t CO ₂ eq	18,09	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	0,03	t CO ₂ eq	0,03	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	0,64	t CO ₂ eq	0,64	t CO ₂ eq
	Alcance 2	26,17	t CO ₂ eq	18,09	t CO ₂ eq
	Alcance 3	0,03	t CO ₂ eq	0,03	t CO ₂ eq
Huella de Carbono	Total	26,84	t CO₂ eq	18,75	t CO₂ eq

• Gran Canaria

Tabla 4.9. Huella de carbono EDAR Telde (años 2019 y 2020)

Huella de carbono depuradora Telde		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	5,24	t CO ₂ eq	5,24	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	483,20	t CO ₂ eq	289,46	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	2,97	t CO ₂ eq	2,97	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	5,24	t CO ₂ eq	5,24	t CO ₂ eq
	Alcance 2	483,20	t CO ₂ eq	289,46	t CO ₂ eq
	Alcance 3	2,97	t CO ₂ eq	2,97	t CO ₂ eq
Huella de Carbono	Total	491,41	t CO₂ eq	297,67	t CO₂ eq

Tabla 4.10. Huella de carbono EDAR Jinamar (años 2019 y 2020)

Huella de carbono depuradora Jinamar		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	3,59	t CO ₂ eq	3,59	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	962,36	t CO ₂ eq	736,73	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	2,97	t CO ₂ eq	2,97	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	3,59	t CO ₂ eq	3,59	t CO ₂ eq
	Alcance 2	962,36	t CO ₂ eq	736,73	t CO ₂ eq
	Alcance 3	2,97	t CO ₂ eq	2,97	t CO ₂ eq
Huella de Carbono	Total	968,92	t CO₂ eq	743,29	t CO₂ eq

Tabla 4.11. Huella de carbono EDAR el Tablero (años 2019 y 2020)

Huella de carbono depuradora el Tablero		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	3,18	t CO ₂ eq	3,18	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	557,36	t CO ₂ eq	427,15	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	1,48	t CO ₂ eq	1,48	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	3,18	t CO₂ eq	3,18	t CO₂ eq
	Alcance 2	557,36	t CO₂ eq	427,15	t CO₂ eq
	Alcance 3	1,48	t CO₂ eq	1,48	t CO₂ eq
Huella de Carbono Total		562,02	t CO₂ eq	431,81	t CO₂ eq

• **Fuerteventura**

En las dos instalaciones estudiadas en la isla de Fuerteventura (Tablas 4.12 y 4.13) se observa cómo la huella de carbono es inferior en el año 2020 respecto a la obtenida en el 2019. Es un patrón que se repite en todas las instalaciones estudiadas y se ve favorecida por las siguientes circunstancias:

- El mix eléctrico de las empresas suministradoras de energía ha disminuido de un año para el otro. Esto fomenta que, a igualdad de consumo eléctrico, las emisiones asociadas son menores, al haber incorporado las compañías una mayor cantidad de energías renovables en su producción eléctrica.
- Los consumos energéticos son, en general, inferiores a los del año 2019. Aparentemente, esta disminución en los consumos eléctricos tiene relación con la pandemia del COVID-19, y el cambio generado en la operativa de las instalaciones.

Tabla 4.12. Huella de carbono EDAR Gran Tarajal (años 2019 y 2020)

Huella de carbono depuradora Gran Tarajal		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	6,35	t CO ₂ eq	6,35	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	10,84	t CO ₂ eq	8,03	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	1,96	t CO ₂ eq	1,96	t CO ₂ eq
Subtotal					
		6,35	t CO₂ eq	6,35	t CO₂ eq
	Alcance 1				
	Alcance 2	10,84	t CO₂ eq	8,03	t CO₂ eq
	Alcance 3	1,96	t CO₂ eq	1,96	t CO₂ eq
Huella de Carbono	Total	19,15	t CO₂ eq	16,34	t CO₂ eq

Tabla 4.13. Huella de carbono EDAR Pto. Rosario (años 2019 y 2020)

Huella de carbono depuradora Pto. Rosario		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	9,84	t CO ₂ eq	9,84	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	385,67	t CO ₂ eq	303,44	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	1,31	t CO ₂ eq	1,31	t CO ₂ eq
Subtotal					
		9,84	t CO₂ eq	9,84	t CO₂ eq
	Alcance 1				
	Alcance 2	385,67	t CO₂ eq	303,44	t CO₂ eq
	Alcance 3	1,31	t CO₂ eq	1,31	t CO₂ eq
Huella de Carbono	Total	396,82	t CO₂ eq	314,60	t CO₂ eq

Para una mejor comprensión de los datos obtenidos, se propone la Tabla 4.14, donde puede observarse la huella de carbono en Kg de CO₂ equivalente por volumen de agua tratada en m³. Puede verse que el mayor valor obtenido es en la depuradora de Guamasa, al presentar esta una huella de carbono relativamente alta teniendo en cuenta el caudal que depura la instalación.

Tabla 4.14. Huella de carbono por volumen de agua tratada en las EDAR en 2019 y 2020 en kgCO₂eq por m³

EDAR	Volumen tratado en 2019 (Hm ³)	Huella de carbono en 2019 (t CO ₂ eq)	Huella de carbono por volumen de agua tratada para el 2019 (t CO ₂ eq/Hm ³)	Huella de carbono por volumen de agua tratada para el 2019 (kgCO ₂ eq/m ³)
Breña Baja	0,238	60,60	254,62	0,25
Los Llanos	0,533	112,91	211,84	0,21
Punta del Hidalgo	0,269	65,93	243,09	0,24
Cabo Blanco	0,057	26,84	470,88	0,47
Guamasa	0,036	46,05	1.279,17	1,28
Telde	2,6	491,41	189,00	0,19
Jinamar	2,141	968,92	45,55	0,45
El Tablero	3,226	562,02	174,22	0,17
Gran Tarajal	0,598	19,15	32,02	0,03
Puerto del Rosario	1,458	396,82	272,17	0,27
EDAR	Volumen tratado en 2020 (Hm ³)	Huella de carbono en 2020 (t CO ₂ eq)	Huella de carbono por volumen de agua tratada para el 2020 (t CO ₂ eq/Hm ³)	Huella de carbono por volumen de agua tratada para el 2020 (kgCO ₂ eq/m ³)
Breña Baja	0,203	40,69	200,44	0,20
Los Llanos	0,567	86,11	151,87	0,15
Punta del Hidalgo	0,228	56,50	247,81	0,25
Cabo Blanco	0,053	18,75	353,77	0,35
Guamasa	0,048	45,73	952,71	0,95
Telde	2,6	297,67	114,49	0,11
Jinamar	2,197	743,29	338,32	0,34
El Tablero	2,363	431,81	182,74	0,18
Gran Tarajal	0,597	16,34	27,37	0,03
Puerto del Rosario	1,472	314,60	213,72	0,21

Capítulo 5

Caracterización de la huella ambiental en las IDAM del archipiélago canario

El objetivo de este apartado es analizar los consumos energéticos e hídricos de las IDAM, estableciendo relaciones entre dichos consumos y las características de las IDAM y detectando aquellas que presenten consumos energéticos superiores al resto para proponer actuaciones encaminadas a la reducción de su huella energética.

