

AQUAE PAPERS

AQUAE
FUNDACIÓN

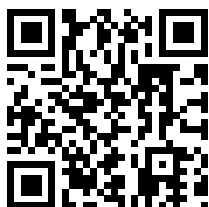
Nº 7

SEPTIEMBRE 2017

7

EL AGUA Y LOS RETOS DEL SIGLO XXI

Autor: Albert Martínez Lacambra



En colaboración con:



Colegio de
Economistas
de Madrid



CÁTEDRA AQUAE
DE ECONOMÍA DEL AGUA

AQUAe PAPERS

Nº 7

SEPTIEMBRE 2017

7

EL AGUA Y LOS
RETOS DEL
SIGLO XXI

Autor: Albert Martínez Lacambra

EL AGUA Y LOS RETOS DEL SIGLO XXI

Autor:

Albert Martínez Lacambra

Director general de Agbar

Profesor de la Facultad de Económicas de la Universidad Autónoma de Barcelona

© Fundación Aquae, 2017

Torre de Cristal - Paseo de la Castellana, 259 C

28046 Madrid (España)

www.fundacionaquae.org

Diseño y maquetación: SNGLR

Impresión: Cyan, Proyectos Editoriales, S.A.

Depósito Legal: M-2094-2017

ISSN: 2340-3675

Impreso en España

1. INTRODUCCIÓN	6
2. EL AGUA EN EL PLANETA Y SUS USOS. LA RELEVANCIA DE LA AGRICULTURA	9
3. EL AGUA EN EL CONTEXTO DE PRESIÓN DEMOGRÁFICA EN EL SIGLO XXI	17
3.1. MAYORES REQUERIMIENTOS DE AGUA DE LAS SOCIEDADES URBANAS	21
3.2. LA NECESIDAD DE NUEVAS INFRAESTRUCTURAS EN LAS CIUDADES	22
4. CALENTAMIENTO GLOBAL, AGUA Y CAMBIO CLIMÁTICO	27
4.1. LOS GEI Y EL CALENTAMIENTO GLOBAL	27
4.2. LOS EFECTOS DEL CALENTAMIENTO GLOBAL EN LOS ECOSISTEMAS Y EN EL DESARROLLO ECONÓMICO	29
4.3. ACTUACIONES Y PRONÓSTICOS	31
5. LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS) Y EL AGUA	32
6. CONCLUSIONES	38
7. BIBLIOGRAFÍA	44
AUTOR	46
ENGLISH VERSION	49

1. INTRODUCCIÓN

El agua es fuente de vida y desarrollo. El agua es esencial para la vida del ser humano, para el crecimiento y consolidación de nuestras sociedades y para conseguir un desarrollo económico sostenible. Sin la existencia del líquido elemento es imposible el desarrollo de las civilizaciones.

El círculo virtuoso que vincula el agua con el desarrollo económico sostenible pasa por las infraestructuras y por la gobernanza. El agua supone un motor de desarrollo cuando se dispone de las infraestructuras necesarias, pero para que estas existan es imprescindible la gobernanza.

Gobernanza es la administración racional de la *res pública*. La Real Academia de la Lengua Española recoge una definición muy acertada al señalar que se trata del “arte o manera de gobernar que se propone como objetivo el logro de un desarrollo económico, social e institucional duradero, promoviendo un sano equilibrio entre el Estado, la sociedad civil y el mercado de la economía”.

Cuando la gobernanza funciona, un politólogo sostendría que hay estabilidad institucional, un jurista invocaría como factor relevante la seguridad jurídica o la confianza legítima, y un economista apelaría a la racionalidad económica de las decisiones. En cualquier caso, la existencia de gobernanza implica que la toma de decisiones políticas contribuye a optimizar el bienestar social.

Ante la existencia de agua en cantidad y calidad, cuando el círculo virtuoso no funciona, normalmente los fallos en la gobernanza tienden a atascar el engranaje.

Gráfico 1. Círculo virtuoso del agua y la gobernanza



Naciones Unidas (ONU) sostiene que los conflictos del agua son más un problema de gobernanza que un problema de recursos. No obstante, es lógico pensar que, si no actuamos de forma conjunta entre todos, en los próximos años el problema afectará tanto a la gobernanza como a los recursos hídricos. La sensibilidad de Naciones Unidas ante la gobernanza del agua es elocuente, ya que en el planeta el 40% de la población vive en cuencas transfronterizas, es decir, junto a cauces de agua que discurren por varios países. En concreto, existen 257 cuencas transfronterizas.

Pueden enumerarse un sinfín de conflictos con el agua como elemento nuclear. Por ejemplo, el conflicto entre Israel y Palestina, pues una parte destacada del agua de Israel proviene de fuera de las fronteras definidas en 1948, principalmente de Cisjordania y los Altos del Golán. O la pugna entre Egipto, Sudán y Etiopía a raíz de la construcción, por parte de este último país, de una presa en el Nilo Azul —afluente del Nilo— que le garantiza la mayor parte del caudal aportado. La situación amenazó con desembocar en un conflicto bélico hasta que finalmente, en 2015, los tres Estados suscribieron un acuerdo. Otros casos relevantes en la historia reciente son el conflicto entre Turquía, Siria e Iraq por el agua de los ríos Tigris y Éufrates y por el efecto sobre los caudales de la presa de Ataturk; el surgido entre Mozambique y Zimbabue por el río Zambeze; y las disputas entre Mali y Nigeria en relación al río Volta.

Pero la gobernanza no solo incluye la regulación de los recursos, sino que también pasa por garantizar un uso racional del agua y disponer de las adecuadas infraestructuras que permitan un uso sostenible, garantizando el acceso al agua potable a todos los seres humanos y la conservación de los ecosistemas.

Esa preservación de los ecosistemas debe incluir un uso ponderado y responsable del recurso, de manera que no se pueda permitir la sobreexplotación de los mismos poniendo así en riesgo el medio ambiente. Una vez utilizada el agua, es de suma importancia su restitución al medio con una calidad que no desequilibre el ecosistema.

En torno al agua se genera en nuestra sociedad un debate con una profunda carga populista, a partir de posicionamientos dogmáticos que responden puramente a posiciones ideológicas carentes del más mínimo conocimiento sobre cuáles son los verdaderos retos del agua en el siglo XXI.

Presenciar estos discursos, que en muchas ocasiones se desmoronan ante un mínimo cuestionamiento intelectual, provoca estupor por la falta de rigor al

abordar la problemática del agua, omitir los problemas reales y recrearse en caducos debates propios de los dos siglos precedentes.

Es importante no perder de vista que el gran enemigo de la gobernanza es el populismo. Y si al populismo le añadimos el *tuiterismo*, acabamos asistiendo al más frívolo e incapaz ejercicio de la acción política que nunca habríamos imaginado.

Con el permiso del lector, procedo a definir *tuiterismo*: “Capacidad de enunciar una idea en 140 caracteres, sin que se precise estudio, análisis, conocimiento y reflexión, con objeto de contrastar la validez y viabilidad de la misma”.

Por tanto, cuando al populismo se le suma el *tuiterismo* nos sumimos en el mundo de las ocurrencias, cuyo resultado y viabilidad son absolutamente inciertos, y abandonamos el mundo de la creatividad, pues como ha dicho Valentí Pich, presidente del Consejo General de Economistas, la “creatividad debe ser medida y entendida” y, para que así sea, la propuesta debe ir precedida de estudio, análisis, conocimiento y reflexión.

En estas páginas se pretende objetivar cuáles son los verdaderos retos en torno al agua en el siglo XXI, retos que nos deben permitir reflexionar incluso sobre la viabilidad de nuestra existencia. Para ello este documento se estructura en los siguientes apartados:

- En el apartado 2, “El agua en el planeta y sus usos. La relevancia de la agricultura”, se analiza la distribución del agua en el planeta, en cuanto a las zonas de mayor escasez hídrica y la relevancia de la agricultura como elemento de subsistencia de la humanidad y, por tanto, se enfatiza sobre la necesaria racionalidad en el uso del agua y la tierra. El reto de alimentar a la humanidad en el siglo XXI pasa por el uso racional del agua, así como por el cuidado de las fuentes, es decir, ríos, lagos, lagunas y acuíferos.
- En el apartado 3, “El agua en el contexto de presión demográfica en el siglo XXI”, al vector de escasez hídrica del apartado anterior se añade la presión demográfica que debe soportar el planeta en el siglo XXI. Además de la distribución geográfica del crecimiento demográfico, se reflexiona sobre las consecuencias de la población urbana y los necesarios requerimientos de infraestructuras para que las ciudades sean resilientes, y garanticen una vida digna para sus habitantes.
- En el apartado 4, “Calentamiento global, agua y cambio climático”, se realiza una breve descripción de los efectos del calentamiento global y el

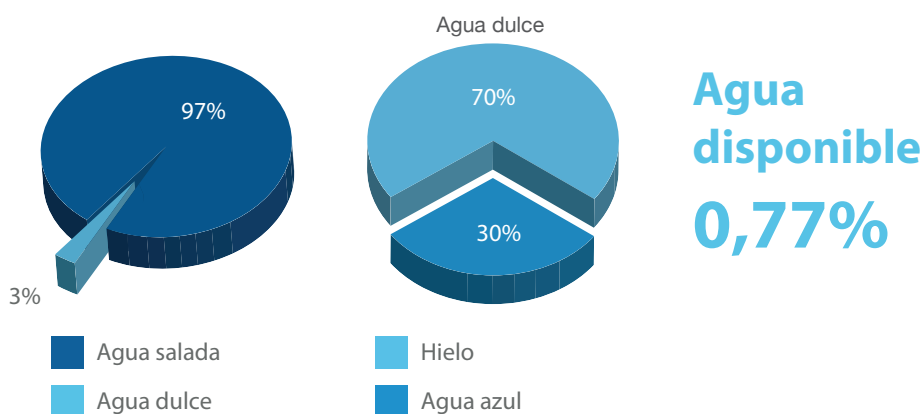
consiguiente cambio climático, elemento que, cuando lo incorporamos a la escasez hídrica y presión demográfica, nos lleva a un escenario de máxima complejidad y conducente a una inestabilidad en muchas zonas del planeta. Situaciones que nos deben hacer reflexionar sobre si lo que hacemos es suficiente o, por el contrario, ya es demasiado tarde.

- En el apartado 5, “Los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el agua”, Naciones Unidas, en la formulación de los ODS, conjuga los tres vectores de presión, vistos en los apartados anteriores: escasez hídrica, presión demográfica y cambio climático. Se enumeran cuáles son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y cuáles son las metas establecidas. El común denominador de estas metas son las infraestructuras y la gobernanza.
- En el apartado 6 se abordan las conclusiones.

2. EL AGUA EN EL PLANETA Y SUS USOS. LA RELEVANCIA DE LA AGRICULTURA

El 70% del planeta está cubierto de agua. Del agua existente, el 97% es salada y entre el 2,5% y el 3%, dulce. El hielo supone un 70% del agua dulce, lo que representa que el agua disponible corresponde al 0,77% de los recursos hídricos del planeta.

Gráfico 2. Composición del agua en el planeta



Las precipitaciones anuales equivalen a 119.000 km³, de los que el 38%, es decir, 45.000 km³, es “agua azul”, mientras que el 62% corresponde a “agua verde”.

La denominación de agua azul y verde fue introducida en 1995 por el profesor Malin Falkenmark y hace referencia, en el caso del agua verde, al flujo de retorno del agua a la atmósfera como consecuencia de la evapotranspiración. El agua azul corresponde al agua en ríos, lagos, embalses, lagunas y acuíferos.

El agua verde es la fuente de la agricultura de secano, mientras que la agricultura de regadío por lo general utiliza agua azul, suplementando el agua de lluvia.

Con posterioridad a estas denominaciones de agua verde y azul, Arjen Y. Hoekstra, en su análisis sobre la huella hídrica, introdujo el concepto de “agua gris”, que corresponde al agua contaminada por la producción de bienes y servicios. Convertir esa agua gris en agua azul, es lo que permite un desarrollo sostenible.

La reutilización del agua, la segunda vida del agua, es esencial en entornos de escasez hídrica, como fuente de abastecimiento. Para ello es imprescindible que se realicen importantes niveles de inversión en sistemas de depuración y tratamiento del agua resultante.

La cifra de agua azul del 0,77% de los recursos acuíferos del planeta puede parecer escasa para la subsistencia del ser humano, pero si se realiza un uso racional del líquido elemento, así como un cuidado del medio ambiente, la cantidad debe resultar suficiente. De hecho, como ya se menciona en la introducción, Naciones Unidas considera que los conflictos en torno al agua emergen por una cuestión de gobernanza, más que por una cuestión de recursos.

Pero el sentido de la gobernanza en torno al agua debe ir mucho más allá de dirimir los conflictos de las cuencas transfronterizas. Para que exista una correcta administración de los recursos hídricos, los poderes públicos deben tomar conciencia de cuáles son los elementos más esenciales para garantizar un uso racional del agua y preservar los ecosistemas y el medio ambiente.

Las primeras preguntas que debemos responder son en qué y cómo se utiliza el agua. El gráfico 3 ilustra la distribución de los usos del agua. El 70% del agua se destina a la agricultura, el 12% a usos urbanos y el 18% a actividades industriales.

Es interesante analizar cómo se genera el PIB mundial. De los 78 billones de dólares de riqueza que contabiliza el planeta, el 3,9% lo genera el sector primario, el 27,6% la industria y el 68,5% corresponde a servicios.

Gráfico 3. Uso del agua

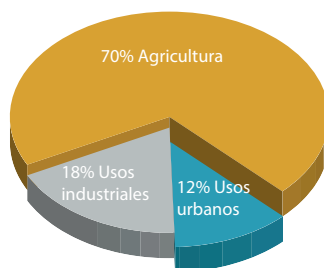
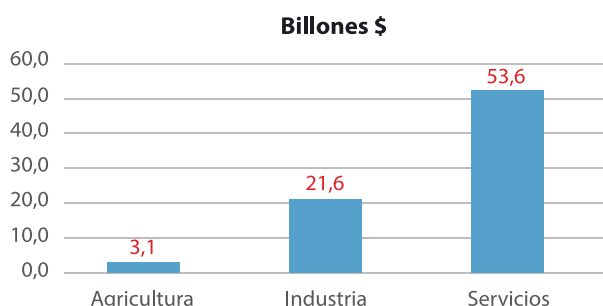


Gráfico 4. PIB mundial 2016



	Billones \$	%
Agricultura	3,1	3,9%
Industria	21,6	27,6%
Servicios	53,6	68,5%
Total	78,30	100,0%

Fuente: Banco Mundial 2014 y elaboración propia.

Significa que quien consume el 70% del recurso más vital de nuestro planeta produce cerca del 4% de la riqueza de nuestro sistema económico. ¿Implica eso que deben confrontarse usos del agua en función de los rendimientos económicos? ¡Ni muchísimo menos!... Es evidente que la agricultura desde hace 10.000 años, con la revolución agrícola, es la base de la subsistencia y desarrollo del ser humano.

La reflexión que procede es si el entorno agrícola trata el agua con la suficiente racionalidad, ya que tanto el agua como la tierra son bienes escasos. Por tanto, la cuestión es cómo optimizar su uso.

A modo de ejemplo, en España se contabilizan aproximadamente 17 millones de hectáreas de cultivo. De estas, 3,6 millones de hectáreas corresponden a regadío, de las cuales 978.000 tienen sistemas de riego sin modernizar que consumen entre un 40 y un 50% más de agua.

¿Cuántas más hectáreas se podrían convertir en regadío con el agua excedentaria, fruto de la modernización de los sistemas de riego? Probablemente la cifra rondaría las 400.000 o 500.000 hectáreas, lo que posibilitaría el aumento de la superficie de regadío en España en más del 10%, con la consecuente mejora de productividad del campo.

La superficie cultivada en el mundo (tabla 1) es de 1.557 millones de hectáreas, y de estas, 324 millones corresponden a superficie de regadío, es decir, el 20% del total. En este 20% de superficie agrícola se concentra el 40% de la producción de alimentos, debido a una mayor productividad.

Tabla 1. Evolución tierras de cultivo

Millones ha	1961	2015
Secano	1.229	1.233
Regadío	139	324
TOTAL	1.368	1.557
% regadío	10,16%	20,81%

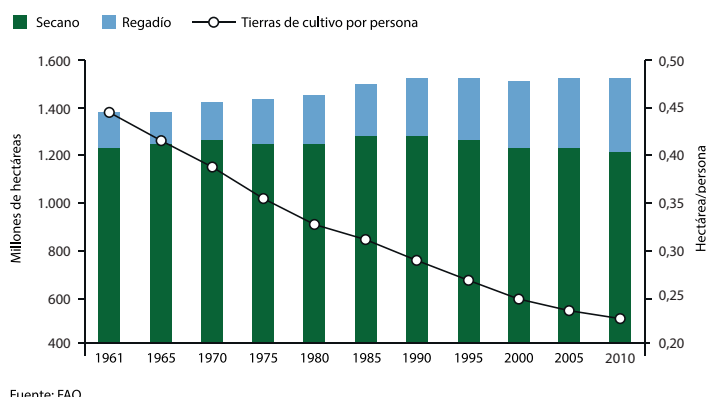
La riqueza generada por la industria supone el 27,6% del PIB mundial, mientras que la de los servicios representa el 68,5%.

Como se ha mencionado antes, el peso en la generación de riqueza nunca se debe plantear en términos de “derecho” a capturar el recurso, pues la agricultura es el sector esencial en la garantía alimentaria del ser humano y, por tanto, es básica para que el resto de los sectores se ponga en funcionamiento.

En 1961, el planeta contaba con una población de 2.980 millones de seres humanos y disponía de una superficie de cultivo de 1.368 millones de hectáreas, de las que el 10% era regadío. Lo que suponía que la superficie de cultivo era de 0,46 hectáreas por habitante.

Cincuenta años más tarde, en 2015, la superficie destinada a la agricultura ascendía a 1.557 millones de hectáreas, de las que el 20,8% correspondía a regadío. En medio siglo la superficie destinada a la agricultura se incrementó cerca del 14%, mientras que la población se multiplicó por 2,5, es decir, aumentó un 150%, pasando de 2.980 a 7.350 millones de habitantes.