Para la realización de dicho análisis se tuvo en cuenta el caudal medio diario, el consumo energético de la planta y las características de la IDAM.

5.1. Resultados obtenidos

Las instalaciones desaladoras de agua de mar se colocan como aquellas con la mayor huella de carbono de las estudiadas en el ciclo integral del agua en Canarias. Es innegable que las desaladoras de agua de mar han facilitado la vida de las personas en el archipiélago canario, permitiendo el desarrollo local, así como la expansión del turismo en todas las islas. Sin embargo, esta elevada huella de carbono que presentan de forma generalizada, está vinculada en gran parte al Alcance 2, es decir, al consumo eléctrico. Es por lo que se propone para minimizar las emisiones asociadas a la desalación de agua de mar en Canarias, optar por la contratación de suministro eléctrico a aquellas empresas cuyo mix eléctrico sea igual a cero.

• *El Hierro*

Tabla 5.1. Huella de carbono IDAM El Cangrejo en El Hierro (años 2019 y 2020)

Huella de carbono desaladora El Cangrejo		2019		2020	
Alcance 1					
Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq	
Vehículos	0,42	t CO ₂ eq	0,42	t CO ₂ eq	
Alcance 2					
Emisiones instalaciones fijas	842,30	t CO ₂ eq	762,57	t CO ₂ eq	
Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq	
Alcance 3					
Vehículos	1.680,14	t CO ₂ eq	1.680,14	t CO ₂ eq	
Subtotal					
Alcance 1	0,42	t CO ₂ eq	0,42	t CO ₂ eq	
Alcance 2	842,30	t CO ₂ eq	762,57	t CO ₂ eq	
Alcance 3	1.680,14	t CO ₂ eq	1.680,14	t CO ₂ eq	
Huella de Carbono Total	2.522,86	t CO₂ eq	2.443,13	t CO₂ eq	

Figura 5.1. Instalaciones desaladora El Cangrejo



Tabla 5.2. Huella de carbono IDAM El Golfo en El Hierro (años 2019 y 2020)

Huella de carbono desaladora El Golfo		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	0,63	t CO ₂ eq	0,63	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	317,86	t CO ₂ eq	304,15	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	1.680,14	t CO ₂ eq	1.680,14	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	0,63	t CO₂ eq	0,63	t CO₂ eq
	Alcance 2	317,86	t CO₂ eq	304,15	t CO₂ eq
	Alcance 3	1.680,14	t CO₂ eq	1.680,14	t CO₂ eq
Huella de Carbono Total		1.998,63	t CO₂ eq	1.984,92	t CO₂ eq

Tabla 5.3. Huella de carbono IDAM La Restinga en El Hierro (años 2019 y 2020)

Huella de carbono desaladora La Restinga		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	1,42	t CO ₂ eq	1,42	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	602,63	t CO ₂ eq	584,15	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	1.680,14	t CO ₂ eq	1.680,14	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	1,42	t CO₂ eq	1,42	t CO₂ eq
	Alcance 2	602,63	t CO₂ eq	584,15	t CO₂ eq
	Alcance 3	1.680,14	t CO₂ eq	1.680,14	t CO₂ eq
Huella de Carbono Total		2.284,20	t CO₂ eq	2.265,72	t CO₂ eq

Figura 5.2. Instalaciones desaladora La Restinga



- *Tenerife*

Tabla 5.4. Huella de carbono IDAM Las Galletas en Tenerife (años 2019 y 2020)

Huella de carbono desaladora Las Galletas		2019		2020	
Alcance 1					
Emisiones instalaciones fijas		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Vehículos		4,42	t CO ₂ eq	4,64	t CO ₂ eq
Alcance 2					
Emisiones instalaciones fijas		1.436,55	t CO ₂ eq	1.416,95	t CO ₂ eq
Vehículos eléctricos		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
Vehículos		350,09	t CO ₂ eq	350,09	t CO ₂ eq
Subtotal					
Alcance 1		4,42	t CO ₂ eq	4,64	t CO ₂ eq
Alcance 2		1.436,55	t CO ₂ eq	1.416,95	t CO ₂ eq
Alcance 3		350,09	t CO ₂ eq	350,09	t CO ₂ eq
Huella de Carbono Total		1.791,05	t CO₂ eq	1.771,68	t CO₂ eq

Figura 5.3. Instalaciones interiores de la IDAM Las Galletas, constituidas por dos líneas



- *Gran Canaria*

Tabla 5.5. Huella de carbono IDAM Maspalomas en Gran Canaria (años 2019 y 2020)

Huella de carbono desaladora Maspalomas	2019		2020	
Alcance 1				
Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Vehículos	5,45	t CO ₂ eq	5,45	t CO ₂ eq
Alcance 2				
Emisiones instalaciones fijas	8.438,51	t CO ₂ eq	2.418,46	t CO ₂ eq
Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3				
Vehículos	25.202,73	t CO ₂ eq	25.202,73	t CO ₂ eq
Subtotal				
Alcance 1	5,45	t CO ₂ eq	5,45	t CO ₂ eq
Alcance 2	8.438,51	t CO ₂ eq	2.418,46	t CO ₂ eq
Alcance 3	25.202,73	t CO ₂ eq	25.202,73	t CO ₂ eq
Huella de Carbono Total	33.646,69	t CO₂ eq	27.626,64	t CO₂ eq

Tabla 5.6. Huella de carbono IDAM Salinetas en Gran Canaria (años 2019 y 2020)

Huella de carbono desaladora Salinetas		2019		2020	
Alcance 1					
Emisiones instalaciones fijas		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Vehículos		0,03	t CO ₂ eq	0,03	t CO ₂ eq
Alcance 2					
Emisiones instalaciones fijas		6.170,99	t CO ₂ eq	4.580,90	t CO ₂ eq
Vehículos eléctricos		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
Vehículos		1.982,88	t CO ₂ eq	1.982,88	t CO ₂ eq
Subtotal					
Alcance 1		0,03	t CO ₂ eq	0,03	t CO ₂ eq
Alcance 2		6.170,00	t CO ₂ eq	4.580,90	t CO ₂ eq
Alcance 3		1.982,88	t CO ₂ eq	1.982,88	t CO ₂ eq
Huella de Carbono Total		8.153,89	t CO₂ eq	6.563,81	t CO₂ eq

- *Fuerteventura*

Tabla 5.7. Huella de carbono IDAM Morro Jable en Fuerteventura (años 2019 y 2020)

Huella de carbono desaladora Morro Jable		2019		2020	
Alcance 1					
Emisiones instalaciones fijas		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Vehículos		0,38	t CO ₂ eq	0,38	t CO ₂ eq
Alcance 2					
Emisiones instalaciones fijas		1.483,46	t CO ₂ eq	894,73	t CO ₂ eq
Vehículos eléctricos		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
Vehículos		1.680,47	t CO ₂ eq	1.680,47	t CO ₂ eq
Subtotal					
Alcance 1		0,38	t CO ₂ eq	0,38	t CO ₂ eq
Alcance 2		1.483,46	t CO ₂ eq	894,73	t CO ₂ eq
Alcance 3		1.680,47	t CO ₂ eq	1.680,47	t CO ₂ eq
Huella de Carbono Total		3.164,32	t CO₂ eq	2.575,59	t CO₂ eq

Tabla 5.8. Huella de carbono IDAM Majanicho en Fuerteventura (años 2019 y 2020)

Huella de carbono desaladora Majanicho	2019		2020	
Alcance 1				
Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Vehículos	1,27	t CO ₂ eq	1,27	t CO ₂ eq
Alcance 2				
Emisiones instalaciones fijas	1.483,46	t CO ₂ eq	894,73	t CO ₂ eq
Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3				
Vehículos	840,11	t CO ₂ eq	840,11	t CO ₂ eq
Subtotal				
Alcance 1	1,27	t CO₂ eq	1,27	t CO₂ eq
Alcance 2	136,81	t CO₂ eq	81,12	t CO₂ eq
Alcance 3	840,11	t CO₂ eq	840,11	t CO₂ eq
Huella de Carbono Total	978,18	t CO₂ eq	922,50	t CO₂ eq

• *Lanzarote*

La desaladora estudiada en la isla de Lanzarote es un ejemplo de sostenibilidad, ya que, al tener contratada la energía con una empresa que tiene un mix eléctrico igual a cero, han logrado minimizar completamente su huella de carbono.

Tabla 5.9. Huella de carbono IDAM Playa Blanca en Lanzarote (años 2019 y 2020)

Huella de carbono desaladora Playa Blanca	2019		2020	
Alcance 1				
Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Vehículos	0,64	t CO ₂ eq	0,64	t CO ₂ eq
Alcance 2				
Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3				
Vehículos	0,01	t CO ₂ eq	0,01	t CO ₂ eq
Subtotal				
Alcance 1	0,64	t CO₂ eq	0,64	t CO₂ eq
Alcance 2	0,00	t CO₂ eq	0,00	t CO₂ eq
Alcance 3	0,01	t CO₂ eq	0,01	t CO₂ eq
Huella de Carbono Total	0,65	t CO₂ eq	0,65	t CO₂ eq

Para una mejor comprensión de los datos obtenidos, se propone la Tabla 5.10, donde puede observarse la huella de carbono en Kg de CO₂ equivalente por volumen de agua tratada en m³. Puede verse cómo en 2020 disminuyeron algunos de los caudales tratados por las desaladoras y en otras aumentaron. Esto probablemente se debe a la situación provocada por la pandemia donde, en las zonas turísticas decayó la producción de agua, pero, en las zonas residenciales aumentó, debido a que las personas pasaban todo el día en sus hogares.

La huella de carbono en kg/m³ es superior en las desaladoras si las comparamos con las depuradoras de aguas residuales, debido al considerable consumo eléctrico que tienen las IDAM comparadas con las EDAR.

Tabla 5.10. Huella de carbono por volumen de agua captada en las IDAM en 2019 y 2020 en kgCO₂eq por m³

IDAM	Volumen captado en 2019 (Hm ³)	Huella de carbono en 2019 (t CO ₂ eq)	Huella de carbono por volumen de agua captada para el 2019 (t CO ₂ eq/Hm ³)	Huella de carbono por volumen de agua captada para el 2019 (kgCO ₂ eq/m ³)
El Cangrejo	2,364	2.522,26	1.067,20	1,07
El Golfo	0,748	1.998,63	2.671,97	2,67
La Restinga	0,82	2.284,20	2.785,61	2,79
Las Galletas	3,548	1.791,05	504,81	0,50
Salinetas	12,767	8.153,89	638,67	0,64
Morro Jable	3,117	3.164,32	1.015,18	1,02
Majanicho	0,209	978,18	4.680,29	4,68
Playa Blanca	0,387	0,00	0,00	0,00
IDAM	Volumen captado en 2020 (Hm ³)	Huella de carbono en 2020 (t CO ₂ eq)	Huella de carbono por volumen de agua captada para el 2020 (t CO ₂ eq/Hm ³)	Huella de carbono por volumen de agua captada para el 2020 (kgCO ₂ eq/m ³)
El Cangrejo	2,364	2.443,13	1.033,47	1,03
El Golfo	0,748	1.984,92	2.653,64	2,65
La Restinga	0,82	2.265,72	2.763,07	2,76
Las Galletas	3,631	1.771,68	487,93	0,49
Salinetas	13,58	6.563,81	483,34	0,48
Morro Jable	2,314	2.575,59	1.113,05	1,11
Majanicho	0,179	922,50	5.153,63	5,15
Playa Blanca	0,206	0,00	0,00	0,00

Capítulo 6

Caracterización de la huella ambiental en el resto de las instalaciones del ciclo integral del agua del archipiélago canario

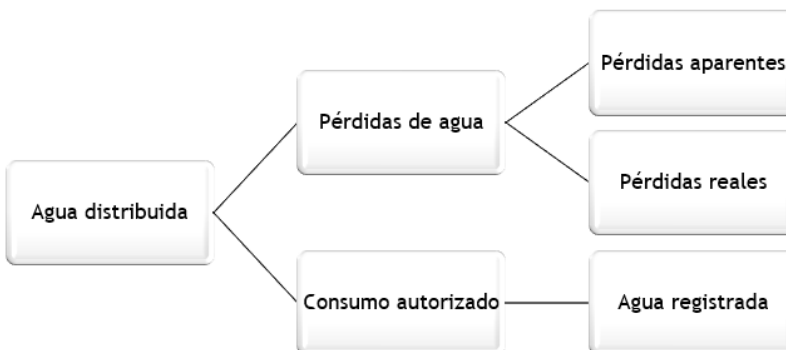
El objetivo de este apartado es analizar los consumos energéticos de las instalaciones de distribución, potabilización, alcantarillado y recarga, detectando aquellas que presenten consumos energéticos superiores a la media de instalaciones y en la medida de lo posible proponer actuaciones encaminadas a la reducción de su huella ambiental.

6.1. Redes de distribución

Dentro de las redes de distribución, uno de los parámetros que son más identificativos acerca de la eficiencia de dicha red, son las pérdidas de agua no registrada en esta.