Gráfico 5. Evolución de las tierras de cultivo 1961-2008 (2011)



El ratio actual de superficie per cápita destinado a la agricultura se sitúa en cerca de 0,22 hectáreas por habitante. Es decir, la superficie agrícola por habitante se ha reducido a la mitad.

¿Qué ha ocurrido en términos de producción agrícola? Es evidente que la productividad del campo ha crecido de forma exponencial, ya que en esta etapa la producción de alimentos se ha multiplicado por 2,5, prácticamente lo mismo que la población, con un incremento de la superficie cultivada tan solo del 14%.

Cabe destacar que la superficie destinada al regadío se ha incrementado un 130%, mientras que la superficie de secano prácticamente es la misma que hace medio siglo, con un ligero incremento del 0,3%.

La intensificación del regadío, así como la tecnificación e industrialización del campo han permitido doblar la productividad de la agricultura.

En los próximos años es clave que la productividad de la agricultura siga aumentando con la mejora de regadíos y con todo tipo de avances tecnológicos, tanto en la gestión de la plantación como sobre las propias plantas, ya que en 2050 la población se situará alrededor de los 9.700 millones de habitantes, y la FAO calcula que la producción de alimentos deberá aumentar un 70%.

La reciente adquisición por parte de la alemana Bayern de la compañía norteamericana Monsanto, líder mundial en semillas y tratamientos, por 66.000 millones de dólares, responde a un claro posicionamiento estratégico para convertirse en referente y líder mundial en los próximos años, en los que serán clave la tecnología y la ciencia en la agricultura para aumentar así la productividad de la tierra.

La profecía de Malthus no se ha cumplido

Hasta el día de hoy hemos conseguido superar el fatídico pronóstico que realizó Thomas Malthus, hacia 1800, sobre el previsible colapso de la humanidad por la falta de alimentos, ya que sostenía que la población crecía de forma geométrica, mientras los medios de subsistencia lo hacían, en el mejor de los casos, de forma aritmética, lo que podía hacer inviable atender a las necesidades de esa población creciente.

Si observamos la evolución de la población en la tabla 2, es evidente que T. Malthus realizó un pronóstico acertado en cuanto a la presión demográfica que estaba por venir, ya que entre el año 1000 y el 1800, es decir, en 800 años, la población aumentó en unos 300 millones de habitantes, mientras que en los siguientes 200 años la población se multiplicó por 6, pasando de 978 millones de habitantes a 6.070 millones. Y si tomamos la previsión para el 2050, la cifra asciende a los 9.725 millones de habitantes. Es decir, en 250 años la población se multiplicará por diez.

Tabla 2. Evolución población mundial

Evolución tierras de cultivo

Año	Millones de habitantes
1000	310
1800	978
1850	1.262
1900	1.650
1950	2.518
2000	6.070
2050	9.725

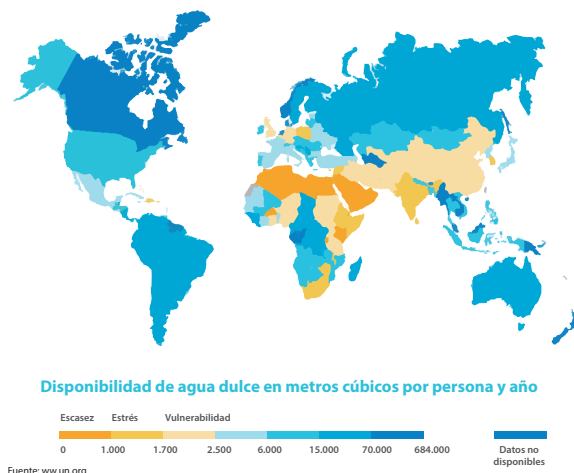
Afortunadamente falló su pronóstico en cuanto a la capacidad de generar los medios de subsistencia, ya que el ser humano ha sido capaz de producir alimentos suficientes para afrontar la presión demográfica.

Sí que es cierto, no obstante, que según la FAO 925 millones de personas sufren desnutrición crónica. Alguien podría afirmar que el *malthusianismo* ya lo pronosticó, pero esas situaciones no responden a la falta de capacidad global de generar medios de subsistencia, sino a la torpeza de la distribución y, a menudo, a problemas de gobernanza. No perdamos de vista que cada año producimos 3.000 millones de toneladas de alimentos y un tercio, es decir, prácticamente 1.000 millones, perecen y nunca llegan a consumirse.

El agua es clave para afrontar la presión demográfica que se nos avecina, pero las zonas con mayor estrés hídrico son aquellas que en este siglo soportarán mayor presión demográfica.

Obsérvese el mapa 1, en el que se ilustran las zonas de mayor estrés hídrico. Estos ámbitos territoriales soportarán la mayor presión demográfica durante este siglo.

Mapa 1. Distribución del agua en el planeta (2013)



En la actualidad, más del 50% de la población vive en zonas vulnerables desde el punto de vista del estrés hídrico. Es decir, con una cantidad de agua per cápita que no supera los 2.500 m³. Y de estos, 1.200 millones de habitantes lo hacen en zonas de escasez.

Las aguas subterráneas, clave para el futuro

Una fuente esencial para la agricultura y el consumo humano son las aguas subterráneas, ya que, según la FAO, suponen el 43% del agua de regadío y un 50% de la población las utiliza para su consumo. Hay 2.500 millones de personas que se abastecen únicamente de aguas subterráneas.

En el mapa 2 pueden observarse las zonas donde se configura la mayor sobreexplotación de los recursos subterráneos. De hecho se estima que el 20% de los acuíferos está sobreexplotado, con lo que ello comporta en términos de salinización y desequilibrio medioambiental.

Sorprende el poco cuidado y atención que reciben las aguas subterráneas, si consideramos su importancia tanto para la agricultura como para el consumo humano.

Como ya se ha mencionado, la gobernanza no solo estriba en cómo administrar los recursos de las cuencas transfronterizas, sino en cómo gobernar los recursos disponibles, evitando la sobreexplotación, exigiendo un uso racional y restituyendo el agua utilizada en el medio natural en condiciones adecuadas evitando la contaminación.

El tratamiento y la depuración de las aguas residuales, tanto las que corresponden a la población como a la industria, son esenciales para la preservación de los ecosistemas y el buen estado de las aguas subterráneas y superficiales.

Un 25% de la población, es decir, unos 1.800 millones de habitantes, utiliza fuentes de abastecimiento contaminadas con bacterias fecales. Las infraestructuras de depuración son imprescindibles para contribuir a la salud y bienestar del ser humano.

Frenar la contaminación de origen industrial

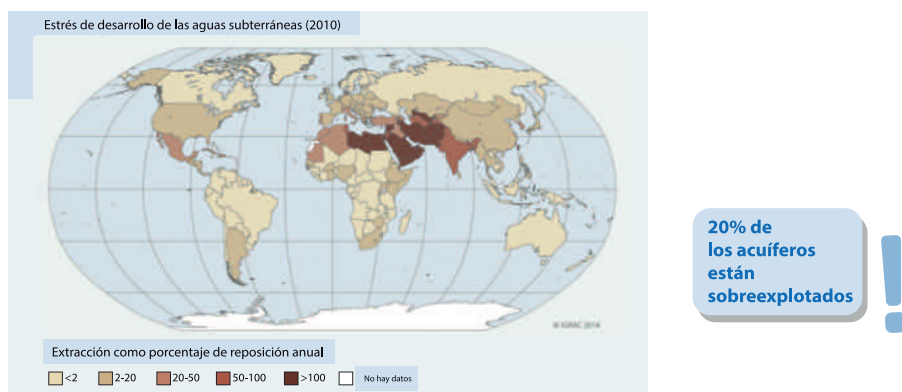
Asimismo, el tratamiento de aguas industriales es clave para garantizar un agua no contaminada para el regadío y el consumo humano. Evitar el vertido de metales pesados y productos químicos pasa por disponer de infraestructuras de depuración.

Países como China, que están viviendo su revolución industrial, estresan al límite el uso de los recursos naturales y al igual que sus niveles de contaminación atmosférica son elevados, también lo es el nivel de contaminación de sus aguas, fruto del nulo tratamiento de las aguas residuales, tanto las urbanas como las industriales. En China se estima que el 80% de las aguas de sus ríos sufren degradación como consecuencia de los vertidos industriales y urbanos.

Los porcentajes de tratamiento de las aguas residuales resultan alarmantes ya que, en el ámbito mundial, tan solo el 20% de los vertidos de agua es tratado, es decir, el 80% de los vertidos no recibe ningún tipo de tratamiento, lo que se traduce en focos de contaminación.

Hoy, en el siglo XXI, no hay actividad que se justifique, por muy productiva que sea, que no respete los principios básicos de la economía circular, es decir, una economía eficiente y respetuosa en el uso de los recursos naturales. La reducción de costes de cualquier actividad no puede, bajo ningún concepto, justificar la depredación de los recursos naturales. Por tanto, la cuestión es ir abandonando la economía lineal, en la que los recursos se tratan como bienes inagotables, para concebir las actividades bajo preceptos de economía circular.

Mapa 2. Aguas subterráneas



Fuente: WWAP data of IGRAC (2014)

IGRAC (International Groundwater Resources Assessment Center / Centro Internacional de Evaluación de los Recursos de Aguas Subterráneas). 2014. Sistema de Información. Aplicación Perspectiva global Delft, Países Bajos, IGRA. <http://ggmn.e-id.nl/ggmn/GlobalOverview.html> (Consultado en diciembre de 2014). ©IGRAC2014.

Según las FAO las aguas subterráneas abastecen



3. EL AGUA EN EL CONTEXTO DE PRESIÓN DEMOGRÁFICA EN EL SIGLO XXI

Como ya se ha mencionado en el apartado anterior, la presión demográfica en este siglo confirma las predicciones *malthusianas* en cuanto a ese crecimiento geométrico de la población, ya que hace 10.000 años, cuando empezó la revolución agrícola, el planeta contaba con un millón de habitantes, mientras que en el año 1000 había 310 millones de habitantes; en el año 2000 el número de habitantes sumaba 6.070 millones y en la actualidad la cifra supera los 7.300 millones de personas. Se prevé que a mediados del siglo XXI el planeta contará con 9.700 millones de almas, para llegar a final de este siglo a superar los 11.000 millones.

En la tabla 3 puede observarse la previsión de crecimiento de población en este siglo y la distribución del crecimiento en las distintas zonas del planeta. Obsérvese que las zonas con mayor estrés hídrico sufrirán una mayor presión demográfica. En el año 2050, Asia soportará una población de más de 5.000 millones de personas; y África, que en 35 años duplicará su población, en el año 2100 la habrá multiplicado por cuatro respecto a 2015.

Tabla 3. Evolución población mundial 2015-2100 (2016)

<i>Millones de personas</i>	2015	2030	2050	2100
Asia	4.393	4.923	5.267	4.889
África	1.186	1.679	2.478	4.387
Europa	738	734	707	721
América Latina y Caribe	634	721	784	721
Norteamérica	358	396	433	500
Oceanía	39	47	57	71
Total	7.349	8.501	9.725	11.213

Fuente: ONU.

Vista esta evolución, la pregunta que emerge de forma inmediata es: ¿el planeta es capaz de soportar semejante presión?

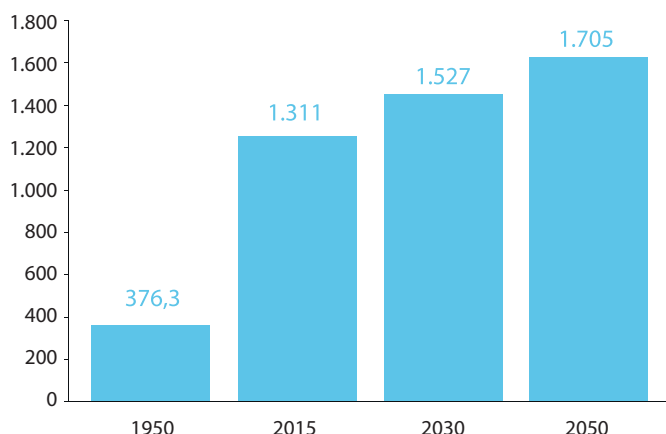
En los últimos 200 años se ha conseguido dejar sin efecto la maldición malthusiana que nos pronosticaba un futuro incierto por la incapacidad de aumentar la producción de los medios de subsistencia al ritmo del incremento de la población. De hecho, en los últimos 50 años hemos sido capaces de multiplicar por 2,5 la producción de alimentos, es decir, al mismo ritmo que lo ha hecho la población.

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) prevé que hasta 2050 la producción de alimentos deberá incrementarse en un 70%. Para que esta cifra sea viable es indispensable una revolución tecnológica en la agricultura, así como implantar la racionalidad en el uso del agua.

Algunos proyectos merecen especial atención y denotan el posicionamiento estratégico de los países ante el reto de la agricultura y la presión demográfica.

La India está ejecutando un proyecto para aumentar en 35 millones de hectáreas las zonas de regadío. Consiste en la interconexión de 46 ríos mediante 10.000 kilómetros de canales, con un coste total de 200.000 millones de dólares. Debe tenerse en cuenta que la India en el año 2050 llegará a un nivel de población de 1.700 millones de habitantes, superando los 1.400 millones de China.

Gráfico 6. Evolución de la población en la India (millones de habitantes)



Fuente: ONU, 2016.

Obsérvese el gráfico de la evolución de la población en la India. En un periodo de 35 años aumentará su población en 400 millones de personas, con lo que ello implicará en términos de requerimientos alimentarios.

En China, a pesar de la degradación del estado de sus aguas como consecuencia de los vertidos contaminantes, el Comité Central del Partido Comunista (PCCh) y el Consejo de Estado prometen un “progreso destacado” en la agricultura para el año 2020. Para ello, las autoridades anuncian el impulso para mejorar la calidad y competitividad de sus productos agrícolas, a través de tierras agrícolas de alta calidad y agricultores profesionales que atiendan las demandas de la agricultura moderna. El objetivo es crear unos 53 millones de hectáreas de tierras agrícolas de alta calidad para el año 2020, que deberán ser altamente productivas para garantizar el cultivo de cosechas estables de manera amigable con el medio ambiente y capaces de resistir inundaciones y sequías.

También destacan algunos países como Colombia, que estima que, una vez finalizado el conflicto con las FARC, podrá destinar más de cuatro millones de hectáreas a la agricultura.

Chile, consciente del aumento futuro de la demanda mundial en las próximas décadas, está desarrollando un proyecto, a lo largo del país, para poner en producción cerca de un millón de hectáreas de regadío, lo que permitirá duplicar el valor de sus exportaciones agroalimentarias y crear un millón de empleos.

También destaca la apuesta del Gobierno de Perú de desarrollar proyectos de regadío que pueden suponer un aumento de unas 360.000 hectáreas de regadío.

Es evidente que las expectativas de crecimiento poblacional están empujando a distintos países a emprender proyectos estratégicos relacionados con el agua y la agricultura, unos como elemento estratégico para impulsar su economía y otros para garantizar el autoabastecimiento de su población.

No obstante, en un estudio reciente (*Water pollution from agriculture: a global review*), la FAO advierte de la necesidad de cuidar el agua, ya que ante los requerimientos de incrementar la producción de alimentos, como consecuencia de la presión demográfica, se están degradando las masas de agua. La agricultura, con el uso de pesticidas y fertilizantes; la ganadería, con la necesidad de atender a la demanda creciente de carne y derivados animales, hace que la concentración animal sea mayor y complica el tratamiento de los desechos, con el consiguiente impacto en las fuentes de agua próximas; asimismo, el aumento de la acuicultura implica una alta concentración en el vertido de heces y residuos en los distintos ámbitos acuáticos.

De ahí, la importancia de los tratamientos de depuración, sean estos para actividad urbana, agrícola, ganadera o industrial. Es imprescindible internalizar los principios de la economía circular en todas aquellas actividades que impliquen el uso del agua. El líquido elemento es un bien escaso y a la vez el más vital para el mantenimiento de la humanidad en el planeta.

El peso creciente de las ciudades

Ya se ha enunciado la distribución geográfica del incremento poblacional, pero un elemento importante es cómo se configurará este crecimiento entre el ámbito rural y el urbano.

Una reflexión interesante es cómo se distribuirá el crecimiento poblacional, no tanto geográficamente —que ya se ha explicitado—, sino en términos de población rural *versus* urbana.

En el año 2015 la población que reside en áreas urbanas ascendía a 3.960 millones de personas, el 54% de la población total. Si se toma como referencia el año 1950, donde solo el 30% de la población vivía en zonas urbanas, se ha pasado de una población urbana de 750 a 3.960 millones de personas, lo que significa multiplicar por cinco la población urbanita en un periodo de 65 años. Pero si analizamos las predicciones para el año 2050, todo apunta a que el 66% de la población habitará en zonas urbanas, es decir, la cifra ascenderá a 6.300 millones de habitantes.

Según el análisis realizado por Naciones Unidas (*World Urbanization Prospects 2014*), del incremento previsto de 2.500 millones de habitantes en zonas urbanas, el 90% se concentrará entre África y Asia. Especial atención merece el aumento de población urbana en la India, China y Nigeria.

¿Qué consecuencias tendrán estas concentraciones humanas en el consumo de agua? Básicamente se pueden señalar dos efectos:

- La población urbana tiene unos hábitos de consumo alimenticio y forma de vida que requieren un mayor consumo de agua.
- Requerimientos de infraestructuras tanto para garantizar el abastecimiento de agua de esas aglomeraciones urbanas, como para garantizar un buen tratamiento de sus aguas residuales, evitar focos de contaminación y preservar los ecosistemas; así como disponer de la infraestructura necesaria que permita a las ciudades soportar conductas extremas del clima, tales como las lluvias torrenciales con las consiguientes inundaciones, y disponer de las infraestructuras de reutilización con el objeto de optimizar el uso del agua. Todo ello se concreta en hacer las ciudades más resilientes.

3.1. Mayores requerimientos de agua de las sociedades urbanas

En cuanto a los mayores requerimientos de agua por vivir en zonas urbanas, podemos utilizar como referente la “huella hídrica” (profesor Hoekstra), que se define como el volumen de agua dulce usado para producir los bienes y servicios obtenidos por una empresa o consumidos por un individuo o una comunidad. Es decir, es el “agua que no vemos” pero que necesitamos para disponer de los bienes de consumo.

A modo indicativo, China, donde cerca del 50% de la población es rural, tiene una huella hídrica anual de 700 m³ per cápita. La cifra aumenta muchísimo en el caso de EE. UU., donde llega a 2.500 m³ por habitante, y cerca se sitúa España con un requerimiento per cápita anual de 2.325 m³.

Las necesidades de la vida urbana incrementan el requerimiento de la huella hídrica, tanto por los hábitos alimenticios del entorno urbano, como por la demanda de otros bienes de consumo.

A modo de ejemplo, podemos citar la “huella hídrica” que se requiere para producir o fabricar bienes agrícolas o manufactureros: un kilogramo de carne requiere 16.000 litros de agua; 6.000 litros se precisan para producir un kilo de pollo; 200 litros para un vaso de agua; una taza de café requiere 140 litros

de agua; un microchip precisa 32 litros; una hoja din-A4 requiere 10 litros, una camiseta de algodón 2.700 litros y 10.850 litros de agua son necesarios para producir unos pantalones vaqueros.

Por tanto, en la medida en que la vida urbana requiera una mayor huella hídrica es evidente que, si la población se concentra en las urbes, el consumo del agua directa e indirecta también crecerá con mayor proporción al aumento de la población.

3.2. La necesidad de nuevas infraestructuras en las ciudades

La presión demográfica sobre las urbes requerirá el desarrollo de infraestructuras para garantizar una mínima calidad de vida de la población. Esas infraestructuras en las ciudades serán tanto de vialidad como de transporte público, tratamiento de residuos y, evidentemente, relacionadas con el agua.

En el ámbito del líquido elemento será preciso preservar **la garantía de suministro**. Para ello será imprescindible disponer de infraestructuras de abastecimiento, potabilización, producción de agua —tipo desalinizadoras cuando no haya fuente alternativa—, de manera que garanticen un acceso estable al recurso y más si tenemos en cuenta los impactos previstos por el cambio climático al que me referiré en el siguiente apartado.

La consultora MAPLECROFT publicó en 2010 un *ranking* de países con mayores dificultades para el acceso al agua y pronosticó que en el futuro se agudizaría la situación, representando una amenaza para la estabilidad de los territorios.

Los 10 países enumerados eran Somalia, Mauritania, Sudán, Nigeria, Iraq, Uzbekistán, Pakistán, Egipto, Turkmenistán y Siria. El déficit de infraestructuras es la causa que limita el acceso al agua, ya que en alguno de aquellos países discurren ríos de los más caudalosos del planeta.

A modo de ejemplo podemos citar el Nilo que cruza Egipto y Sudán, dos países en la lista del difícil acceso al agua. El Nilo es el río más largo de África y su caudal medio es de aproximadamente 2.800 m³/s. Para que el lector se haga una idea de la capacidad de abastecimiento del Nilo, para suministrar a una población urbana de unos tres millones de habitantes es suficiente un caudal de aproximadamente 10 m³ por segundo.

Otros países enumerados merecen especial mención, como Pakistán por el que discurre el río Indo; Turkmenistán y Uzbekistán por el que pasa el río Amu Daria; Iraq por el que discurren los ríos Tigris y Éufrates, y el río Níger en Nigeria.

Son claros ejemplos en los que el factor limitante no es el agua sino la gobernanza. Pues para hacer posible el acceso al agua se requieren infraestructuras de transporte y potabilización, pero ello implica inversión, y para ejecutar la inversión se precisan recursos económicos. Los recursos pueden provenir tanto del sector público como del sector privado, pero para que el ámbito privado decida invertir es vital un entorno de seguridad jurídica y estabilidad institucional, de manera que se obtengan las suficientes garantías para los inversionistas.

El cambio climático y la imprevisibilidad meteorológica obligan a contar con sistemas de abastecimiento lo más robustos posibles, ya que no hay ninguna duda de que las variaciones del clima cada vez resultan más extremas, por lo que las sequías tienen un carácter mucho más severo.

En 2008, Barcelona sufrió una sequía tan severa que dejó a la ciudad y su área metropolitana a 15 días de iniciar restricciones y cortes de suministro, con el consiguiente impacto que hubiera tenido para el bienestar de los ciudadanos y para la economía de la ciudad. La situación fue tan límite que se llegó a transportar agua en barcos.

Aunque se han ejecutado algunos avances, como la construcción de una desalinizadora y la reducción del consumo de los usuarios (gestión de demanda), todavía existe una fragilidad extrema que podría tener consecuencias graves en caso de otro episodio de similares características.

También **las instalaciones de saneamiento son esenciales** para la conservación de nuestros ecosistemas. Una vez el agua se ha utilizado, es preciso que su devolución al medio se haga en unas condiciones que no perjudiquen el medio ambiente. Bien sean deposiciones industriales o urbanas.

Téngase en cuenta que en estos momentos tan solo el 20% de las aguas que se vierten en el planeta, después de ser utilizadas, son tratadas. Lo que significa que el 80% del agua utilizada se vierte sin el menor cuidado del impacto sobre el medio ambiente y sobre la propia salud del ser humano.

Tal como se ha mencionado, 2.500 millones de personas utilizan fuentes de suministro contaminadas por bacterias fecales. Por otro lado, en países que viven su revolución industrial, como China, el cuidado del vertido de las aguas residuales de origen industrial es nulo, produciendo el deterioro de las masas de agua, con un impacto demoledor sobre los ecosistemas y la salud humana.

El agua en la cumbre del clima

En la Cumbre del Clima en París (COP21), a final de 2015 —a la que después me referiré—, se consiguió un acuerdo histórico, que implicaría una reducción progresiva de la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI) a partir de 2020. Constituyó, sin duda, un éxito de la comunidad internacional y una muestra de respeto hacia el planeta y nuestras generaciones futuras.

Por sorpresa, en el mes de junio de este año, Donald Trump anunciaba su voluntad de retirar a EE. UU. del Acuerdo de París, anteponiendo el crecimiento económico a la conservación y mantenimiento del planeta, aferrándose al negacionismo sobre los efectos del cambio climático en el planeta.

Semanas más tarde, a mediados del mes de agosto, la Agencia de Información de Ciencias Atmosféricas, Oceánicas e hidrológicas de Estados Unidos hizo público su informe anual sobre el “Estado del Clima”. El informe, firmado por más de medio millón de científicos de instituciones de todo el planeta, afirma, entre otras cosas, que 2017 ha sido el año más caliente jamás registrado, con sequías más largas, un descenso del hielo antártico y un número inusitado de ciclones tropicales y, lo que es peor, sus auspicios de cara al futuro no son precisamente halagüeños.

Transcurridas apenas dos semanas desde su publicación, EE. UU. era azotado por los efectos de huracanes, tormentas tropicales e inundaciones, sin precedentes. Y desde que el presidente Trump anunciase su retirada del Acuerdo de París, otros dos continentes, África y el sur de Asia, sufrían los efectos devastadores de lluvias torrenciales y de una sequía atroz, con cerca de 2.000 víctimas mortales, millones de desplazados y cuantiosos daños materiales.

De convertirse en irreversible el anuncio formulado por el presidente norteamericano, que representa la primera economía del mundo, sería, sin duda, una mala noticia y supondría una clara involución conceptual al respeto por la conservación de la humanidad y la preservación del bienestar de nuestras futuras generaciones.

Sería deseable que en futuras cumbres se pusiera el agua como elemento esencial del acuerdo, ya que el bienestar del ser humano será directamente proporcional a cómo se utiliza y cuida el líquido elemento.

El requerimiento de infraestructuras de saneamiento es imprescindible para que una aglomeración urbana no se convierta en un territorio degradado.

Todos tenemos en mente la imagen de los Juegos Olímpicos de Río de Janeiro, en la bahía de Guanabara, donde los regatistas de vela colisionaban con todo tipo de residuos flotantes.

Pero no es preciso viajar a determinadas latitudes para observar situaciones dantescas. Sin ir más lejos, el pasado verano, en el mar Menor (Murcia) saltaron todas las alarmas por la proliferación de algas tóxicas. La presencia masiva de fitoplancton (algas unicelulares) fue un síntoma claro de la grave degeneración del ecosistema, ya que en una cantidad importante produce toxinas con un efecto negativo sobre los organismos marinos e incluso con efecto sobre el ser humano.

¿El motivo de semejante desaguisado? Según los informes emitidos por Salud, las causas son múltiples, pero la principal fue la eutrofización (acumulación de residuos orgánicos) producida por el vertido de aguas y residuos urbanos y agrícolas.

Además del impacto ecológico, debe sumarse el impacto económico, pues no es de recibo que una zona con un potencial turístico de esa dimensión sea incapaz de cuidar uno de los activos más preciados de la zona.

En 2014, España era el país con más expedientes sancionadores abiertos por la Unión Europea como consecuencia de vertidos. Esta situación responde a un déficit de inversión considerable e incomprensible, pues España es uno de los países con menor precio del agua de Europa.

Naciones Unidas ha establecido el saneamiento como un elemento prioritario dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el horizonte 2030, al que después me referiré.

Atendiendo a las situaciones de estrés hídrico, un vector de máxima relevancia serán **las infraestructuras de reutilización del agua**. Es decir, una vez el agua es utilizada, se recolecta y se trata en las depuradoras, existe la posibilidad de aplicar un tratamiento adicional, denominado terciario, que permite dejar el agua en condiciones para su uso como agua prepotable o para diversos usos ambientales, urbanos o industriales.

Para ello es preciso que las autoridades sanitarias adecuen las normativas a la realidad actual y las Administraciones competentes tomen conciencia del potencial de esta alternativa, tanto para el uso urbano como para el industrial.

Hoy en el área metropolitana de Barcelona se dispone de tratamiento terciario en varias depuradoras, destacando por su magnitud el caso de la depuradora

de El Prat que permite el tratamiento de 3 m³/s, lo que equivale al consumo aproximado de un millón de habitantes, y actualmente el efluente se vierte al mar la mayor parte del tiempo.

Otras infraestructuras capitales para las ciudades son las relacionadas con las aguas **pluviales** para gestionar el fenómeno de las inundaciones, cada vez más frecuente en nuestras latitudes. De hecho, uno de los efectos que se evidencian vinculados al cambio climático es la conducta más extrema de los fenómenos meteorológicos, del mismo modo que las sequías son cada vez más extremas, también lo son los episodios de lluvia torrenciales, que desbordan los sistemas de recolección y contención de agua de nuestras ciudades. Las imágenes de las inundaciones sufridas en el norte de Reino Unido en 2014, con la devastación producida por las lluvias torrenciales, son un buen ejemplo.

Para evitar estos desastres se requiere la suficiente infraestructura urbana que permita la recolección rápida de las aguas y la contención de las mismas. Pero ello es imposible si no se ejecutan importantes inversiones.

Más lamentable resulta la situación en países con menor nivel de desarrollo, donde la aglomeración urbana crece en torno a un núcleo de servicios mínimos, con lo que prolifera el chabolismo y las viviendas con urbanización precaria. En esos casos las fuertes lluvias arrasan incluso las viviendas.

En esta reflexión en torno al agua no podemos obviar el binomio agua-energía. Tan solo a modo de ejemplo en el verano de este año hemos visto cómo la sequía disparaba la emisión de gases de efecto invernadero, como consecuencia de la reducción en la generación hidroeléctrica por la escasez de lluvias, compensando este déficit de generación con el uso de carbón y gas. Esta situación ha implicado un aumento del 71% de las emisiones a la atmósfera.

Y en este punto, merece la pena destacar un proyecto de economía circular en Santiago de Chile, llevado a cabo por Aguas Andinas, en el que las depuradoras actúan como “biofactorías”, de manera que se llega a un balance energético de cero emisiones como consecuencia del aprovechamiento de los subproductos y residuos resultantes de los procesos de depuración.

Disponer de todas las infraestructuras necesarias en nuestras ciudades significa prepararse para tener unas **ciudades resilientes**. El término **resiliencia** está muy de moda para las ciudades. La Real Academia de la Lengua Española define la resiliencia como la “capacidad de adaptación de un ser vivo frente a un agente perturbador o un estado de situaciones adversas”; también en

cuanto a los materiales define resiliencia como la “capacidad de un material, mecanismo o sistema para recuperar su estado inicial cuando ha cesado la perturbación a la que había estado sometido”. Por tanto, la resiliencia en las ciudades, según UN-Habitat, corresponde a aquella capacidad que tienen de resistir y de recuperarse de cualquier cambio e impactos que sufra el sistema.

Es evidente que el cambio climático pondrá a prueba la resiliencia urbana. Siendo realistas, nuestras urbes no están preparadas, en su mayoría, para pasar una prueba de resiliencia, ya que la existencia de sequías extremas, inundaciones, aglomeraciones humanas con escasos sistemas de saneamiento requiere todavía de importantes inversiones que permitan asumir este reto.

4. CALENTAMIENTO GLOBAL, AGUA Y CAMBIO CLIMÁTICO

En 1992, en Río de Janeiro, se asumió la cuestión del calentamiento global como un problema mundial y hoy existe práctica unanimidad en que es un hecho que hay que abordar. Eso explica el éxito de la Cumbre del Clima de París (COP21) al que después me referiré.

La mayoría de los científicos coincide en señalar que el origen del calentamiento es antropogénico, es decir, a causa de los efectos de la actividad humana en la tierra. El calentamiento global ha ido en aumento desde la Revolución Industrial.

De hecho, en los últimos años cada ejercicio va registrando temperaturas récord, tanto en los meses de verano como de la temperatura media anual; por lo menos desde 1850, año desde el que se dispone de registros fiables de temperaturas.

Si la humanidad no consigue contener el calentamiento del planeta, las perturbaciones sobre el clima podrán tener un efecto devastador para nuestros ecosistemas y, por tanto, para nuestra existencia.

4.1. Los GEI y el calentamiento global

La causa del calentamiento global es la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI). Los GEI con mayor presencia en la atmósfera son: vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y los clorofluorocarbonos.

Vaya por delante que el efecto invernadero es esencial para que en la Tierra pueda existir vida, ya que este fenómeno evita que el ecuador del planeta tenga una temperatura media de -10 °C. Por tanto, el efecto invernadero, que

consiste en la retención de una parte de la energía solar vertida en la Tierra y absorbida por los GEI contenidos en la atmósfera, es vital para nuestra existencia.

El vapor de agua es el principal responsable del efecto invernadero, de hecho se le atribuye un 70% de dicho efecto. Funciona como un gas que actúa retroalimentándose con el clima, de manera que a mayor temperatura más vapor, más nubes y más precipitaciones.

El vapor de agua actúa en la atmósfera como una especie de distribuidor de calor, pues las moléculas de agua de la atmósfera atrapan el calor que proviene de la energía solar que rebota en la Tierra, y lo distribuyen por toda la superficie terrestre.

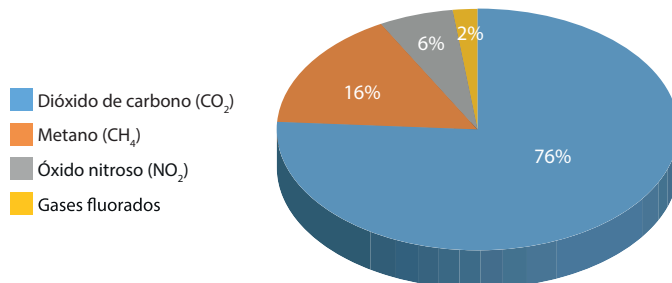
El vapor de agua es la esencia del ciclo hidrológico que alimenta y evapora mares y océanos, con el proceso de evaporación, transpiración, condensación y precipitación.

El ser humano no tiene influencia sobre este gas, pues no existe forma de modificarlo en grandes cantidades mediante la actividad humana, pero si la temperatura aumenta como consecuencia de otros gases sí que puede producir alteraciones en el ciclo hidrológico.

El resto de los gases tiene mucho que ver con la actividad humana, y la reducción de sus emisiones ya fue acordada en 1997 en Kioto, pues la actividad antrópica tiene una clara incidencia en las emisiones.

En el gráfico 7 se puede observar la importancia de cada uno de los GEI en la atmósfera.

Gráfico 7. GEI - Composición (excl. vapor de agua)



El gas más importante, después del vapor de agua, es el dióxido de carbono (CO_2). Supone el 76% del total de los GEI (excluyendo el vapor de

agua). Se libera en procesos naturales como la respiración y en erupciones volcánicas. Las actividades humanas que liberan CO_2 son: la quema de combustibles fósiles, un 85% de nuestro sistema energético corresponde a combustibles fósiles; otro efecto nocivo es la deforestación y el cambio en el uso de los suelos, ya que los árboles son cruciales en la absorción de los GEI, y las zonas selváticas y boscosas son auténticos sumideros de carbono, de ahí la importancia de volcar la tecnología a la agricultura para aumentar la productividad de la tierra y no recurrir a deforestaciones o nocivos cambios de uso.

La vida en las ciudades genera más emisiones que la vida rural. De hecho, ya concluimos que la huella hídrica de un urbanita es mayor que la de un habitante rural. Lo mismo ocurre en términos de emisiones de GEI. Así, un estadounidense genera una tonelada de CO_2 cada 2 semanas, un europeo genera una tonelada de CO_2 cada mes, y un hindú precisa de un año para emitir una tonelada de CO_2 .

Debe tenerse en consideración que en 2050, el 66% de la población vivirá en zonas urbanas. Es decir, un total de 6.300 millones de almas.

Se estima que desde el inicio de la Revolución Industrial hasta nuestros días la concentración de CO_2 en la atmósfera ha aumentado un 43%. El CO_2 permanece en la atmósfera entre 100 y 500 años.

El metano (CH_4) es el otro gas que, a pesar de hallarse en menor proporción que el CO_2 , también tiene su importancia pues su potencial de calentamiento equivale a 21 veces al del CO_2 . En contrapartida, se mantiene en la atmósfera entre 7 y 12 años. Por tanto, las medidas paliativas en cuanto a su emisión pueden tener efecto en breve plazo, si lo comparamos con el CO_2 .