Las pérdidas de agua no registrada distribución hacen referencia al volumen de agua distribuida, pero que no llega al usuario final. El agua que se pierde en una red puede ser debido a pérdidas reales o aparentes (Figura 6.1). Las pérdidas reales se deben principalmente a los siguientes aspectos: materiales defectuosos o

Figura 6.1. Esquema del agua distribuida en una red municipal



inadecuados, roturas de tubos por mala ejecución de puesta en obra, errores de explotación, corrosión, fisuras, fallos en accesorios de la red, etc. Sin embargo, las pérdidas aparentes se deben principalmente a una instalación incorrecta de medidores, fugas en la instalación interior, acometidas clandestinas, antigüedad del parque de contadores, contadores manipulados, etc.

Una buena gestión del agua no registrada puede conllevar los siguientes beneficios para el explotador de la instalación:

- Se cubre la demanda con menos recursos
- Preservación de los recursos hídricos
- Menor riesgo de contaminación
- Mejora la calidad del servicio
- Se tiene un mayor y mejor conocimiento del sistema

Dentro de la huella hídrica, las pérdidas de agua no registrada se contabilizan como Huella hídrica azul, de ahí la importancia de controlar la cantidad de esta, para no elevar este indicador medioambiental por este motivo.

• **La Palma**

Tabla 6.1. Huella de carbono de la red de distribución de Breña Alta para el año 2019

Huella de carbono red distribución Breña Alta		2019	
Alcance 1			
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	0,24	t CO ₂ eq
Alcance 2			
	Emisiones instalaciones fijas	1.566,04	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3			
	Vehículos	8.960,30	t CO ₂ eq
Subtotal			
		0,24	t CO₂ eq
	Alcance 1	1.566,04	t CO₂ eq
	Alcance 2	8.960,30	t CO₂ eq
	Alcance 3	10.526,58	t CO₂ eq
Huella de Carbono	Total	10.526,58	t CO₂ eq

• **La Gomera**

Con respecto a la huella hídrica de la red de distribución en alta de la isla de La Gomera, el Consejo Insular de Aguas de La Gomera indica que existen fugas por debajo del 15 % en la red de la isla, dato conocido gracias a las lecturas diarias del sistema de telemando y de los vigilantes de la red. Por lo tanto, la huella hídrica de la red en alta de la isla de La Gomera, se cifraría en 188.944,95 m³/año. Esta cantidad de agua refleja aquel volumen extraído de una fuente de agua potable (subterránea o superficial) que se pierde a lo largo del sistema antes de llegar al usuario final. En cualquier caso y para todas las islas, es deseable bajar estos porcentajes hasta valores inferiores, de tal manera que se mejore la eficiencia de la red y se desperdicie la menor cantidad de agua posible.

Tabla 6.2. Huella de carbono de la red en alta de la isla de La Gomera. Año 2019

Huella de carbono de la red en alta		2019	
Alcance 1			
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	2,44	t CO ₂ eq
Alcance 2			
	Emisiones instalaciones fijas	11,80	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3			
	Vehículos	3.360,00	t CO ₂ eq
Subtotal			
	Alcance 1	2,44	t CO₂ eq
	Alcance 2	11,80	t CO₂ eq
	Alcance 3	3.360,00	t CO₂ eq
Huella de Carbono	Total	3.374,24	t CO₂ eq

• **Tenerife**

Las redes de distribución estudiadas en la isla de Tenerife presentan pérdidas entre el 6 % y el 20 %, difiriendo en función del municipio analizado. Con respecto a la huella de carbono, se observa aquí la importancia del alcance 1 y 3, es decir, todos los recorridos realizados por vehículos no eléctricos relacionados con la red. Estos recorridos se deben principalmente a reparaciones a lo largo de la red, así como a los realizados por los/as trabajadores/as para desplazarse de sus domicilios al trabajo.

Tabla 6.3. Huella de carbono de la red de distribución municipal de San Miguel (años 2019 y 2020)

Huella de carbono red distribución de San Miguel		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	17,21	t CO ₂ eq	18,07	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	123,82	t CO ₂ eq	10,09	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	5.600,67	t CO ₂ eq	5.600,71	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	17,21	t CO ₂ eq	18,07	t CO ₂ eq
	Alcance 2	123,82	t CO ₂ eq	10,09	t CO ₂ eq
	Alcance 3	5.600,67	t CO ₂ eq	5.600,71	t CO ₂ eq
Huella de Carbono	Total	5.741,70	t CO₂ eq	5.628,87	t CO₂ eq

Tabla 6.4. Huella de carbono de la red de distribución municipal de El Sauzal (años 2019 y 2020)

Huella de carbono red de distribución El Sauzal		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	1,34	t CO ₂ eq	1,34	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	52,81	t CO ₂ eq	45,02	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	0,37	t CO ₂ eq	0,37	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	1,34	t CO ₂ eq	1,34	t CO ₂ eq
	Alcance 2	52,81	t CO ₂ eq	45,02	t CO ₂ eq
	Alcance 3	0,37	t CO ₂ eq	0,37	t CO ₂ eq
Huella de Carbono	Total	54,52	t CO₂ eq	46,73	t CO₂ eq

Tabla 6.5. Huella de carbono de la red de distribución municipal de San Miguel (años 2019 y 2020)

Huella de carbono red de distribución La Laguna		2019		2020	
Alcance 1					
Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq	
Vehículos	52,29	t CO ₂ eq	52,29	t CO ₂ eq	
Alcance 2					
Emisiones instalaciones fijas	1.044,68	t CO ₂ eq	1.153,75	t CO ₂ eq	
Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq	
Alcance 3					
Vehículos	25.200,02	t CO ₂ eq	25.200,02	t CO ₂ eq	
Subtotal					
	52,29	t CO₂ eq	52,29	t CO₂ eq	
Alcance 1					
Alcance 2	1.044,68	t CO₂ eq	1.153,75	t CO₂ eq	
Alcance 3	25.200,02	t CO₂ eq	25.200,02	t CO₂ eq	
Huella de Carbono Total	26.296,99	t CO₂ eq	26.406,06	t CO₂ eq	

La red de La Laguna cuenta con un elevado alcance 3 y esto es debido a que la longitud de las conducciones es de 1.155,11 km. Por lo tanto, esta instalación cuenta con 50 trabajadores/as que realizan el mantenimiento y vigilancia de la red, contabilizándose los recorridos que realizan estas personas en dicho alcance y subiendo así el valor de la huella de carbono.

• Gran Canaria

En esta isla las pérdidas de la red también se encuentran en un rango entre el 6% y el 19%, siendo el porcentaje calculado sobre el caudal total que circula por la red, y siendo ese volumen considerado huella hídrica azul.