El metano tiene origen natural y es el resultado de actividades humanas. Se genera en actividades agrícolas y ganaderas y en el manejo de gran diversidad de residuos. A raíz del calentamiento global, grandes masas de metano congelado en los fondos marinos y tundras siberianas se liberarán a la atmósfera.

4.2. Los efectos del calentamiento global en los ecosistemas y en el desarrollo económico

Se pueden enumerar algunos de los impactos como consecuencia del calentamiento del planeta:

- Fusión de hielos y aumento del nivel del mar: en las dos últimas décadas, el nivel del mar ha subido 8 cm, pues los océanos absorben el 90% del calor provocado por las emisiones de los GEI, y ello contribuye al deshielo polar.
- Diversos estudios pronostican que en 100 años el nivel del mar habrá aumentado entre uno y tres metros, dejando cubiertas de agua zonas donde residen más de 2.000 millones de personas.
- Pérdida de salinidad de los mares, como consecuencia de la entrada masiva de agua dulce por la fusión de los hielos. Este fenómeno podría provocar fuertes alteraciones climáticas, sobre todo, en Europa como resultado de una cierta desviación de la corriente del Golfo, ya que esta corriente asegura un clima cálido a Europa, considerando la latitud en que se encuentra.
- Acidificación de océanos y mares: la mayor parte del CO₂ emitido acaba en los océanos, si le añadimos el resto de los GEI y la liberación de metano de los suelos submarinos, con un impacto fatal para la flora y fauna marina.
- Los procesos de desertificación se aceleran en zonas de gran extensión del planeta, como el Sahel, Siria, Pakistán, y la ampliación de grandes desiertos (Sahara, Gobi y Kalahari). Cada año se pierden millones de hectáreas “verdes” por deforestación como consecuencia de incendios. No podemos perder de vista la importancia de selvas y bosques como grandes sumideros de CO₂.
- El cambio climático se hace evidente: se agudizan las situaciones climáticas. Las sequías son más extremas y duraderas. Lo mismo ocurre con las lluvias, pues se presentan con una importante virulencia y de forma torrencial. También cada año se bate el récord de temperatura media respecto al año anterior. De ahí, la importancia de disponer de adecuadas infraestructuras para hacer las ciudades más resilientes.
- Impacto económico del cambio climático: se han realizado diversas estimaciones del impacto del cambio climático como consecuencia del calentamiento global y es evidente que no resultará neutro en nuestras economías.

En el mapa 3 “Impacto económico del cambio climático año 2100” puede observarse la predicción para el año 2100 del impacto mundial del

cambio climático. Obsérvese que, de nuevo, las zonas de mayor estrés hídrico y presión demográfica sufrirán los mayores impactos económicos en términos de pérdida de PIB.

Cuando miramos en el mapamundi los tres vectores —estrés hídrico, presión demográfica e impacto económico del cambio climático—, se entienden perfectamente las previsiones de fuertes movimientos poblacionales que se avecinan en el siglo XXI, que alguien ya ha etiquetado como el de “los refugiados climáticos”.

4.3. Actuaciones y pronósticos

A finales de 2015 tuvo lugar, en París, la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP-21). La reunión terminó con la adopción del Acuerdo de París que establece el marco legal de lucha contra el cambio climático a partir de 2020.

El objetivo fundamental del acuerdo fue garantizar que la temperatura no aumente más de 2 °C (medido desde la etapa preindustrial). En la actualidad se sitúa alrededor de 0,8 °C en aumento computado. Asimismo da un tratamiento diferencial a los países en desarrollo respecto a los países desarrollados. Este era un elemento clave para conseguir adhesiones a los acuerdos.

A principios de noviembre de 2016 se consiguió la entrada en vigor del acuerdo, pues de los 195 países que se adhirieron, 100 países ratificaron su adhesión.

¿Será suficiente el Acuerdo de París para revertir la situación del calentamiento global y cambio climático? Esta es la gran pregunta que emerge cuando comprobamos la tensión que pueden generar los impactos climáticos, con la predicción demográfica y las dificultades derivadas del estrés hídrico.

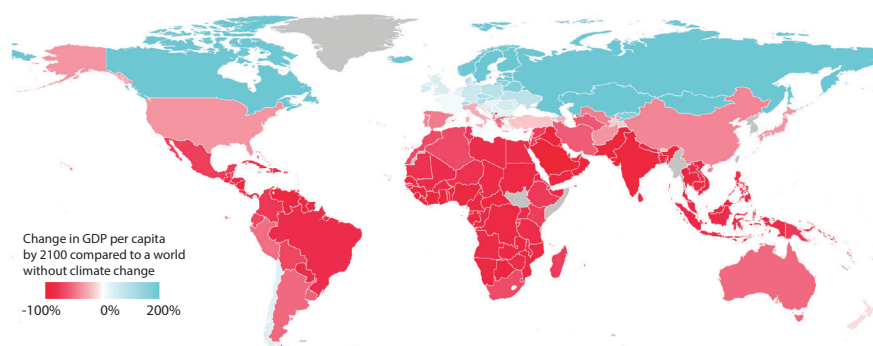
Los más optimistas creen que supone un inicio para racionalizar el desarrollo económico y estructurar una vida más acorde con el medio ambiente. Cabe reconocer el éxito del acuerdo por el número de adhesiones (195 países).

También hay escepticismo por parte de algunos, aquellos que se asocian al algoritmo TL2 (*Too Little, Too Late*; demasiado poco, demasiado tarde). Es decir, hacemos muy poco para reducir las emisiones y ya hemos llegado tarde.

Es posible que tarde y mal, pero debemos intentar minimizar los efectos del cambio climático y, a su vez, prepararnos para soportarlos como consecuencia de las situaciones que no se hayan podido revertir.

Es difícil cerrar este apartado sin una referencia a Stephen Emmott, científico de Cambridge, que ha publicado un libro con el título *Diez mil*, que predice el comportamiento del planeta como consecuencia del impacto del cambio climático, la escasez de agua y las dificultades de alimentación, etc. Llega a la conclusión de que el planeta se colapsará cuando seamos 10.000 millones de habitantes, cifra que alcanzaremos a mediados del siglo XXI, alrededor de 2050. El autor plantea un escenario dantesco, que nos debe servir de reflexión sobre lo que podemos esperar en las próximas décadas.

Mapa 3. Impacto económico del cambio



Fuente: Marshall 2015.

5. LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y EL AGUA

Naciones Unidas, absolutamente consciente de los retos que se le plantean a la humanidad en este siglo como consecuencia del cambio climático (la presión demográfica, el déficit de alimentación en algunas zonas, así como la problemática del agua con un acusado estrés hídrico), ha puesto sobre la mesa los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para 2030, con el objetivo de erradicar el hambre, la pobreza, conseguir una vida más digna para los seres humanos y más igualdad entre hombre y mujeres.

La agenda de los ODS se enmarca en el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), cuyo precedente fueron, en el año 2000, los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), con una agenda que iba desde el año 2000 hasta el 2015. Ahora los ODS están previstos desplegarlos entre 2015 y 2030.

El PNUD ha marcado 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. A continuación se enumeran los 17 objetivos que persiguen incidir directamente en las necesidades básicas de las personas, apostar por un mejor trato al medio ambiente y reforzar la institucionalidad como elemento de cohesión e igualdad.



El ODS número 6 es el que aborda la problemática del agua y apunta a los retos que se han ido mencionando a lo largo de este documento. El objetivo 6 se concreta en “Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos”.

Conseguir las metas de los ODS respecto al agua permite también la consecución de los otros ODS: poner fin a la pobreza, erradicar el hambre y promover el bienestar para todos. Asimismo, permitirá que las mujeres y niñas, que hoy deben cargar y transportar el agua para sus hogares, puedan estudiar, asistir a la escuela y alcanzar una sociedad más igualitaria socialmente y en cuanto a género. También hará posible que las urbes sean asentamientos humanos con cierta resiliencia y garanticen unos mínimos de dignidad humana.

El objetivo del agua se materializa en seis metas:

1. “Para 2030, acceso universal y equitativo al agua potable, a un precio asequible para todos”.

Más de 700 millones de personas carecen de acceso a una fuente de agua limpia. Además, cada 15 segundos muere en el mundo un niño por enfermedades relacionadas con el agua.

Los datos son de extrema preocupación. Pero si además le añadimos la previsión del incremento poblacional y los progresivos efectos del calentamiento global, la consecución de esta meta configura un desafío trascendental.

Como ya se ha mencionado en las páginas precedentes, esto tan solo se consigue con la construcción de infraestructuras que permitan la

captación y el transporte del agua. De ahí, la importancia de la gobernanza como elemento de estabilidad institucional para poder acceder a recursos económicos, sean estos de origen público o privado.

En cuanto a un precio asequible, los poderes públicos deben decidir qué políticas de rentas son las más adecuadas para su estructura de población. Es decir, condiciones y precio de acceso. Para ello deben huir de posiciones populistas y, a través de la gobernanza, decidir en quién recae el peso de la financiación del coste de los servicios y de las infraestructuras.

2. “Para 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos, y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad”.

Alrededor de un tercio de la población, es decir 2.400 millones de habitantes, carece de acceso a instalaciones de saneamiento. Además, más de 1.000 millones de personas defecan al aire libre.

La falta de sistemas de saneamiento provoca enfermedades entéricas y diarreicas que causan malnutrición, retrasos de crecimiento y mortalidad infantil.

De nuevo estamos ante una problemática de inversión en infraestructuras y, por tanto, de gobernanza. La situación de falta de higiene es propia de los países con bajo nivel de desarrollo, pero también en nuestras latitudes se sufre la falta de inversión. Como apuntaba en el apartado 3, España tiene distintos procedimientos por infracción incoados por la UE como consecuencia de déficits de sistemas de saneamiento.

Un ejemplo de gobernanza es Chile. En 1999, cuando el nivel de saneamiento de sus aguas residuales rondaba el 4%, las autoridades chilenas decidieron abordar la problemática en el plazo de una década. Y ejecutaron inversiones por valor de 4.000 millones de dólares en 14 años.

Chile recurrió en buena medida al sector privado para implementarlas y, como contrapartida, aumentaron las tarifas. En paralelo, el Gobierno chileno decidió una política de subsidios que acabó beneficiando al 18% de la población, es decir, 700.000 familias. Chile hoy tiene el 100% de sus aguas residuales tratadas, lo que además de contribuir a una mejor salud de sus ciudadanos le ha permitido un posicionamiento privilegiado en los mercados de exportación agrícola.

3. “Para 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminación de vertidos y reducir al mínimo las descargas de productos químicos peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización, sin riesgos a nivel mundial”.

En la actualidad tan solo se trata el 20% de las aguas una vez han sido utilizadas, lo que significa que el 80% de las aguas residuales se vierte directamente al medio natural sin considerar los impactos sobre los ecosistemas.

Existen situaciones límite en países, como China, que están viviendo su revolución industrial; se estima que más del 80% de las aguas sufre degradación, con el consiguiente impacto para la salud de las personas y para la agricultura.

Cada año se vierten a través del agua dos millones de toneladas de residuos humanos, más todos los vertidos industriales, algunos de ellos con alta carga contaminante. Más de 1.800 millones de personas acceden a fuentes de agua con bacterias fecales.

Si tomamos el vector demográfico más el incremento de la población urbana, en un futuro las concentraciones contaminantes aumentarán de forma exponencial.

Las distintas Cumbres del Clima siempre hacen referencia a las emisiones de los GEI para evitar el calentamiento global, pero se echa en falta una cumbre para contener los vertidos y emisiones en el agua, ya que el impacto es demoledor para la salud y los ecosistemas.

4. “Para 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir sustancialmente el número de personas que sufren la falta de agua”.

El uso eficiente de los recursos hídricos implica una utilización racional, un adecuado tratamiento posterior al uso, para garantizar un retorno al medio natural sin perjuicio de este, así como su reutilización.

Otro factor de máxima relevancia es evitar la sobreexplotación de las fuentes, ya que los ecosistemas se ven perjudicados y es muy compleja

su recuperación posterior. Los acuíferos cuando se salinizan resultan de difícil recuperación.

El uso racional del agua en el ámbito agrícola es una asignatura pendiente en muchas latitudes. Situar el equilibrio entre la demanda de alimentos y de agua no es tarea fácil, ya que los requerimientos de alimentación, como consecuencia de la presión demográfica, pueden llevar a un uso no racional del agua y de la tierra. Por tanto, la tecnología debe volcarse tanto en las actividades de riego como en la explotación agraria. Un ejemplo lo tenemos en España, en donde el regadío no modernizado asciende a 978.000 hectáreas. Es decir, el 27% del regadío hace un uso no racional del agua. La preguntas que quedan son: ¿cuántas más hectáreas podrían regarse con el agua liberada por la modernización de este regadío? ¿A cuánta población podría abastecerse?

El uso eficiente implica que el agua ya utilizada debe restituirse al medio en adecuadas condiciones para evitar un desequilibrio de los ecosistemas. De forma reiterada, en anteriores apartados, ya se ha enfatizado sobre la importancia de la depuración.

Hay que evitar la sobreexplotación de los recursos. Ello implica la necesidad de planificar a medio y largo plazo, y abordar las inversiones que garanticen el suministro.

La planificación es clave para la gobernanza, y el tacticismo político es incompatible con la planificación de las infraestructuras. La planificación debe trascender a los mandatos electorales, ya que, como hemos visto en nuestro país, los conflictos políticos en torno al agua han sido frecuentes. Como dijo Uri Shamir (profesor del Israel Institut of Technology): “Si hay voluntad de paz, el agua nunca será un impedimento. No obstante, si se desean motivos para luchar, el agua ofrece todas las oportunidades”.

5. “Para 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda”.

La gestión integrada de los recursos hídricos nos evoca a un concepto que permite una actuación más racional y eficiente del recurso, el conocido como “ciclo integral del agua”, que permite gestionar de forma conjunta y visión unitaria las diferentes fases del ciclo del agua, desde la captación, transporte, potabilización, suministros, recolección de alcantarillado, depuración y reutilización.

Sin una visión integral de la situación es imposible hacer un uso racional del agua en su conjunto. A modo de ejemplo se mencionaba, en el apartado 4, la pérdida de agua que se produce en Barcelona como consecuencia de que la Administración pública no procede a su reutilización, a pesar de disponer de las infraestructuras y a la vez ser un área geográfica de estrés hídrico.

Atendiendo a que el agua no conoce de divisiones territoriales, es estrictamente necesaria la gestión del ciclo del agua de forma integral, de manera que cada fase se trate con la máxima eficiencia y coherencia con el medio ambiente, más allá de las divisiones territoriales establecidas por el ser humano.

6. “Para 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos”.

Clara vocación de no solo cuidar el agua, sino el ecosistema del que forma parte. Por ejemplo, la Directiva Marco del Agua, norma aprobada en el año 2000 por el Parlamento Europeo, en la que la vocación de protección del agua y los ecosistemas es más que evidente.

En este apartado, Naciones Unidas menciona dos objetivos asociados en el ámbito de la cooperación y transferencia del conocimiento encaminados a dotar de capacidades para conjugar el cuidado del agua y de los ecosistemas:

- Ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización...
- Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

Obsérvese que el común denominador del objetivo de desarrollo sostenible en el agua es la gobernanza y las infraestructuras. Es decir, el círculo virtuoso que se mencionaba en la introducción funciona si cada uno de sus componentes engrana el sistema adecuadamente.

6. CONCLUSIONES

Como se ha podido constatar en estas páginas, los retos del agua en el siglo XXI tienen una dimensión estratégica para la continuidad de la especie humana y el mantenimiento de una vida digna.

Los retos vienen muy marcados por tres vectores: escasez hídrica, presión demográfica y cambio climático.

En cuanto a la escasez hídrica, 1.200 millones de personas habitan en zonas con escasez hídrica y la mitad de la población mundial ocupa territorios con cierta vulnerabilidad. Precisamente las zonas donde se prevé mayor presión demográfica en este siglo son las que presentan mayor vulnerabilidad.

El cuidado de las fuentes (ríos, lagos, acuíferos, etc.) es esencial. No se puede permitir que el agua, una vez utilizada para uso doméstico o industrial, retorne al medio natural en pésimas condiciones y con alta carga contaminante.

Tan solo el 20% de las aguas que retorna al medio ha sido tratado. Es decir, el 80% se vierte con toda la carga contaminante. Se estima que cada año se vierten a través del agua 2 millones de toneladas de residuos humanos, más todos los vertidos industriales, alguno de los cuales, con alta carga contaminante. Más de 1.800 millones de personas acceden a fuentes de agua con bacterias fecales.

La sobreexplotación de los acuíferos, junto con el retorno del agua al medio con alta carga contaminante, pone en riesgo las fuentes de abastecimiento de agua subterránea, que suponen el 50% del agua para el consumo humano y el 43% del agua para la agricultura. Disponer de infraestructuras de saneamiento en el siglo XXI es una necesidad ineludible.

En los últimos 200 años se ha conseguido esquivar la *maldición malthusiana*, que pronosticó el crecimiento geométrico de la población y el crecimiento aritmético de los medios de subsistencia. Afortunadamente, el incremento de la población ha ido acompañado de un incremento equivalente de los medios de subsistencia. De hecho, en los últimos 50 años la producción de alimentos se ha multiplicado por 2,5. Es decir, ha crecido al mismo ritmo que lo ha hecho la población. La FAO prevé que hasta el año 2050 la producción de alimentos deberá incrementarse en un 70%.

En los últimos 50 años la superficie de cultivo de secano se ha mantenido. En 1961 existían 1.229 millones de hectáreas destinadas a agricultura de

secano, mientras que en 2015 la cifra ascendía a 1.233 millones. El incremento más significativo ha sido en regadío, ya que en 1961 se disponía de 139 millones de hectáreas, mientras que en 2015 la cifra se sitúa en 324 millones. Es decir, más del doble. El ratio mundial de hectáreas por habitante se ha reducido en los últimos 50 años, pasando de 0,44 hectáreas por habitante a 0,22, reducción que se agravará en los próximos años, pues la extensión de las tierras de cultivo difícilmente podrá crecer al ritmo de la población.