Debido a los grandes recorridos que realizan estas redes, suele haber un gran número de empleados/as de la compañía destinados al mantenimiento de dicha red. Por lo tanto, se dispara el Alcance 3 al contemplar este los trayectos de los trabajadores/as desde sus domicilios hasta el lugar de trabajo, así como los trayectos que realizan los proveedores o empresas subcontratadas destinadas al mantenimiento preventivo y/o correctivo de la red.

Tabla 6.6. Huella de carbono de la red de distribución municipal de Arucas (años 2019 y 2020)

Huella de carbono red de distribución Arucas		2019		2020	
Alcance 1					
Emisiones instalaciones fijas		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Vehículos		2,56	t CO ₂ eq	2,56	t CO ₂ eq
Alcance 2					
Emisiones instalaciones fijas		17,09	t CO ₂ eq	15,92	t CO ₂ eq
Vehículos eléctricos		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
Vehículos		7.841,67	t CO ₂ eq	7.841,67	t CO ₂ eq
Subtotal					
Alcance 1		2,56	t CO₂ eq	2,56	t CO₂ eq
Alcance 2		17,09	t CO₂ eq	15,92	t CO₂ eq
Alcance 3		7.841,67	t CO₂ eq	7.841,67	t CO₂ eq
Huella de Carbono Total		7.861,32	t CO₂ eq	7.860,15	t CO₂ eq

Tabla 6.7. Huella de carbono de la red de distribución municipal de Telde (años 2019 y 2020)

Huella de carbono red de distribución Telde		2019		2020	
Alcance 1					
Emisiones instalaciones fijas		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Vehículos		6,58	t CO ₂ eq	6,58	t CO ₂ eq
Alcance 2					
Emisiones instalaciones fijas		1.405,75	t CO ₂ eq	1.035,32	t CO ₂ eq
Vehículos eléctricos		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
Vehículos		11.201,51	t CO ₂ eq	11.201,51	t CO ₂ eq
Subtotal					
Alcance 1		6,58	t CO₂ eq	6,58	t CO₂ eq
Alcance 2		1.405,75	t CO₂ eq	1.035,32	t CO₂ eq
Alcance 3		11.201,51	t CO₂ eq	11.201,51	t CO₂ eq
Huella de Carbono Total		12.613,84	t CO₂ eq	12.243,41	t CO₂ eq

Tabla 6.8. Huella de carbono de la red de distribución municipal del sur de Gran Canaria (años 2019 y 2020)

Huella de carbono red de distribución GC Sur		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	9,75	t CO ₂ eq	9,75	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	373,33	t CO ₂ eq	300,63	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	17.939,04	t CO ₂ eq	17.939,04	t CO ₂ eq
Subtotal					
		9,75	t CO₂ eq	9,75	t CO₂ eq
	Alcance 1				
		373,33	t CO₂ eq	300,63	t CO₂ eq
	Alcance 2				
		17.939,04	t CO₂ eq	17.939,04	t CO₂ eq
	Alcance 3				
		18.32,13	t CO₂ eq	18.249,42	t CO₂ eq
Huella de Carbono Total					

• *Fuerteventura*

Las redes estudiadas en Fuerteventura presentan unas pérdidas entorno al 5%, siendo estas cifras de las más óptimas que se han encontrado en las redes estudiadas en todo el archipiélago.

En ninguna de las dos redes estudiadas en Fuerteventura tenemos emisiones asociadas al Alcance 2, debido a que estas redes funcionan por gravedad y no tienen bombeos asociados a la distribución del agua.

Tabla 6.9. Huella de carbono de la red de distribución municipal de Pájara (años 2019 y 2020)

Huella de carbono red de distribución Pájara		2019		2020	
Alcance 1					
Emisiones instalaciones fijas		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Vehículos		0,49	t CO ₂ eq	0,49	t CO ₂ eq
Alcance 2					
Emisiones instalaciones fijas		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Vehículos eléctricos		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
Vehículos		2.266,55	t CO ₂ eq	2.255,27	t CO ₂ eq
Subtotal					
Alcance 1		0,49	t CO ₂ eq	0,49	t CO ₂ eq
Alcance 2		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3		2.266,55	t CO ₂ eq	2.255,27	t CO ₂ eq
Huella de Carbono Total		2.267,04	t CO₂ eq	2.255,76	t CO₂ eq

Tabla 6.10. Huella de carbono de la red de distribución de Puertito Cruz (años 2019 y 2020)

Huella de carbono red distribución Puertito Cruz		2019		2020	
Alcance 1					
Emisiones instalaciones fijas		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Vehículos		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 2					
Emisiones instalaciones fijas		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Vehículos eléctricos		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
Vehículos		0,06	t CO ₂ eq	0,06	t CO ₂ eq
Subtotal					
Alcance 1		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 2		0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3		0,06	t CO ₂ eq	0,06	t CO ₂ eq
Huella de Carbono Total		0,06	t CO₂ eq	0,06	t CO₂ eq

6.2. Redes de saneamiento

Las redes de saneamiento son aquellas destinadas a la recolección de las aguas negras y grises generadas por el conjunto de la sociedad y la industria, para ser llevadas hasta las estaciones de tratamiento de depuración de aguas residuales. En las islas, los núcleos poblacionales costeros son importantes, al ser un reclamo por parte de las personas locales como de los/as turistas. Es por ello por lo que estas redes de saneamiento suelen tener asociados consumos energéticos, correspondientes a los bombeos necesarios para llevar las aguas residuales hasta las EDAR.

- *Tenerife*

Tabla 6.11. Huella de carbono de la red de saneamiento municipal de Arona (años 2019 y 2020)

Huella de carbono red de saneamiento Arona	2019		2020	
Alcance 1				
Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Vehículos	4,27	t CO ₂ eq	4,27	t CO ₂ eq
Alcance 2				
Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	21,17	t CO ₂ eq
Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3				
Vehículos	7.840,80	t CO ₂ eq	7.840,80	t CO ₂ eq
Subtotal				
Alcance 1	4,27	t CO ₂ eq	4,27	t CO ₂ eq
Alcance 2	28,58	t CO ₂ eq	21,17	t CO ₂ eq
Alcance 3	7.840,80	t CO ₂ eq	7.840,80	t CO ₂ eq
Huella de Carbono Total	7.873,64	t CO ₂ eq	7.866,23	t CO ₂ eq

Tabla 6.12. Huella de carbono de la red de saneamiento municipal de La Laguna (años 2019 y 2020)

Huella de carbono red de saneamiento La Laguna		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	24,76	t CO ₂ eq	24,76	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	27,20	t CO ₂ eq	20,99	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	6.160,00	t CO ₂ eq	6.160,00	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	24,76	t CO ₂ eq	24,76	t CO ₂ eq
	Alcance 2	27,20	t CO ₂ eq	20,99	t CO ₂ eq
	Alcance 3	6.160,00	t CO ₂ eq	6.160,00	t CO ₂ eq
Huella de Carbono Total		6.211,96	t CO₂ eq	6.205,75	t CO₂ eq

• *Gran Canaria*

Tabla 6.13. Huella de carbono de la red de saneamiento del sur de Gran Canaria (años 2019 y 2020)

Huella de carbono red de saneamiento GC Sur		2019		2020	
Alcance 1					
	Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
	Vehículos	2,99	t CO ₂ eq	2,99	t CO ₂ eq
Alcance 2					
	Emisiones instalaciones fijas	499,66	t CO ₂ eq	273,70	t CO ₂ eq
	Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3					
	Vehículos	5.882,26	t CO ₂ eq	5.882,26	t CO ₂ eq
Subtotal					
	Alcance 1	2,99	t CO ₂ eq	2,99	t CO ₂ eq
	Alcance 2	499,66	t CO ₂ eq	273,70	t CO ₂ eq
	Alcance 3	5.882,26	t CO ₂ eq	5.882,26	t CO ₂ eq
Huella de Carbono Total		6.384,91	t CO₂ eq	6.158,95	t CO₂ eq

• *Fuerteventura*

Tabla 6.14. Huella de carbono de la red de saneamiento municipal de Pájara (años 2019 y 2020)

Huella de carbono red de saneamiento Pájara	2019		2020	
Alcance 1				
Emisiones instalaciones fijas	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Vehículos	2,44	t CO ₂ eq	2,44	t CO ₂ eq
Alcance 2				
Emisiones instalaciones fijas	111,65	t CO ₂ eq	55,45	t CO ₂ eq
Vehículos eléctricos	0,00	t CO ₂ eq	0,00	t CO ₂ eq
Alcance 3				
Vehículos	1.146,55	t CO ₂ eq	1.146,55	t CO ₂ eq
Subtotal				
Alcance 1	2,44	t CO ₂ eq	2,44	t CO ₂ eq
Alcance 2	111,65	t CO ₂ eq	55,45	t CO ₂ eq
Alcance 3	1.146,55	t CO ₂ eq	1.146,55	t CO ₂ eq
Huella de Carbono Total	1.260,64	t CO₂ eq	1.204,44	t CO₂ eq

Conclusiones del estudio

Antes de abordar las conclusiones obtenidas en este estudio, es necesario recalcar que los diferentes recursos hídricos existentes en las islas y la manera de explotarlos, hace que no sea posible establecer una comparativa entre las mismas en términos medioambientales. Por lo tanto, estableceremos conclusiones generales y, cuando sea posible, se hablará específicamente de cada isla en particular.

En términos generales y, respecto a cada uno de los alcances que componen la huella de carbono, se observa lo siguiente:

- **Alcance 1:** los consumos de combustibles fósiles por parte de las empresas concesionarias estudiadas son mínimos o, incluso, inexistentes. Se restringen a grupos electrógenos o similares, siendo en todos los casos su consumo poco significativo o nulo. Con respecto a los vehículos de las empresas, sí hay de forma generalizada, vehículos asociados a una o varias instalaciones, destinadas fundamentalmente a labores de mantenimiento y revisión. En algunos casos estos vehículos son híbridos y, en menor medida, eléctricos.
- **Alcance 2:** es el consumo eléctrico el que más destaca en la generación de emisiones, debido a la importancia del consumo eléctrico anual de las instalaciones como pozos, desaladoras y/o depuradoras. Sin embargo, se observa un interés creciente por parte de las empresas a la hora de contratar la energía, optando por empresas cuyo mix eléctrico es cero, como es el caso de las dos desaladoras estudiadas en Lanzarote. Cuando la suministradora eléctrica seleccionada tiene un mix eléctrico igual a cero¹, nos está indicando que sus fuentes de producción de energía son 100% renovables. Por lo tanto, a la hora de calcular las emisiones asociadas a la producción de energía eléctrica, obtenemos que el alcance 2 no emite dióxido de carbono a la atmósfera.

¹ Consultar aquí los factores de emisión de las diferentes suministradoras eléctricas de España: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factoremission_tcm30-479095.pdf

- **Alcance 3:** aquí se han contemplado los recorridos de los vehículos que no son propiedad de la empresa estudiada, pero que realizan viajes relacionados con esta. Se han incluido a los/as trabajadores/as de la compañía, a las empresas suministradoras de productos y/o servicios y la gestión de residuos. Debido a que cada tipología de vehículo tiene asociada una cantidad determinada de emisiones por km recorrido, se han obtenido las emisiones de estos vehículos y sus trayectos de forma anual para cada instalación. Se ha observado que este alcance, junto con el alcance 2, es de los más importantes en emisiones al presentar (sobre todo las instalaciones más grandes) un gran número de trabajadores/as y empresas proveedoras.

En las islas de Fuerteventura y Lanzarote se han estudiado redes de distribución de agua potable, depuradoras y desaladoras. Siendo las desaladoras de Fuerteventura las que presentan una mayor huella de carbono debido al elevado consumo eléctrico, no sucediendo lo mismo en Lanzarote debido a que, como se mencionó anteriormente, la suministradora eléctrica tiene un mix eléctrico igual a cero, lo que anula el alcance 2, disminuyendo notablemente la huella de carbono de esas instalaciones.

En las islas capitalinas, Gran Canaria y Tenerife, se han estudiado pozos, galerías, redes de distribución y saneamiento, desaladoras y depuradoras. En estas islas destaca la baja huella de carbono que presentan las galerías y pozos, es decir, las explotaciones vinculadas al agua subterránea. Sin embargo, destacan las desaladoras por su elevada huella, así como las redes de distribución de agua potable. Las redes de distribución tienen una huella de carbono notable ya que, al tratarse de instalaciones que presentan elevados recorridos en km, tienen asociados a trabajadores/as y vehículos para el mantenimiento de estas. Por lo tanto, al tratarse de vehículos que funcionan con gasolina y diesel en su mayoría, presentan emisiones que elevan el alcance 1.

En el caso de La Palma, La Gomera y El Hierro, este grupo de islas destaca al ser ricas en aguas subterráneas y apoyarse en menor medida en la desalación. En efecto, ni en La Gomera ni en La Palma encontramos desaladoras, por lo que la huella de carbono en estas islas se basa en las redes de distribución, depuradoras, pozos y galerías. De todas estas islas, es destacable la labor que viene realizando desde hace ya años la isla de El Hierro en materia de transición ecológica, al contar con el proyecto de La Gorona del Viento.

Hay instalaciones en las que existe un fuerte binomio agua-energía, como pueden ser las desaladoras y depuradoras. Esto ha permitido ver cómo ha decrecido la huella de carbono en el año 2020, ya que, aquellas instalaciones que dan servicio a poblaciones más turísticas que residenciales, han variado notablemente los caudales tratados debido a la pandemia (tanto para generar agua potable como para procesar los caudales depurados). Igualmente, la disminución de la huella de carbono no se debe solamente al efecto de la pandemia en la producción y tratamiento del agua, sino también a las mejoras en los «mix eléctricos» de las empresas suministradoras de energía, así como en las medidas medioambientales que van introduciendo las empresas que gestionan el agua en las Islas Canarias.