Tanto el agua como la tierra son bienes escasos, ya que la superficie de cultivo no puede crecer exponencialmente a costa de deforestar el planeta. Por tanto, se precisa volcar toda la tecnología en la agricultura, así como que existía la máxima racionalidad en el uso del agua. Los sistemas de riego deben estar modernizados, evitando los sistemas denominados “a manta”, que suponen niveles de eficiencia y productividad son mucho menores.

En la actualidad, en España el 27% de las hectáreas de regadío, es decir, 978.000 hectáreas, dispone de un sistema de riego no modernizado, consumiendo un 40-50% más de agua que los sistemas modernizados. El proceso de modernización liberaría recursos para poner en regadío entre 400.000 y 500.000 hectáreas adicionales, es decir, más de un 10% de la superficie actual de regadío.

Por tanto, dado que la agricultura consume el 70% del “agua azul” del planeta, es imprescindible velar por un uso racional del líquido elemento en este sector.

No es casual el posicionamiento estratégico de algunos países y grupos empresariales frente al reto de la productividad agrícola, atendiendo a la demanda creciente de alimentos.

Algunos países desarrollan proyectos estratégicos en torno a la agricultura de regadío para garantizar su abastecimiento o para tener un posicionamiento en el mercado. Merece especial atención la India, con la interconexión de 46 ríos para aumentar la superficie de regadío en 35 millones de hectáreas. En 2050 su población se habrá incrementado en 400 millones de habitantes, alcanzando los 1.700 millones, por lo que es evidente la estrategia de fortalecer su capacidad de autoabastecimiento.

Chile, consciente del aumento futuro de la demanda mundial en las próximas décadas, está proyectando desarrollar a lo largo del país cerca de un millón de hectáreas de regadío, lo que permitirá duplicar el valor de sus exportaciones agroalimentarias y crear un millón de empleos.

La reciente adquisición por parte de la alemana Bayern de la compañía norteamericana Monsanto, líder mundial en semillas y tratamientos, por 66.000 millones de dólares, responde a un claro posicionamiento estratégico para ser el referente y líder mundial en los próximos años, en los que será clave la tecnología y la ciencia en la agricultura para aumentar la productividad de la tierra.

La modernización del regadío, la transformación de secano a regadío, para optimizar el uso del agua, así como la apuesta por la industrialización y tecnificación de la actividad agrícola requieren de adecuadas infraestructuras y de una gobernanza que garantice el uso racional del agua.

No obstante, la FAO nos advierte de la necesidad de cuidar el agua ante el aumento de la producción de alimentos, ya que tanto la agricultura como la ganadería y la acuicultura están dañando las masas de agua del planeta, como consecuencia de los aumentos de productividad para atender la creciente demanda.

Cualquier actividad, sea esta doméstica, industrial, agrícola o ganadera, debe internalizar los criterios de la economía circular, de manera que considere que los recursos naturales son recursos finitos. En consecuencia, no se justifica ningún tipo de actividad que suponga que los recursos son inagotables, ya que implica la depredación del medio ambiente.

La presión demográfica a la que estará sometido el planeta es un vector absolutamente imprescindible en el análisis. En el año 2050, la población llegará a 9.700 millones de habitantes, y en 2100 la cifra ascenderá hasta los 11.200 millones.

Dos elementos se han destacado como relevantes respecto a la presión demográfica: la mayor presión demográfica la soportarán las zonas con mayor vulnerabilidad hídrica; y el crecimiento de la población urbana aumentará de forma muy significativa, llegando a los 6.600 millones de personas en 2050, frente a los casi 4.000 millones actuales. Veamos las implicaciones de cada uno de ellos.

En cuanto a que la mayor parte del incremento de la población es coincidente con las zonas de mayor vulnerabilidad hídrica, la cifras producen vértigo, ya que Asia, en 2050, superará los 5.000 millones de habitantes, y África, en el mismo año, se acercará a los 2.500 millones de habitantes, más del doble de la población actual; en el año 2100 se multiplicará por cuatro la población actual. Es decir, contará con más de 4.300 millones de personas. Si le añadimos

el vector del cambio climático, como consecuencia del calentamiento global, conseguir ordenar los recursos para proporcionar los medios de subsistencia para todas esas almas no parece un reto menor.

Por lo que se refiere al crecimiento de la población urbana *versus* la rural, el tema requiere atención. En el año 2050, el 66% de la población será urbana, lo que representa una cifra de 6.600 millones de ciudadanos. En 1950, lo hacían tan solo 750 millones de personas, una diferencia sustancial.

Desde hoy y hasta 2050, el incremento de la población urbana será de 2.600 millones de habitantes. El 90% de este aumento se concentrará en África y Asia. Especial atención merece el aumento de población urbana en la India, China y Nigeria. En la India, entre 2014 y 2050, el aumento de población urbana será de 404 millones de habitantes, mientras que en China será de 292 millones y en Nigeria de 212 millones.

Además, esta tendencia a la masificación urbana no vive al margen del cambio climático, ya que la imprevisibilidad meteorológica fruto del calentamiento global implica que las conductas del clima cada vez sean más extremas, de manera que cuando sufrimos sequía cada vez es más severa. Asimismo, la torrencialidad de las lluvias y las inundaciones cada vez son más devastadoras.

¿Qué requiere la existencia de unas aglomeraciones urbanas cada vez más densamente pobladas? Si se aspira a mantener unos mínimos de dignidad en el desarrollo de la vida humana, se precisa el desarrollo de infraestructuras. Esas infraestructuras en las ciudades serán de urbanización, vialidad, transporte público, tratamiento de residuos y, evidentemente, relacionadas con el agua. De lo contrario, las ciudades se convertirán en meros asentamientos humanos, donde las personas se amontonarán, con una degradación progresiva en las condiciones de vida.

En torno al agua deberá disponerse de infraestructuras comprendidas en su ciclo integral, de manera que haya garantía de abastecimiento, un adecuado sistema de saneamiento, los sistemas pluviales para evitar inundaciones y se potencie la reutilización para optimizar el uso del agua.

Disponer de todas esas infraestructuras nos permitirá tener ciudades resilientes, es decir, aquellas ciudades con capacidad para resistir y recuperarse de cualquier cambio e impacto que sufra el sistema.

El factor del cambio climático como consecuencia del calentamiento global tendrá una incidencia esencial en el agua ya que, sin lugar a dudas, el ciclo

hidrológico puede verse afectado como consecuencia del aumento de las temperaturas y eventos meteorológicos imprevistos.

Cuando al vector vulnerabilidad hídrica le añadimos el vector presión demográfica, la ecuación empieza a complicar su solución, pero cuando le añadimos el factor cambio climático, parece que nos encaminamos un futuro irresoluble.

De hecho, Stephen Emmott, científico de Cambridge, autor del libro *Diez mil*, realiza la predicción del comportamiento del planeta como consecuencia del impacto del cambio climático, escasez de agua, dificultades de alimentación, etc., y llega a la conclusión de que el planeta se colapsará cuando la cifra de población llegue a los 10.000 millones, cifra que alcanzaremos a mediados del siglo XXI, alrededor de 2050. El autor plantea un escenario dantesco, pero nos debe hacer reflexionar sobre lo que puede ocurrir en las próximas décadas.

Expectativas nada halagüeñas del club TL² (*Too Little, Too Late*), que sostienen que es demasiado tarde y hemos hecho demasiado poco para conseguir cambiar el rumbo de los acontecimientos en cuanto al cambio climático.

Si el club TL² tiene razón, por lo menos es preciso preparar nuestras ciudades para lo que está por venir y dotarlas de adecuadas infraestructuras que permitan la debida resiliencia.

En cualquier caso, la humanidad debe seguir luchando para revertir la situación, y, sin duda, una de las mejores noticias de estos años ha sido el acuerdo alcanzado en la llamada Cumbre de París sobre el Clima (COP-21), en la que los países firmantes establecieron y rubricaron el marco legal de lucha contra el cambio climático a partir de 2020. Un acuerdo histórico que marca el final de los combustibles fósiles y que representa la voluntad de una comunidad global por dar respuestas globales a problemas globales.

Paralelamente, junto a la mejor noticia, hemos asistido también a la peor, el anuncio de Donald Trump de desvincular a EE. UU. del Acuerdo de París, anteponiendo el crecimiento económico a los efectos del cambio climático. A lo que además habría que añadir, su anuncio de revertir el Plan Nacional de Estados Unidos sobre el Clima. Este doble anuncio en negativo, por parte de uno de los países con mayores emisiones de CO₂ del planeta, sin duda hará más difícil mantener el clima bajo el umbral crítico de 1,5 °C de subida de temperatura.

Sin embargo, no hay que olvidar tampoco que los cerca de 200 países que firmaron el Acuerdo de París representan el 87% de las emisiones globales de CO₂. Del mismo modo que no son pocos los estados, ciudades y empresas dentro de Estados Unidos que, como el alcalde de Pittsburgh, han manifestado su intención de seguir los acuerdos de la COP21.

Sin duda será más difícil con Estados Unidos fuera, pero tampoco es imposible, todo dependerá de la rapidez con la que el resto de los países firmantes implementen el Acuerdo y aceleren el cambio.

Por su parte, Naciones Unidas —absolutamente consciente de los retos que tiene la humanidad en este siglo como consecuencia del cambio climático, la presión demográfica, el déficit de alimentación en algunas zonas, así como la problemática del agua con un acusado estrés hídrico— ha puesto sobre la mesa los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para 2030, con el objetivo de erradicar el hambre, la pobreza, conseguir una vida más digna para los seres humanos y más igualitaria entre hombre y mujeres.

Las metas establecidas en los ODS referentes al agua son transversales y necesarias para la consecución del resto de los ODS. Por tanto, al igual que existe una Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, parece imprescindible que se celebre una convención de las Naciones Unidas por el agua.

Para que el ser humano pueda tener oportunidad de una vida digna en un futuro deberá garantizarse una gobernanza global de los recursos naturales y del medio ambiente. Las legislaciones de los distintos países deberán internalizar y ser muy rigurosas en cuanto al uso de los recursos.

Dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en el número 17 se establece como elemento clave en la gobernanza la necesidad de alianzas entre todos los actores, de manera que movilicen y promuevan el intercambio de conocimientos, capacidad técnica, tecnología y recursos financieros, a fin de apoyar el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en todos los países. También apunta sobre la necesidad de promover la constitución de alianzas eficaces en las esferas pública, público-privada y de la sociedad civil, aprovechando las distintas experiencias.

La esperanza que abrió el Acuerdo de París, en cuanto a sentar las bases para una gobernanza global, se ha visto erosionada por la decisión de EE. UU. de abandonar el acuerdo. No obstante, apelando al instinto de conservación del ser humano, deberíamos confiar en una rectificación.

7. BIBLIOGRAFÍA

Banco Mundial. *World Development Indicators*. 2017.

Blunden, Jessica y Arndt, Derek S. "State of the Climate 2016". *Special Supplement to the Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 98, n.º 8, August 2017.

Emmot, Stephen. *Diez mil*. Ed. Anagrama. 2013.

FAO. *The estate of the world's land and water resources for food and agriculture*. 2011.

FAO. *Water pollution from agriculture: a global review*. 2017.

Hoekstra, Arjen Y. y Chapagain, Ashok K. *Globalización del agua. Compartir los recursos de agua dulce del planeta*. Fundación Agbar. Ed. Marcial Pons. 2010.

Hoekstra, Arjen Y.; Chapagain, Ashok K.; Aldaya, Maite M. y Mekonnen, Mesfin M. *The water footprint assessment manual*. Earthscan. 2011.

Lamo de Espinosa, Jaime. *El agua en el mundo. El mundo del agua*. Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras. 2016.

Maplecroft. *New Maplecroft index rates nations facing extreme water security risks*. 2010.

Marshall, Burke; Sol, Hsiang y Ted, Miguel. *Economic impact of climate change on the world*. Stanford. 2015.

Martín Vide, Javier y Díaz Álvarez, Amelia. "L'Aigua en els grans objectius mundials: els objectius de desenvolupament del mil·lenni i els objectius de desenvolupament sostenible". Col·legi Economistes Catalunya, *Revista Econòmica de Catalunya*, nº 73, 2016, pp. 85-95.

Martínez Lacambra, Albert. "La gestión del agua... cuestión de gobernanza". Colegio Economistas de Madrid. *Revista Economistas*, n.º 135, 2012, pp. 257-261.

Martínez Lacambra, A.; Albiol Omella, C. y Masana Llimona, J. "La financiación del ciclo del agua en España. Problemática y retos de futuro". Instituto de Estudios Fiscales. *Revista Presupuesto y Gasto Público*, 57/200, pp. 51-75.

- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España. *Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos. Informe sobre regadío en España* (ES YRCE). 2015.
- Naciones Unidas, UN-Water. *El agua, una responsabilidad compartida*. 2006.
- Naciones Unidas, Department of Economic and Social Affairs. *World Urbanization Prospects*. 2014.
- Naciones Unidas, Asamblea General. “Resolución de 27 de julio de 2012. El futuro que queremos”.
- Naciones Unidas, Asamblea General. “Resolución de 25 de septiembre de 2015. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”.
- Naciones Unidas. *El derecho humano al agua y al saneamiento*. 2015.
- Naciones Unidas, PNUD. *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. 2015.
- Naciones Unidas, WWDR. *Agua para un mundo sostenible*. 2015.
- Naciones Unidas, WWDR. *Agua y empleo*. 2016.
- OCDE. *Principios de gobernanza del agua de la OCDE*. 2015.
- PWC. *La gestión del agua en España, análisis de la situación actual del sector y retos de futuro*. 2013.
- Robles, Marina; Naslund, Hadley; Ramos, María Clara y Paredes, Juan Roberto. *Manejo sostenible del agua*. BID. 2015.
- Selmán Biester, V.; Cordero Díaz J., Larrain Delgado, P. y Salas Arancibia, R. *La modernización del sector sanitario en Chile*. Sistema de Empresas (SEP), Edición SEP, Santiago de Chile. 2006.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). *Informe de gestión*. 1999 a 2011.
- Tamames, Ramón y Aurín, Ramiro. *Gobernanza y gestión del agua: modelos público y privado*. Editorial Profit. 2015.
- Tamames, Ramón. *Frente al apocalipsis del clima. La lucha contra el calentamiento global. De Río-92 a París-2015*. Editorial Profit. 2016.

AUTOR**ALBERT MARTÍNEZ LACAMBRA**

Economista y abogado, es profesor de la Facultad de Económicas de la UAB desde hace veinticinco años. Ha impartido diversas asignaturas sobre economía de la empresa y gestión del sector público. Asimismo ha sido profesor en distintos másteres relacionados con la gestión pública y privada. Su trayectoria profesional en el sector público se centra en actividades relacionadas con la vivienda, el transporte público y las finanzas públicas; y dentro del sector privado, en diferentes empresas de consultoría y asesoría, y en el Grupo Agbar. Tiene experiencia en el sector del agua tanto en España como en Chile. Es autor de múltiples artículos relacionados con la gestión pública de la vivienda, el transporte público y la gestión del agua.



NOTAS



www.fundacionaquae.org

NOTAS

AQUAE PAPERS

AQUAE
FUNDACIÓN

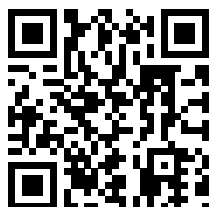
Nº 7

SEPTEMBER 2017

7

WATER AND THE CHALLENGES OF THE 21st CENTURY

Written by: Albert Martínez Lacambra



In collaboration with:



Colegio de
Economistas
de Madrid



CÁTEDRA AQUAE
DE ECONOMÍA DEL AGUA

WATER AND THE CHALLENGES OF THE 21st CENTURY

Written by:

Albert Martínez Lacambra

General Manager of Agbar

Professor of the Faculty of Economics of the Autònoma University
of Barcelona

© Fundación Aqual, 2017

Torre de Cristal - Paseo de la Castellana, 259 C

28046 Madrid (España)

www.fundacionaqual.org

Design and layout: SNGLR

Print: Cyan, Proyectos Editoriales, S.A.

Legal deposit: M-2094-2017

ISSN: 2340-3675

Printed in Spain

SUMMARY	PAG
1. INTRODUCTION	52
2. WATER ON THE PLANET AND ITS USES. THE IMPORTANCE OF AGRICULTURE	55
3. WATER WITHIN THE CONTEXT OF POPULATION PRESSURE IN THE 21ST CENTURY	62
3.1. GREATER WATER REQUIREMENTS OF URBAN SOCIETIES	66
3.2. THE NEED FOR NEW INFRASTRUCTURES IN CITIES	66
4. GLOBAL WARMING, WATER AND CLIMATE CHANGE	71
4.1. GREENHOUSE GASES AND GLOBAL WARMING	71
4.2. THE EFFECTS OF GLOBAL WARMING ON ECOSYSTEMS AND ECONOMIC DEVELOPMENT	73
4.3. ACTIONS AND FORECASTS	74
5. SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDGS) AND WATER	76
6. CONCLUSIONS	80
7. BIBLIOGRAPHY	86
WRITTEN BY	88

1. INTRODUCTION

Water is the source of life and development. Water is essential for human life, growth and the consolidation of our societies as well as to achieve sustainable economic development, while being essential to the development of civilizations.

The virtuous circle linking water with sustainable economic development encompasses infrastructure and governance. While water is a driving force in terms of development when the necessary infrastructures are in place, governance is essential in order for these things to actually exist.

Governance is the rational management of the “res pública”. The Royal Academy of the Spanish Language very accurately defines it as “the art or manner of governing that sets out to achieve sustainable economic, social and institutional development, promoting a healthy balance between the State, civil society and the market economy.”

Whenever governance works, political analysts would argue that there is institutional stability, a legal expert would invoke legal certainty or legitimate expectations as a relevant factor while an economist would call for economic rationality in terms of decision-making. In any case, the existence of governance involving political decision-making helps optimise social well being.

Failures in governance tend to throw a spanner in the works when it comes to availability of water in terms of quantity and quality, when the virtuous circle does not work.

Figure 1. Virtuous circle of water and governance



The United Nations (UN) argues that water conflicts are more closely related to problems of governance than those involving resources. However, it is

logical to think that a failure of everyone to work together in the coming years will lead to this problem affecting both governance and water resources.

The United Nations's sensitivity to water governance is telling, given that 40% of the world's population live in transboundary basins, i.e. beside waterways that run through several countries, which number 257.

We could talk all day about conflicts whose key issue is water, one of which is the conflict between Israel and Palestine, due to a prominent part of Israel's water coming from outside the borders defined in 1948, mainly from the West Bank and the Golan Heights, or the struggle between Egypt, Sudan and Ethiopia, following this latter country's construction of a dam on the Blue Nile, a tributary of the Nile, guaranteeing the lion's share of the ensuing flow. The situation threatened to escalate into a military conflict until the eventual signature of an agreement between the three countries in 2015. Other notable cases in recent history are the conflict between Turkey, Syria and Iraq related to the water of the Tigris and Euphrates rivers and the effect on the flows from the Ataturk Dam or the conflict that emerged between Mozambique and Zimbabwe over the Zambezi River and disputes between Mali and Nigeria in relation to the Volta River.

However, governance, apart from including the regulation of resources, also involves ensuring the rational use of water and the availability of adequate infrastructure to enable sustainable use, ensuring access to safe drinking water to all human beings and the preservation of ecosystems.

The preservation of ecosystems should include a well-thought-out and responsible use of this resource, to prevent its over-exploitation and the endangerment of the environment.

It is paramount for water to be returned to the environment with sufficient quality so as not to throw the ecosystem into imbalance.

Debate generated in our society in relation to water has had a very heavy populist slant, based on dogmatic positions that purely respond to ideological positions which are lacking even the slightest knowledge about the real challenges of water in the 21st century.

The lack of insight is astounding when listening to these speeches, which often crumble when exposed to the minimum amount of intellectual questioning, in addressing the water problem, ignoring the real problems and recreating stale debates more like those from the two preceding centuries.

It is important not to lose sight of the fact that the great enemy of governance is populism. And if we add *twitterism* to the mix, we end up witnessing the most frivolous and incapable exercise of political action that we could have ever have imagined.

Please allow me a moment to define what *twitterism* is: “An ability to articulate an idea in 140 characters, without the need for any study, analysis, knowledge or reflection, in order to contrast the validity and viability the same”.

Therefore, the marriage of populism and *twitterism* plunges us in the world of occurrences, where the result and viability are quite uncertain, leaving the world of creativity behind, due to the fact that, as stated by Valentí Pich, President of the General Council of Economists, “creativity must be measured and understood”, thus making it necessary for a proposal to be founded on study, analysis, knowledge and reflection.

The aim of this paper is to put what the real challenges around water in the twenty-first century into objective terms, challenges that might even allow us to look at the viability of our existence. The document is divided into the following sections for this purpose:

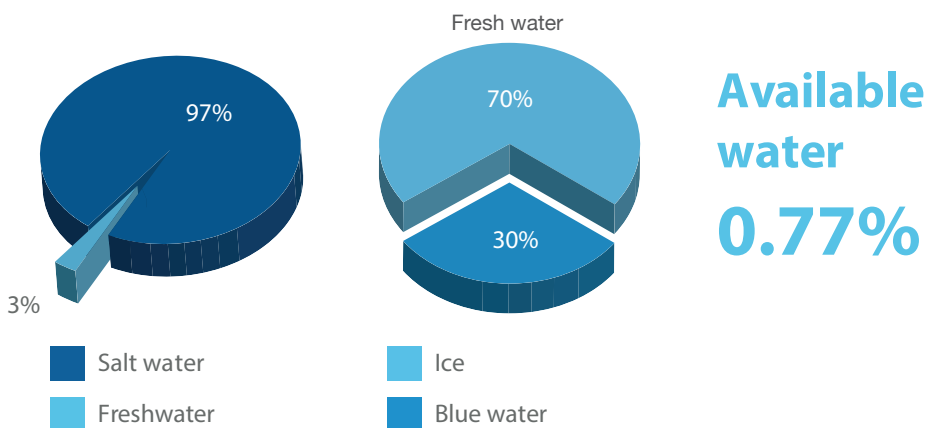
- In section 2, “Water on the planet and its uses. The relevance of agriculture analyses” the distribution of water around the world in terms of the areas where there is a greatest scarcity of water and the importance of agriculture as an element of survival of humanity, therefore emphasising the necessary rationality when it comes to the use of water and land. The challenge of feeding humanity in the 21st century is related to the rational use of water as well as the care of the sources, namely, rivers, lakes, ponds and aquifers.
- In paragraph 3, “Water within the context of population pressure in the 21st century”, the population pressure burdening the planet of the 21st century compounds the vector of water scarcity from the previous section. Apart from the geographical distribution of population growth, we also reflect on the consequences of urban population and the necessary infrastructure requirements for cities to be resilient and to ensure a decent life for its inhabitants.
- Paragraph 4, “Global warming, water and climate change” contains a brief description of the effects of global warming and the resulting climate change, an element that, added to water scarcity and population pressure, leads to a highly-complex scenario, resulting in instability in many parts of the world. Situations that should make us reflect on whether what we are doing is enough or if it is already too late.

- In paragraph 5, “The Purpose of Sustainable Development and Water”, the United Nation combines the three vectors of pressure in the formulation of the SDGs as seen in the previous sections: water scarcity, population pressure and climate change. The Sustainable Development Goals (SDGs) are detailed, along with the goals established. The common denominator of these goals are infrastructure and governance.
- Section 6 addresses the conclusions.

2. WATER ON THE PLANET AND ITS USES. THE IMPORTANCE OF AGRICULTURE

70% of the planet is covered with water. Out of all the water on the planet, 97% is salt water while between 2.5% and 3% is fresh water. Ice accounts for 70% of fresh water, meaning that the water available corresponds to 0.77% of the planet’s water resources.

Figure 2. Composition of water on the planet



Annual rainfall amount to 119,000 km³, 38% of which, or 45,000 km³, is “blue water”, while 62% is “green water”.

The name blue and green water was introduced in 1995 by Professor Malin Falkenmark and refers to the flowback of water into the atmosphere as a result of evapo-transpiration in the case of green water. Blue water corresponds to water found in rivers, lakes, reservoirs, ponds and aquifers.

Green water is the source of water from rainfed agriculture, while irrigated agriculture usually uses blue water, supplementing rainwater.

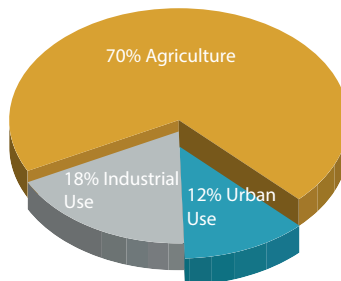
Following the denominations of green and blue water, Arjen Y. Hoekstra, in his analysis of the water footprint, introduced the concept of “grey water”, which corresponds to water contaminated by the production of goods and services. The alchemy of this grey water in blue water is what allows sustainable development to take place.

That fact that blue water makes up 0.77% of water resources of the planet may seem very little for the subsistence of humans. However, this could be enough, provided that it is used in a rational manner alongside caring for the environment. In fact, as already mentioned in the introduction, the United Nations believes that conflicts over water emerge over governance issues rather than ones related to resources.

However, the sense of governance in terms of water should go beyond resolving conflicts over transboundary basins. In order to ensure the proper management of water resources, public authorities must become aware of the most essential elements to ensure rational use of water and to preserve ecosystems and the environment.

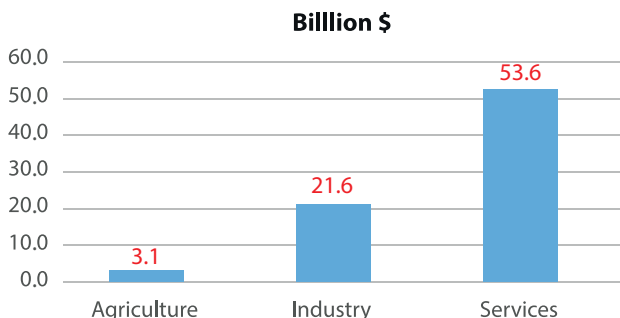
The first question we must answer is what water is used for and how. Figure 3 illustrates the distribution of water uses. 70% of water is used for agriculture, 12% for urban uses and 18% for industrial activities.

Figure 3. Water use



It is interesting to analyse how the global GDP is generated. Out of the 78 trillion dollar wealth of the planet, 3.9% is generated by the primary sector, 27.6% from industry and 68.5% from services.

Figure 4. World GDP 2016



	\$ Billion	%
Agriculture	3.1	3.9%
Industry	21.6	27.6%
Services	53.6	68.5%
Total	78.30	100.0%

Source: 2014 World Bank and internal calculations.

This means that whoever consumes 70% of the most vital resource of our planet produces about 4% of the wealth of our economic system. Does this then mean that we have to look at the use of water in terms of economic return? Far from it! ... agriculture has clearly been the basis of subsistence and development for human beings for the last 10,000 years, with the Agricultural Revolution.

What needs to be looked at is whether the agricultural environment treats water with enough rationality, given the scarcity of both water and land. Therefore, the question involves how its use can be optimised.

For example, there are about 17,000 million hectares of cropland in Spain. 3.6 billion of these hectares are used for irrigation purposes, 978,000 of which use non-modernised irrigation systems that consume between 40 and 50% more water.

How many more hectares could be converted into irrigated land, with excess water, from the modernisation of irrigation systems? The figure would probably be around 400,000 or 500,000 hectares, making it possible to increase the irrigated surface area in Spain by more than 10%, with the consequent improvement in productivity in the field.

The global cultivated surface area (table 1) is 1,557 billion hectares, 324,000 million of which are irrigable areas, or, 20% of the total. 40% of food production is concentrated in this 20% agricultural surface area, due to higher productivity.

Table 1. Evolution of arable land

Thousand millions ha	1961	2015
Rainfed	1,229	1,233
Irrigate land	139	324
TOTAL	1,368	1,557
% irrigated land	10.16%	20.81%

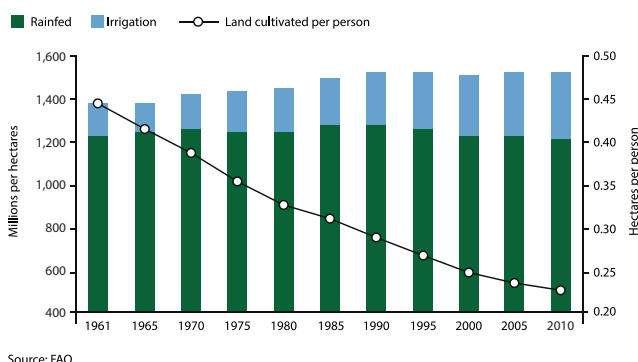
The wealth generated by industry accounts for 27.6% of the global GDP while services represent 68.5%.

As mentioned earlier, the weight in terms of the generation of wealth should never be considered in terms of a “right” to collect the resource, since agriculture is the key sector when it comes to a guarantee of food safety for human beings and is therefore essential to the rest of the sectors in operation.

In 1961, the planet had a population of 2,980 billion people, with a cultivated area of 1,368 million hectares, 10% of which was irrigated land. This amounted to a cultivated area of 0.46 hectares per capita.

Fast forward 50 years later to 2015 and the area devoted to agriculture amounted to 1,557 billion hectares, 20.8% of which were irrigated land. In half a century, the area devoted to agriculture increased by about 14%, while the population increased two-fold or by 150%, from 2,980 billion to 7,350 billion.

Figure 5. Evolution of arable land 1961-2008 (2011)



The current ratio of land surface area per capita for agriculture is close to 0.22 ha per inhabitant. In other words, the agricultural land per capita has halved.

So, what has happened in terms of agricultural production? Field productivity has clearly grown exponentially, given that food production has undergone a 2.5-fold increase during this time, virtually at the same rate as the population, while the cultivated surface area has only increased by 14%.

It is worth highlighting that irrigation land has increased 130%, while rainfed areas have remained virtually the same as half a century ago, with a slight increase of 0.3%.

Intensified irrigation, as well as the modernisation and industrialisation in the field, have led to a two-fold increase in agricultural productivity.

It is vital for agricultural productivity to continue increasing over the coming years with improved irrigation and a wide range of technological advances, both in terms of managing the plantation and the plants themselves, given

that the population will be around 9,700 billion by 2050 with FAO estimating that food production must increase by 70%.

The recent 66,000 billion dollar acquisition by Germany firm Bayern of the US company Monsanto, world leader in seed and traits, is a response to a clear strategic positioning to become a benchmark and a world leader in the coming years, in which technology and science in agriculture will be essential in order to increase land productivity.

Malthus's prophecy has not been fulfilled

We have so far managed to evade the fatal prognosis made by Thomas Malthus, in 1800, on the foreseeable collapse of humanity due to lack of food, due to his argument that the population was growing geometrically while the means for subsistence were growing, at the very best, arithmetically, thus making it possibly inviable to meet the needs of this growing population.

Looking at the evolution of the population in Table 2 makes it clear of how correct T. Malthus's forecast was in terms of the ensuing population pressure, since population increased by about 300,000 million people between 1000 and 1800, i.e. over 800 years, while increasing 6-fold in the next 200 years, from 978,000 million to 6,070 billion. And if we take the forecast for 2050, this figure rises further to 9,725 billion. In other words, the population will increase tenfold in a 250-year period.

Table 2. World population evolution

Year	Thousand millions of inhabitants
1000	310
1800	978
1850	1,262
1900	1,650
1950	2,518
200	6,070
2050	9,725

Fortunately, he was wrong in his prognosis in terms of the ability to generate means of subsistence, as man has indeed managed to produce enough food to meet population pressure.

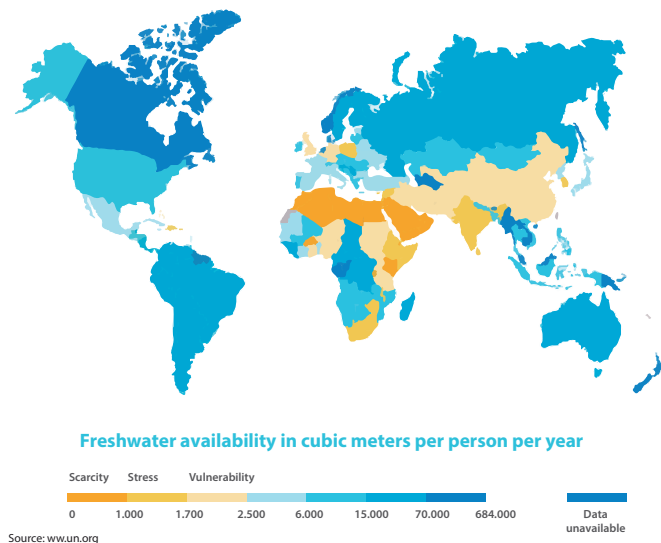
However, according to the FAO, 925,000 million people are chronically malnourished. While someone might say that *Malthusianism* already saw this coming, these situations do not respond to the lack of global capacity to generate means of subsistence, but rather to the ineptitude of distribution and often also

due to problems of governance. Let's not lose sight of the fact that 3 billion tons of food are produced each year, one third of which, or nearly 1 billion, perishes and is never consumed.

While water is key to addressing the population pressure that lies ahead, areas with increased water stress are those that will be under increased population pressure in this century.

Let's look at map 1, which illustrates the areas of higher water stress. These territorial areas will be under the greatest population pressure during this century.

Map 1. Distribution of water around the planet (2013)



More than 50% of the population are currently living in vulnerable areas from the point of view of water stress, namely, with an amount of water per capita not exceeding 2,500 m³, 1,200 million of whom doing so in areas suffering scarcity.

Groundwater, key to the future

Groundwater is an essential source for agriculture and human consumption due to how it accounts for 43% of irrigation water, consumed by 50% of the population, according to the FAO. 2,500 billion people's only water supply comes from groundwater.

Map 2 shows the areas where the greatest over-exploitation of groundwater resources is concentrated. In fact, 20% of aquifers are estimated to be

over-exploited, along with everything entailed in this, in terms of salinization and environmental imbalance.

The scant regard and attention given to groundwater is quite surprising, considering its importance for both agriculture and for human consumption.

As already mentioned above, governance does not only involve the way of managing transboundary basin resources but also how the resources available are governed without the need for over-exploitation, demanding rational use and returning the water used to the natural environment in proper conditions, thus preventing contamination.

Treatment and purification of waste water corresponding to the population as well as industry are essential for the preservation of the ecosystems and the proper condition of groundwater and surface water.

25% of the population, or about 1.8 billion people, uses sources of supply contaminated with faecal bacteria. Treatment infrastructure is essential to contribute to the health and well being of human beings.

Curbing industrial contamination

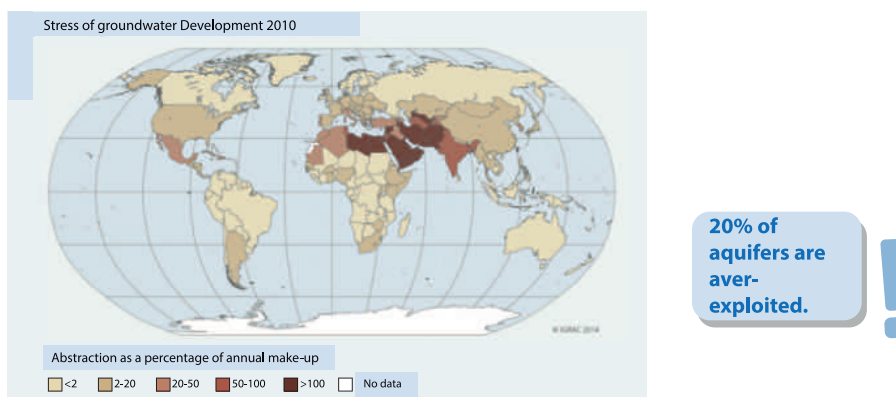
Industrial water treatment is also key for ensuring clean water for irrigation and human consumption. Treatment infrastructure is necessary to prevent the discharge of heavy metals and chemicals.

Countries such as China, undergoing their own industrial revolution, stress the use of natural resources to the limit, with elevated levels of both air pollution levels and the contamination of their water, all as a result of a complete lack of urban or local waste water treatment. 80% of the waters from rivers in China are estimated to have suffered degradation as a result of industrial and urban waste.