Si comparamos los valores de huella de carbono obtenidos en las Islas Canarias con los de las Islas Baleares (en un estudio publicado recientemente en noviembre de 2021), se observa que son muy similares entre sí para desaladoras y bombeos de agua potable. Sin embargo, hay una mejor gestión medioambiental de las desaladoras en las Islas Canarias, esto es debido posiblemente a la dilatada experiencia de la desalación en el archipiélago canario, que se remonta a los años setenta y ha permitido una gran eficiencia en estas instalaciones.

Con respecto a la huella hídrica del archipiélago canario, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- **Huella hídrica verde:** excluida del estudio, al estar esta agua vinculada principalmente a los productos agrícolas y ganaderos (cantidad de agua retenida por la vegetación, que no se evapotranspira).
- **Huella hídrica azul:** en este apartado se han tenido en cuenta las pérdidas de agua potable que se producen en las redes de abastecimiento de agua potable, es decir, aquella cantidad de agua extraída de una fuente (superficial o subterránea) que, por deficiencias de la red, nunca llega a ser utilizada por los/as usuarios/as finales. Los porcentajes de pérdidas de agua en redes de abastecimiento presentan en Canarias valores que van desde el 5% al 30%, según el municipio estudiado. Por lo tanto, el objetivo debe ser minimizar todo lo posible las pérdidas de las redes de abastecimiento, para evitar derrochar agua potable durante el trayecto de esta por los municipios.
- **Huella hídrica gris:** estudiada solamente para las depuradoras de aguas residuales, al ser estas las únicas que presentan contaminantes que hay que diluir para poder reutilizarlas posteriormente, o para verterlas a cauce. Se ha calculado la huella gris para la demanda biológica de oxígeno y se han obtenido unos valores que difieren en función de la cantidad de agua tratada por la depuradora. Es decir, a mayores caudales depurados, mayor huella hídrica gris, al ser necesaria una mayor cantidad de agua potable para diluir los contaminantes de esos caudales.

Recomendaciones

Para lograr una reducción de la huella hídrica, se propone considerar los siguientes aspectos:

- Telecontrol de la red de abastecimiento, ya que la reparación de las deficiencias de la red en tiempo real es clave en la disminución de la huella hídrica azul.
- Renovación de la red de abastecimiento en aquellos municipios cuyas pérdidas sean significativas, para evitar el «derroche hídrico» municipal. Además de suponer un ahorro hídrico, como se ha mencionado, el agua presenta un fuerte binomio con la energía. Por lo tanto, al disminuir la cantidad de agua potable extraída de las diferentes fuentes (en un escenario sin pérdidas en la red o siendo estas ínfimas), se obtiene un ahorro energético, al estar maximizando las posibilidades de la red. Es decir, con el mínimo de energía se extrae el agua potable justa y necesaria para la población estudiada.
- Empleo de camiones recirculadores para la limpieza y mantenimiento de la red de alcantarillado.
- Reutilización del agua en los procesos industriales en los que sea posible, para evitar un uso excesivo del agua potable para todos los usos, cuando las características fisicoquímicas del agua lo permitan.
- En las instalaciones de depuración de aguas residuales, se propone reutilizar la mayor cantidad posible de agua depurada, en lugar de desviar los caudales tratados al alcantarillado municipal.

Por otra parte, para lograr una reducción de la huella de carbono, se proponen las siguientes medidas:

- Potenciar el uso del transporte público entre los trabajadores de la instalación.

- Optar por vehículos eléctricos cuando haya que renovar la flota de vehículos de la empresa.
- Minimizar el uso de papel y otros consumibles, de tal manera que se pueda reducir también la cantidad de proveedores o, al menos, que se logren espaciar sus visitas en el tiempo.
- Fomentar la contratación de distribuidores con flotas de transporte eficiente (vehículos eléctricos o con bajas emisiones).
- Contratar electricidad que provenga enteramente de fuentes renovables, lo que generaría que el Alcance 2 quedase compensado.
- Utilización de bombas de alta eficiencia que cuenten con variadores de frecuencia.
- Empleo de paneles solares para aumentar la autosuficiencia energética de las depuradoras, desaladoras y depósitos.
- Comunicar internamente a los trabajadores de la organización los conceptos asociados al cálculo de la huella de carbono, así como los resultados de esta. Una concienciación interna en la compañía puede ayudar a un uso más consciente de la energía y los recursos.
- Continuar realizando el cálculo de la huella de carbono en los años venideros, para poder ver la evolución respecto al año base calculado (2019) y poder cuantificar si las medidas de reducción han funcionado.
- Realizar una gestión circular del biogás, por ejemplo, en las instalaciones depuradoras de aguas residuales.

Otras medidas que se han contemplado en este apartado son aquellas que consideramos se podrían implementar para mejorar la situación actual general del ciclo integral del agua en las Islas Canarias:

- Utilización de aguas regeneradas: se considera urgente y necesario incorporar de manera más activa las aguas regeneradas como respuesta a diversos usos hídricos que hoy se están supliendo con agua de abastecimiento, lo que provoca que anualmente se extraiga agua subterránea de más.
- Municipalmente se debería promover la construcción de redes de saneamiento: esto favorecería la calidad del agua del recurso hídrico subterráneo, al evitar la construcción de «pozos negros», que contaminan el acuífero con fosfatos y amonio.
- Renovación de las redes de abastecimiento: evitando así las pérdidas de agua no registrada en el trayecto desde la captación hasta el usuario final.
- Empleo de pozos de recarga artificial del acuífero, para aumentar las reservas subterráneas de las islas y minimizar la dependencia en la desalación de agua de mar donde sea posible.

Agradecimientos

Los/as autores/as de este libro quieren agradecer a las empresas y Administraciones Públicas canarias que han colaborado con el desarrollo de este informe, facilitando datos para el cálculo de la huella de carbono y huella hídrica en las Islas Canarias. Estas empresas colaboradoras han sido Tagua, Elmasa, Canaragua, Grupo Bonny, Savasa, Cámara Insular de Aguas de Tenerife, Cabildo de El Hierro (Consejo Insular de Aguas) y Cabildo de La Palma (Consejo Insular de Aguas), así como diferentes ayuntamientos del archipiélago.

Referencias y bibliografía recomendada

- Barberán, Ramón; Egea, Pilar; Gracia-de-Rentería, Pilar; Salvador, M. (2013). Evaluation of water saving measures in hotels: A Spanish case study. *International Journal of Hospitality Management*, 34, 181–191.
- Bravo, F. B. O. & Merino, A. (2007). *El papel de los bosques españoles en la mitigación del cambio climático* (Issue July 2007).
- Comisión Europea. (2010). *Proyecto Europa 2030. Retos y oportunidades*. http://www.consilium.europa.eu/es/documents-publications/publications/2010/pdf/qc3210249esc_pdf/
- Cruz-Fuentes, T., Heredia, J., Cabrera, M. C. & Custodio, E. (2014). Fonctionnement d'un petit aquifère volcano-sédimentaire bénéficiant de l'excédent d'eaux d'irrigation: La Aldea, Grande Canarie, Iles Canaries (Espagne). *Hydrogeology Journal*, 22(4), 865-882. <https://doi.org/10.1007/s10040-013-1094-9>
- Custodio, E.; Cabrera, M.C.; Poncela, R.; Puga, L.; Skupien, E.; del Villar, A. (2016). Groundwater intensive exploitation and mining in Gran Canaria and Tenerife, Canary Islands, Spain: Hydrogeological, environmental, economic and social aspects. *Science of the Total Environment*, 557-558, 425-437.
- Doorn, M. R. J., Towprayoon, S., Manso Vieira, S. M., Irving, W., Palmer, C., Pipatti, R. & Wang, C. (2006). Tratamiento y eliminación de aguas residuales. In *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* (pp. 1-31).
- FAO. (2018). *Progresos en el nivel de estrés hídrico*.
- Frydrychowicz-Jastrzebska, G. (2018). El Hierro Renewable Energy Hybrid System: A Tough Compromise. *Energies*, 21. <https://doi.org/10.3390/en11102812>
- Gomera, C. I. de A. de La. (2019). *Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de La Gomera Revisión de segundo ciclo (2021-2027)* (p. 289). Cabildo de La Gomera.
- Gómez-Gotor, A.; Del Río-Gamero, B.; Prieto Prado, I.; Casañas, A. (2018). The history of desalination in the Canary Islands. *Desalination*, 428, 86-107.

- González-Morales, A., & Ramón-Ojeda, A. Á. (2019). La desalación de agua de mar en las Canarias Orientales: los casos de Lanzarote y Fuerteventura. *Agua y Territorio*, 13, 15-26. <https://doi.org/10.17561/at.13.3722>
- Gonzálvez, J. J. G. (2008). Las grandes presas de Gran Canaria : toponimia, propiedad, tipología y construcción. In *La Cultura del Agua en Gran Canaria* (p. 47).
- Gonzálvez, J. J. G. (2019). Construcción de grandes presas en Canarias : la singularidad de Gran Canaria. *Agua: Reflexiones Para Una Gestión Eficaz*, November, 37.
- Hoekstra, A.Y.; Chapagain, A.K.; Aldaya, M.M.; Mekonnen, M. M. (2012). *The Water Footprint Assessment Manual*. Earthscan.
- Hof, Angela; Schmitt, T. (2011). Urban and tourist land use patterns and water consumption: Evidence from Mallorca, Balearic Islands. *Land Use Policy*, 28, 792-804.
- IDAE. (2008). Manual de Geotermia. In *3C Tecnología_Glosas de innovación aplicadas a la pyme* (Vol. 4, Issue 3). <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2015.v4n3e15.96-108>
- Kress, N., Gertner, Y., & Shoham-frider, E. (2020). Seawater quality at the brine discharge site from two mega size seawater reverse osmosis desalination plants in Israel (Eastern Mediterranean). *Water Research*, 171, 115402. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115402>
- Marzol, M. V. (2008). Temporal characteristics and fog water collection during summer in Tenerife (Canary Islands, Spain). *Atmospheric Research*, 87(3-4), 352-361. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2007.11.019>
- Michopoulos, A., Ziogou, I., Kerimis, M., & Zachariadis, T. (2017). A study on hot-water production of hotels in Cyprus: Energy and environmental considerations. *Energy and Buildings*, 150, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.05.071>
- Ministerio para la Transición Ecológica. (2019). *I Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica* (p. 263). Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones 2019.
- Ministerio para la Transición Ecológica. (2021). *Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España* (p. 213). https://www.adaptecca.es/sites/default/files/documentos/impactosyriesgosccespanawebfinal_tcm30-518210_0.pdf
- Navarro Mederos, J. (1997). Arqueología de las Islas Canarias. *Espacio, Tiempo y Forma. Serie I, Prehistoria y Arqueología*, 10, 447-478. <https://doi.org/10.5944/etfi.10.1997.4662>
- Neris, J.; Tejedor, M.; Rodríguez, M.; Fuentes, J.; Jiménez, C. (2013). Effect of forest floor characteristics on water repellency, infiltration, runoff and soil loss in Andisols of Tenerife (Canary Islands, Spain). *Catena*, 108, 50-57.
- Perlock, P. A., González, P. J., Tiampo, K. F., Rodríguez-Velasco, G., Samsonov, S., & Fernández, J. (2008). Time evolution of deformation using time series of differential interferograms: Application to La Palma Island (Canary Islands).

- Pure and Applied Geophysics*, 165(8), 1531-1554. <https://doi.org/10.1007/s00024-004-0388-7>
- Quevauviller, P. (2009). News from the Water Front * Water Framework Directive. *Environment*, 7(2), 111-116.
- Rodríguez, F., Pérez, N. M., Padrón, E., Melián, G., Piña-Varas, P., Dionis, S., Barrancos, J., Padilla, G. D., Hernández, P. A., Marrero, R., Ledo, J. J., Bellmunt, F., Queralt, P., Marcuello, A., & Hidalgo, R. (2021). Comparative study of the environmental footprints of marinas on European Islands. *Scientific Reports*, 11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-021-88896-z>
- Rodríguez, M., Fernando, L., Santana, C., & del Carmen, M. (2013). *Captaciones de aguas subterráneas en Gran Canaria : necesidad de su inventario*.
- Santamarta, J. C. (2013). *Hidrología y recursos hídricos en islas y terrenos volcánicos*. Colegio de Ingenieros de Montes.
- Santamarta, J. C. (2014). Hidrología de las islas volcánicas; singularidades y contribución de la ingeniería forestal. *Montes*, 116, 26-31.
- World Bank. (2015). *Electricity production from hydroelectric sources*. <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.HYRO.ZS>

Acrónimos

CH₄: Metano

CO₂eq: Dióxido de carbono equivalente

CO₂: Dióxido de carbono

COVID-19: Coronavirus

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

GEI: Gases de efecto invernadero

ha: Hectárea

IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

ISO: Organización Internacional de Normalización

kWh: kilovatio hora

N₂O: Óxido nitroso

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

OMS: Organización Mundial de la Salud

ONU: Organización de las Naciones Unidas

PIB: Producto Interior Bruto



IHEC

Investigación sobre
la Huella Ecológica
en Canarias



**Gobierno
de Canarias**

Consejería de Transición Ecológica
Lucha por el Cambio Climático
y Planificación Territorial