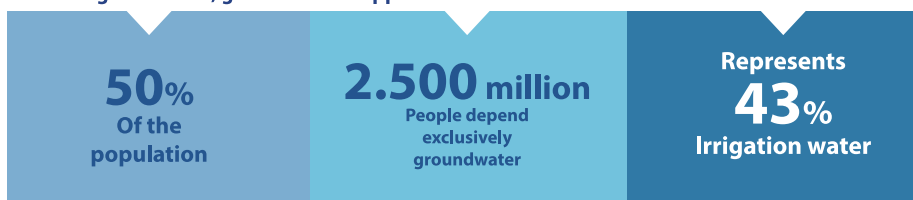
The percentages of wastewater being treated is alarming with only 20% of water discharges subject to such treatment, i.e., where 80% of the discharges do not receive any treatment, thus turning into hotbeds of contamination.

In today's world, no activity that does not follow the basic principles of the circular economy, regardless of how productive it may be, justifies a failure to respect the basic principles of circular economy, namely, an efficient economy that is respectful in terms of the use of natural resources. Cutting costs for any activity cannot justify the depredation of natural resources under any circumstances. Therefore, the issue involves leaving the linear economy behind, where resources are treated as infinite resources, in order to design activities under the precepts of circular economy.

Map 2. Groundwater



According to the FAO, groundwater supplies



3. WATER WITHIN THE CONTEXT OF POPULATION PRESSURE IN THE 21ST CENTURY

As already mentioned in the previous section, population pressure in this century confirms the *Malthusian* predictions in terms of the geometric growth of the population, evidenced by how the planet had a million inhabitants 10,000 years ago at the beginning of the Agricultural Revolution, while there were 310,000 million habitants on the planet in the year 1000. Meanwhile, the number of inhabitants on the planet in 2000 was 6.07 billion, while today this number is greater than 7.3 billion. The population of the planet is expected to rise to 9.7 billion by the middle of this century and reach 11 billion by the end of the century.

Table III shows the forecast population growth for this century and the distribution of growth in different areas of the planet.

We can see that areas with increased water stress will be under increased population pressure. By 2050, Asia will be supporting a population of more than 5 billion people while Africa's population will double in the next 35 years, and quadruple by 2100 compared to 2015.

Table 3. Evolution world population 2015 - 2100 (2016)

<i>thousand million people</i>	2015	2030	2050	2100
Asia	4,393	4,923	5,267	4,889
Africa	1,186	1,679	2,478	4,387
Europe	738	734	707	721
Latin America and Caribbean	634	721	784	721
North America	358	396	433	500
Oceania	39	47	57	71
Total	7,349	8,501	9,725	11,213

Source: The UN.

Given this evolution, the most immediate question that arises is whether the planet is able to withstand such pressure.

The *Malthusian* curse that predicted an uncertain future owing to the inability to increase production of means of subsistence at the same rate that the population was growing has managed to remain unrealised over the last 200 years. In fact, in the last 50 years, we have achieved a 2.5 fold increase in food production, in other words, in line with population growth.

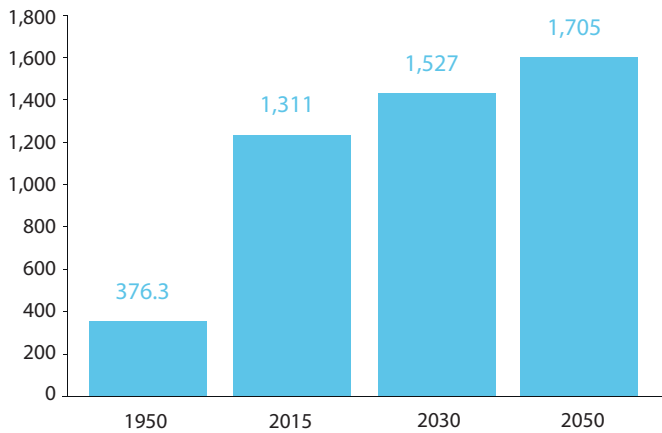
The FAO (Food and Agriculture Organization) predicts that food production must increase by 70% by 2050. This can only be viable if a technological revolution takes place in agriculture as well as implementing the rational use of water.

Certain projects deserve special attention and indicate the strategic positioning of countries facing the challenge of agriculture and population pressure.

India is implementing a project to increase irrigated areas by 35,000 million hectares. This consists of the interconnection of 46 rivers through a 10,000 kilometre canal network, with a total cost of 200,000 million dollars. It should be noted that India's population levels will reach 1.7 billion by 2050, surpassing that of China, with a figure of 1.4 billion.

Let's look at the chart detailing the evolution of India's population. Its population will increase by 400,000 million within a 35-year period along with its consequences in terms of food requirements.

Figure 6. Evolution of India's population (*millions of inhabitants*)



Source: The UN 2016.

Despite the degradation of the condition of the water in China as a result of contaminants being discharged, the Central Committee of the Communist Party (CPC) and the State Council are promising “remarkable progress” in agriculture by 2020, with the authorities announcing the drive to improve the quality and competitiveness of their agricultural products through high-quality agricultural land and professional farmers who meet the demands of modern agriculture. The aim involves the creation of about 53,000 million hectares of high quality agricultural land by 2020, which will need to be highly productive in order to ensure the growing of stable crop yields in a manner that is environmentally friendly and that is able to withstand floods and droughts.

It is also worth mentioning certain countries such as Colombia, which will dedicate more than four million hectares to agriculture once the conflict with the FARC ends.

Chile, aware of the future increase in global demand in the coming decades, is developing a project throughout the country, to deploy about one million hectares of irrigated land, which will allow them to double the value of their agricultural exports and lead to the creation of a million jobs.

It is also worth mentioning the commitment of the Peruvian government to develop irrigation projects that could lead to an increase of some 360,000 hectares of irrigated land.

Expectations in terms of population growth are clearly pushing countries to undertake strategic projects related to water and agriculture, as a strategic element to boost their economy and other ones to ensure the self-sufficiency of their population.

However, in a recent study (*Water pollution from agriculture: a global review*), the FAO warned of the need to look after our water, due to how the requirements for increased food production as a result of demographic pressure is degrading water masses. Agriculture and the use of pesticides and fertilizers, as well as livestock, in terms of the need to meet the growing demand for meat and animal derivatives, have resulted in a greater concentration of animals and complicates the treatment of waste, with a subsequent impact on local water sources, while the rise of aquaculture involves a high concentration of faeces in discharges and waste water in the different aquatic environments.

Hence the importance of waste water treatment, whether this is for urban, agricultural, livestock or industrial activity. The principles of Circular Economy must be internalised in any activities that involve the use of water. This liquid element is a scarcity as well as the most vital resource for the maintenance of humanity on the planet.

The growing importance of cities

We have already touched on the geographical distribution of population increases, but an important element is the way in which this growth between rural and urban areas will be focused.

One interesting reflection is how population growth will be distributed, not so much geographically, which we have already explained, but rather in terms of rural *versus* urban population.

In 2015, the population living in urban areas amounted to 3.96 billion, 54% of the total population. Taking 1950 as a reference, where only 30% of the population lived in urban areas, the urban population has gone from totalling 750,000 million to 3.96 billion, a five-fold increase in the urban population over a period of 65 years. However, it seems that 66% of the population will live in urban areas by 2050, according to the forecasts, with the figure rising by 6.3 billion people.

According to the analysis conducted by the United Nations (*World Urbanization Prospects 2014*), 90% of the 2.5 billion population growth forecast in urban areas, will be spread between Africa and Asia. Special attention must be given to the increase in urban population in India, China and Nigeria.

What consequences will these human concentrations have on water consumption? We can basically point to two effects:

- The food consumption habits and lifestyles of the urban population re-

quire greater water consumption.

- Infrastructure requirements to both ensure the water supply of these urban agglomerations, as well as to ensure the proper treatment of their wastewater, prevent sources of contamination and preserve ecosystems as well as to have the necessary infrastructure in place to allow cities to withstand extreme weather behaviour, such as heavy rains and ensuing flooding, and have water reuse infrastructure in order to optimise the use of water. All of the above involves making cities more resilient.

3.1. Greater water requirements of urban societies

We can refer to the “water footprint” (Professor Hoekstra) in relation to the increased urban living water requirements, defined as the volume of freshwater used to produce the goods and services obtained by a company or consumed by an individual or a community. In other words, this is the “water we do not see” but that we need in order to have consumer goods.

One example is China, where nearly 50% of the population live in rural areas, which has an annual water footprint of 700 m³ per capita. This figure is significantly higher in the case of the US, reaching 2,500 m³ per capita, with Spain not far behind, with an annual per capita requirement of 2,325 m³.

The needs of urban life increases the requirement of the water footprint, both due to the eating habits of the urban environment, as well as demand for other consumer goods.

One example we can cite is the “water footprint” required to produce or manufacture agricultural or manufactured goods: one kilogram of beef requires 16,000 litres of water; 6,000 litres are needed to produce 1 kilo of chicken; 200 litres for a glass of water, a cup of coffee requires 140 litres of water, a micro-chip 32 litres of water, an-A4 sheet of paper requires 10 litres of water, a cotton shirt 2,700 litres while 10,850 litres are needed to produce a pair of jeans.

Therefore, insofar as urban life requires a greater water footprint, the direct and indirect consumption of water will also grow more proportion to population growth in cases of populations concentrated in urban areas.

3.2. The need for new infrastructures in cities

The population pressure on urban areas makes it necessary to develop infrastructure in order to guarantee a minimum quality of life of the population. These city infrastructure will address viability as well as public transport, waste treatment and will be obviously related to water.

It will be essential to **guarantee the supply** of water, making it essential to have infrastructures for supply, water treatment, water production (desalination when no other alternative source is available) so that ensure stable access to this resource and more if we consider the forecast impacts of climate change that I will deal with in the following chapter.

In 2010, the consultancy firm MAPLECROFT published a ranking of countries with greater difficulties in accessing water and predicted that the situation would only worsen in the future, posing a threat to the stability of the territories.

The 10 countries listed were Somalia, Mauritania, Sudan, Nigeria, Iraq, Uzbekistan, Pakistan, Egypt, Turkmenistan and Syria. The infrastructure deficit is what leads to limited access to water, due to the mightiest rivers on the planet that run through these countries.

One example of this is the Nile that traverses Egypt and Sudan, two countries featuring in this list countries with difficult access to water. The Nile is the longest river in Africa with average flow of about 2,800 m³/sec. To give you an idea of the supply capacity of the Nile, the flow rate of about 10 m³ per second is sufficient to supply an urban population of about three million.

Other countries listed are also worth mentioning, such as Pakistan through which the Indus River flows; Turkmenistan and Uzbekistan through which the river Amu Daria flows, Iraq, through which the Tigris and Euphrates rivers flow, and the Niger River in Nigeria.

These are clear examples where the limiting factor is governance, rather than water. Therefore, while transport and water treatment infrastructures are clearly required, this involves investment, which in turn requires financial resources. While resources can come from both public and private sector, there must be an environment of legal certainty and institutional stability in place before a private investor will decide to get involved, thus making it necessary to obtain sufficient guarantees.

Climate change and unpredictable weather make it essential to have the most robust possible supply in place as there is no doubt that climate variations are increasingly more extreme, therefore making droughts much more severe.

Barcelona suffered such a severe drought in 2008 that left the city and its metropolitan area 15 days away from initiating restrictions and supply cuts, with the consequent impact on the wellbeing of its citizens and the economy of the city. The situation was so extreme that water had to be brought in on boats.

Following certain advances, such as the construction of a desalination plant and reducing user consumption (demand management), things are still very much hanging in the balance, which could have serious consequences in the event of another similar episode occurs.

Sanitation facilities are also essential to the conservation of our ecosystems. Once the water has been used, it must be returned to the environment under conditions that do not harm the environment, whether this is through industrial or urban depositions.

It is interesting that only 20% of the water discharged on the planet is treated following its use. This means that 80% of the water used is discharged without any care having been taken in relation to its impact on the environment and on human health itself.

As mentioned above, 2.5 billion people use supply sources contaminated with faecal bacteria. Meanwhile, there is no care taken in terms of industrial waste water discharges in countries experiencing an industrial revolution, like China, resulting in the deterioration of bodies of water, with a devastating impact on ecosystems and human health.

Water in the climate summit

A historic agreement was signed at the Climate Summit held Paris (COP21) at the end of 2015, involving a gradual reduction in the emission of greenhouse gases (GHGs) from 2020. It has undoubtedly signalled a success of the international community and a sign of respect for the planet and our future generations.

Donald Trump made a shock announcement in June of this year of his intention for the US to pull out of the Paris Agreement, putting economic growth ahead of the conservation and maintenance of the Planet, sticking to the denial about the effects of climate change on the planet.

Some weeks later in mid-August, the US Agency for Atmospheric, Oceanic and Hydrological Sciences Information issued its annual report on the "State of the Climate". Included in the report, signed by more than half a million scientists from institutions across the globe, was that 2017 was the warmest year ever recorded, with longer droughts, a decrease in Antarctic ice and an unprecedented number of tropical cyclones and worst of all was its grim outlook for the future.

Just two weeks after its publication, the US was hit by the effects of unprecedented hurricanes, tropical storms and floods. And in the time since President Trump has announced his withdrawal from the Paris agreements, two other continents, Africa and South Asia, suffered the devastating effects of torrential

rainfall and devastating drought, resulting in close to two thousand deaths, millions of displaced persons and mass property damage.

The irreversible nature of the announcement made by the US President, which represents the leading global economy, was undoubtedly bad news involving a clear conceptual step backwards in terms of the preservation of mankind and the well-being of our future generations.

Future summits would ideally put water on the agenda as an essential element of the agreement, given that human well being is directly proportional to how this is used alongside care for water.

The requirement for sanitation infrastructure is essential to prevent the disintegration of a conurbation. We all remember the image of the Olympic Games in Rio de Janeiro's Guanabara Bay, where dinghy sailors were colliding with all kinds of floating debris.

However, we can observe such nightmarish situations much closer to home, where the proliferation of toxic algae caused widespread panic in el Mar Menor (Murcia) last summer. The massive presence of phytoplankton (unicellular algae) was a clear symptom of severe degeneration of the ecosystem due to how it produces toxins in significant quantities with a negative effect on marine organisms, and even effect on humans.

What is the reason behind such a disaster? The report issued by the Department of Health seems to point to the main culprit being eutrophication (an accumulation of organic waste) produced by the discharge of water and urban and agricultural waste.

The impact is not only environmental, and also has economic consequences, due to how unacceptable it is for an area with a tourist potential of this size to be unable to care for one of the most precious assets of the area.

In 2014, Spain was the country with the highest number of disciplinary proceedings brought against it by the European Union as a result of discharges. This situation reflects a significant and unfathomable investment deficit due to the fact that Spain is one of the countries with the lowest water prices in Europe.

The United Nations have prioritised sanitation within the Sustainable Development Goals in the horizon for 2030, which I will elaborate on later on.

Maximum prominence must be given to **water reuse infrastructures**, given the situations involving water stress. In other words, once the water is used, it is collected

and treated in water treatment plants, with the possibility of applying an additional treatment process, known as tertiary, which allows the water to be left in conditions for use as raw water or for various environmental, urban or industrial use.

This requires the health authorities to adapt policy to the current reality and the competent authorities to be aware of the potential of this alternative for both urban and industrial use.

Tertiary treatment is today available in several water treatment plants in the Barcelona metropolitan area, with the treatment plant located in El Prat standing out for its sheer magnitude, allowing treatment of 3 m³/s, equivalent to the consumption of approximately one million inhabitants, with the affluent now flowing into the sea the majority of the time.

Other capital infrastructure for cities are related to **rainwater** to manage the phenomenon of increasingly frequent flooding in our lands. In fact, one of the effects proven to be linked to climate change is the more extreme behaviour of weather phenomena, along with the ever-increasing extremity of droughts as well as episodes of torrential rain, overwhelming our cities' collection and water containment systems. The images of the flooding in northern UK in 2014 with the ensuing devastation caused by torrential rains, provide a good example.

These disasters can only be prevented with urban infrastructure that enables the rapid collection and containment of water. However, none of this is possible without the intervention of major investors.

The situation is even worse in less-developed countries, where urban sprawl growth is concentrated around a core of minimum services, leading to the proliferation of shanty towns and housing with precarious urban infrastructure. In these cases, just heavy rain is enough to devastate homes.

We cannot continue this reflection on water without mentioning the water-energy dichotomy. By way of example, we have seen how drought has led to a spike in the emission of greenhouse gases this summer as a result of the reduction in hydroelectric generation due to a shortage of rainfall, with the use of coal and gas making up for this generation deficit. This situation has led to a 71 per cent increase in emissions into the atmosphere.

It is now an appropriate time to mention a circular economy project taking place in Santiago de Chile being carried out by Aguas Andinas, where waste water plants act as "bio-factories", attaining a zero-emission energy balance as a result of the utilization of by-products and waste from the waste water processes.

Having all the necessary infrastructure in our cities means being armed to have **resilient cities**. The term **resilience** is a very popular term used when referring to cities. The Royal Academy of the Spanish Language defines resilience as the “capacity of a living being to adapt when faced with a disturbing agent or a state of adverse situations”, while in material terms, it is defined as “the ability of a material, mechanism or system to recover its initial state when the disturbance to which it has been subject has ceased”. Therefore, according to UN-Habitat, resilience in cities corresponds to the capacity to resist and recover from any changes and effects suffered by the system.

Climate change will undoubtedly test urban resilience. In realistic terms, our cities are generally ill-prepared to pass any resilience tests, since the existence of extreme droughts, floods and human agglomerations with poor sanitation systems still make it necessary for significant investment to be made to take on this challenge.

4. GLOBAL WARMING, WATER AND CLIMATE CHANGE

In 1992, the issue of global warming was addressed as a global problem in Rio de Janeiro, while today, there is almost total unanimity that this is something that needs to be dealt with. This explains the success of the climate summit in Paris (COP21), which I will talk about in greater detail further on.

Most scientists agree that global warming is anthropogenic, i.e., caused by human activity on earth. Global warming has been increasing since the Industrial Revolution.

In fact, the last few years have seen record temperatures recorded during the summer months as well as the average annual going back as far as at least 1850, when reliable temperature records were first available.

If humanity fails to contain global warming, climate disturbances may have a devastating effect on our ecosystems as well as our existence.

4.1. Greenhouse gases and global warming

The cause of global warming is the emission of greenhouse gases (GHGs). Water vapour, carbon dioxide, methane, nitrous oxide and chlorofluorocarbons are the GHGs with the highest concentration in the atmosphere.

It goes without saying that the greenhouse effect is essential for the existence of life on planet earth, since this phenomenon prevents the average temperature at the planet's equator from dropping below -10 °C. Therefore, the

greenhouse effect consisting of retaining a portion of the solar energy striking the Earth and absorbed by greenhouse gases contained in the atmosphere is vital to our existence.

Water vapour is the main cause of the greenhouse effect, accounting for 70% of the same. It operates as a gas that feeds back with the climate, whereby the higher the temperature, the more vapour, clouds and precipitation there will be.

Water vapour in the atmosphere acts as a type of heat distributor as the water molecules from the atmosphere trap heat from solar energy that bounces off the Earth, and distributes it throughout the earth's surface.

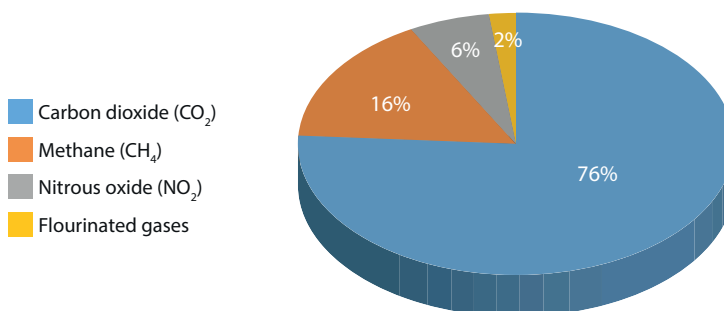
Water vapour is the essence of the hydrological cycle that feeds and evaporated seas and oceans, with the process of evaporation, transpiration, condensation and precipitation.

Human beings have no influence on this gas due to the fact that human activity cannot modify it to any great degree. However, the temperature rising as a result of other gases can indeed cause alterations in the hydrologic cycle.

The rest of the gases are very much related to human activity, with an agreement signed in 1997 in Kyoto to reduce their emissions due to the clear impact of human activity on emissions.

Graph 7 shows the importance of every GHG in the atmosphere.

Graph 7. GHG - Composition (Excl. Water vapour)



The most important gas after water vapour is carbon dioxide (CO₂). This accounts for 76% of the total GHGs (excluding water vapour). It is released through natural processes such as breathing and volcanic eruptions. The following are the human activities that release CO₂: the burning of fossil fuels, 85% of our energy system corresponds to fossil fuels. Deforestation and changes in land use also have harmful effects, since trees are crucial in the absorption of greenhouse

gases, and the forested and wooded areas are genuine carbon sinks, hence the importance of investing technology in agriculture to increase land productivity, rather than having to resort to deforestation or harmful use changes.

City life generates more emissions than rural living. We can indeed conclude that the water footprint of an urban dweller is larger than that of his/her rural counterpart. The same is true in terms of GHG emissions. Thus, an American generates a ton of CO₂ every 2 weeks, a European generates a ton of CO₂ every month while someone from India would need one year to emit one ton of CO₂.

We should not forget that 66% of the population will live in urban areas by 2050. In other words, a total of 6.3 billion people.

The concentration of CO₂ in the atmosphere has been estimated to have increased by 43% since the beginning of the Industrial Revolution to today. CO₂ remains in the atmosphere for between 100 and 500 years.

Methane (CH₄) is the other gas that, despite being less prevalent than CO₂, is also important due to its warming potential that is 21 times more effective than CO₂. On the other hand, it remains in the atmosphere for between 7 and 12 years. Therefore, its mitigating effects only last for a short period of time compared to CO₂.

Methane is naturally occurring and is the result of human activities. It is generated in farming activities and in the management of the wide range of waste. Large masses of frozen methane in the seabed and Siberian tundras will be released into the atmosphere as a result of global warming.

4.2. The effects of global warming on ecosystems and economic development

Some of the effects of the warming up of the planet can be listed here:

- Melting of the ice caps and rising sea level: Over the last two decades, the sea level has risen by 8 cm, as the oceans absorb 90% of the heat caused by emissions of greenhouse gases, thus contributing to polar melting.

Several studies predict that the sea level will rise between one and three meters in 100 years, submerging areas currently inhabited by 2 billion people in water.

- Loss of salinity of the seas as a result of the massive influx of fresh water from the melting ice. This phenomenon could cause severe climate changes, especially in Europe as a result of a certain deviation of the Gulf Stream, as this ensures a warm current climate for Europe, considering the latitude where it is located.

- Acidification of oceans and seas. Most of the CO₂ emitted ends up in the oceans, if we add the rest of GHGs and the release of methane from submarine soils with a deadly impact on marine flora and fauna.
- Desertification processes are accelerated in large areas of the planet, such as the Sahel, Syria, Pakistan, and the expansion of large deserts (Sahara, Gobi and Kalahari).

Every year, millions of “green” hectares are lost due to deforestation as a result of fire. We cannot lose sight of the importance of forests and woodlands as large CO₂ sinks.

- Climate change is evident. Weather situations are exacerbated. Droughts are more extreme and long-lasting. The same applies to rains, which are torrential and extremely heavy. Added to this, the average temperature record for each year is topping the previous one, year-in year-out. Hence the importance for adequate infrastructure to make cities more resilient.
- Economic impact of climate change: Various estimates have been made in relation to the impact of climate change due to global warming, which are evidently not neutral in our economies.

Map 3 “Economic Impact of Climate Change-2100” shows the forecast for the year 2100 of the global impact of climate change. We can see once again how those areas with the greatest water stress and population pressures will suffer the greatest economic impact in terms of loss of GDP.

Looking at the three vectors-water stress, population pressure and economic impact of climate change-on the map allows us to fully understand the strong population movements forecast for the twenty-first century, which have already been labelled as “climate refugees”.

4.3. Actions and forecasts

The Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change (COP-21) took place in Paris at the end of 2015.

The meeting ended with the adoption of the Paris Agreement establishing the legal framework for combating climate change after 2020.

The fundamental objective of the agreement was to ensure that temperatures do not rise more than 2 °C (measured from pre-industrial times). The increase is currently calculated to be around 0.8 °C.

There is also differential treatment to developing countries compared to developed countries, a key element in guaranteeing accession to the agreements.

In early November 2016, the agreement entered into force thanks to its adhesion being ratified by 100 of the 195 member countries.

Will the Paris Agreement enough to reverse the situation of global warming and climate change? This is the big question that emerges when we check the tension that can be generated by climate impact, with demographic forecasting and the difficulties resulting from water stress.

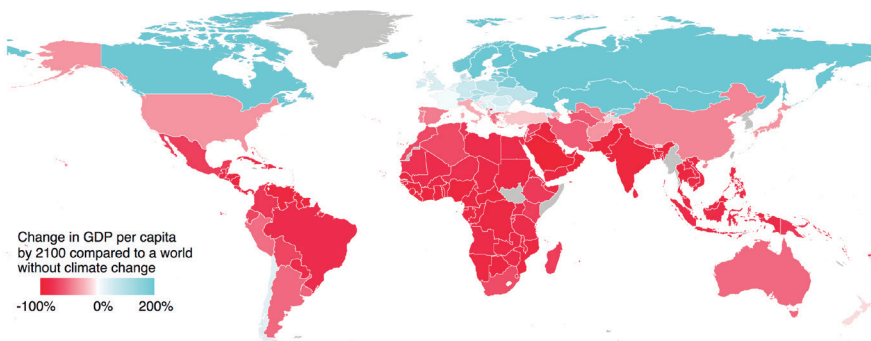
The more optimistic among us believe that this signals a start to rationalise economic development and to structure a life more in keeping with the environment. The success of the agreement owing to the number of accessions (195 countries) is something that must be acknowledged.

There are also certain sceptics who are affiliated with the algorithm TL 2 (*Too Little, Too Late*), that is to say, we are doing very little to reduce emissions and are doing it too late.

While it may be not enough and too late, we must try to minimise the effects of climate change while also prepare ourselves to endure them as a result of the situations that we have not been able to reverse.

It is difficult to close this section without making reference to Stephen Emmott, a scientist at Cambridge, who has published a book entitled *Ten thousand*, which predicts the behaviour of the planet as a result of the impact of climate change, water shortages and difficulties in obtaining food, etc, concluding that the planet will collapse when the population reaches 10 billion, which is expected by the middle of the century, in around 2050. The author paints a Dantesque scenario, which should serve as a reflection on what we can expect in the coming decades.

Map 3. Economic impact of climate



Source: Marshall 2015.

5. SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS AND WATER

The United Nations, fully aware of the challenges posed to humanity in this century as a result of climate change (population pressure, supply deficit in some areas and water issues with a marked water stress) has presented the Sustainable Development Goals (SDGs) for 2030, with the aim of eradicating hunger, poverty, achieving a better life for humans and more equal between men and women.

The agenda of the SDG fits into the scope of the United Nations Development Programme (UNDP), following on from its predecessors, the Millennium Development Goals (MDGs) from 2000, whose agenda covered 2000 to 2015. Now the SDGs are planned to be rolled out between 2015 and 2030.

The UNDP has set 17 Sustainable Development Goals. Below are the 17 goals that aim to directly affect the basic needs of people, to be committed to treat the environment better and to strengthen the institutional framework as an element of cohesion and equality.



The 6th SDG addresses water issues, and points to the challenges that have been mentioned throughout this document. Goal 6 focuses on “Ensuring availability and sustainable management of water and sanitation for all”.

Achieving the SDG goals in term of water also allows the achievement of another SDG, namely, ending poverty, eradicating hunger and promoting well-being for everyone. It will also allow women and girls who today have to carry and transport the water to their homes, to study, attend school and achieve a more equitable society as well as in terms of gender. It will also enable the cities to become human settlements with a certain degree of resilience and ensuring minimum standards of human dignity.

The objective related to water appear in six goals:

1. “Universal and equitable access to safe water at an affordable price for everyone by 2030.”

More than 700,000 million people lack access to a clean water source. A child also dies every 15 seconds around the globe due to water-related diseases.

The data are extremely worrying. However, if we also add the forecast for population growth and the progressive effects of global warming, achieving this goal sets a major challenge.

As already mentioned in the preceding pages, this can only be achieved with the construction of infrastructures that allow the collection and transport of water. Hence the importance of governance as an element of institutional stability for access to economic resources of either a public or private nature.

The public authorities must decide what incomes policies are most suitable for its population structure in terms of an affordable price. Namely, conditions and access price. This requires a move away from populist positions and deciding who bears the burden of financing the cost of services and infrastructure through governance.

2. “To achieve access to adequate and equitable sanitation and sewage services and put an end to open defecation, paying special attention to the needs of women and girls and people in vulnerable situations by 2030.”

About a third of the population, or 2.4 billion people lack access to sanitation facilities. In addition, more than 1 billion people defecate in the open.

The lack of sanitation systems causes enteric and diarrheal diseases that cause malnutrition, stunting and child mortality.

We are once again facing a problem of investment in infrastructure and therefore governance. While the situation involving a lack of hygiene is typical in countries with low level of development, we too are suffering from a lack of investment in our land. As noted in paragraph 3, Spain has different infringement procedures initiated by the EU as a result of sanitation system deficits.

One example of governance is Chile. In 1999, when the level of the sanitation of its wastewater was around 4%, the Chilean authorities decided to

tackle the problem within a decade, and executed investments worth 4 billion dollars over a 14 year period.

Chile relied heavily on the private sector to implement them and, in return, increased tariffs. The Chilean government, meanwhile, decided on a subsidy policy that ended up benefiting 18% of the population, or 700,000 families. 100% of its waste water is treated, which apart from contributing to the better health of its citizens, has also allowed it to hold a privileged position in agricultural export markets.

3. "To improve water quality by 2030 by reducing contamination, ending discharges and minimising discharges of hazardous chemicals, halving the percentage of untreated waste water and greatly increasing recycling and reuse, without risks worldwide."

Only 20% of water is currently treated once it has been used, meaning that 80% of wastewater is discharged directly into the natural environment without considering the impacts on ecosystems.

Extreme situations in countries like China, which are experiencing an industrial revolution, where over 80% of the water is thought to suffer degradation with the consequent impact on the health of people and agriculture.

Each year, 2,000 million tons of human waste are discharged through waters as well as all the industrial waste, some of which contains a high polluting load. More than 1.8 billion people have access to water sources containing faecal bacteria.

If we take the population vector and add the increase in the urban population, we see how pollutant concentrations increase exponentially.

The different climate summits that have taken place always talk about emissions of GHGs to prevent global warming, but what is really needed is a summit to contain discharges and emissions into the water, owing to the devastating impact on health and ecosystems.

4. "To significantly increase the efficient use of water resources in all sectors and ensure the sustainability of the abstraction and supply of freshwater to address water scarcity and substantially reduce the number of people suffering from the lack of water by 2030."

The efficient use of water resources involves rational use and proper subsequent treatment following its use in order to ensure a return to the natural environment without causing it damage as well as its reuse.

Another factor of utmost importance is the prevention of over-exploitation of sources, owing to how ecosystems are harmed alongside the very complex nature of recovering the same, while salinized aquifers are difficult to recover.

The rational use of water in agriculture is an issue still to be addressed in many places. Finding the balance between food demand and water requirement is no easy task, as power requirements, as a result of population pressure, can lead to non-rational use of water and land. It is therefore essential to technically intervene in irrigation activities and farming. We have the aforementioned example of Spain, where non-modernised irrigation amounts to 978,000 hectares, in other words, where 27% of irrigation uses water in a non-rational manner. The questions that remain are: How many more hectares could be irrigated with water released by the modernisation of these irrigation systems? How many people could be supplied?

Efficient use means that the water already used should be released to the environment in proper conditions to prevent any imbalance of the ecosystems. Repeated emphasis has been made in previous sections on the importance of treatment, and we must avoid over-exploitation of resources. This involves the need to plan in the medium and long-term and look at investments that guarantee supply.

Planning is key to governance, and political tacticism is incompatible with infrastructure planning. Planning must transcend electoral mandates owing to the common nature of political conflicts over water, as we have seen in Spain. According to Uri Shamir (*Lecturer at the Israel Institute of Technology*): “if there is a political will for peace, water will not be a hindrance. However, if you want reasons to fight, water will give you every opportunity”.

5. “To implement integrated water resources management at all levels, including through cross - border cooperation, as appropriate, by 2030.”

Integrated water resource management evokes a concept that allows a more rational and efficient action in relation to this resource, known as an “integrated water cycle”, which allows the various stages of the water cycle to be managed jointly and with one unified vision, from its collection, transport, treatment, supply, sewage collection, treatment and reuse.

A rational use of water in its overall sense cannot take place without a comprehensive view of the situation. One example, as mentioned in paragraph 4, is the water loss that occurs in Barcelona as a result of the Public Administration’s failure to reuse it, despite the availability of infrastructures as well as being a geographical area undergoing water stress.

Considering that water knows no territorial divisions, it is essential to manage the water cycle in a holistic manner to ensure that each stage is handled with maximum efficiency and in line with the environment beyond the territorial divisions established by humans.

6. “To protect and restore water - related ecosystems, including forests, mountains, wetlands, rivers, aquifers and lakes by 2020”.

A clear commitment that involves not only conserving water, but also the ecosystem to which it belongs. An example is the Water Framework Directive, a standard approved in 2000 by the European Parliament, where the aim to protect water and ecosystems is more than evident.

In this section, the United Nations mentions two associated objectives in the field of cooperation and transfer of knowledge aimed at providing skills to combine care for water and ecosystems:

- Expanding international cooperation and support provided to developing countries for the creation of capacity in activities and programs related to water and sanitation, such as water collection, desalination, efficient use of water resources, waste water treatment, recycling and reuse technologies...
- Supporting and strengthening the participation of local communities in improving water management and sanitation.

It is worthy of note that the common denominator of the Sustainable Development Goal on water is governance and infrastructure. In other words, the virtuous circle that was mentioned in the introduction works if each of its components properly engage with the system.

6. CONCLUSIONS

As evidenced in this paper, the water challenges in the 21st century have a strategic dimension for the continuity of the human species and to continue to ensure a dignified life.

The challenges are very much marked by three vectors: water scarcity, population pressure and climate change.

1.2 billion people live in areas where water is scarce while half the world's population occupies territories with a certain level of vulnerability. Those areas where increased population pressure is most expected in this century are precisely the areas that are most vulnerable.

Care for sources (rivers, lakes, aquifers, etc.) is essential. Water has been used for domestic or industrial use cannot be allowed to be returned to the natural environment in poor conditions and with a high polluting load.

Only 20% of the water returning to the environment have been treated. In other words, 80% is discharged with a full polluting load. Each year, two million tons of human waste are estimated to be discharged through waters as well as all the industrial waste, some of which contains a high polluting load. More than 1.8 billion people have access to water sources containing faecal bacteria.

Groundwater over-exploitation, along with the return water to the environment with a high pollution load, jeopardizes the supply sources of groundwater, which account for 50% of the water for human consumption and 43% of water for agriculture. There is an urgent requirement for a sanitation infrastructure in the 21st century.

The *Malthusian* curse, who predicted the geometric growth of the population and the arithmetic growth of means of subsistence, has managed to be evaded over the last 200 years. Population growth has fortunately been accompanied by an equivalent increase in livelihoods. In fact, food production in the last 50 years has multiplied by 2.5, growing at the same rate as the population. The FAO forecasts that food production must increase by 70% by 2050.

In the last 50 years, the rainfed cultivation area has remained the same. In 1961, there were 1.229 billion hectares for rainfed agriculture, while in 2015, this figure was 1.233 billion. The most significant increase has been in irrigation systems, since this was about 139,000 million hectares in 1961, while in 2015 the figure stands at 324,000 million, more than a two-fold increase. The global hectares per capita ratio has declined over the past 50 years, from 0.44 hectares per capita to 0.22, a reduction that will worsen in coming years as the extension of arable land struggles to keep up with the rate of the population.

Both water and land are scarce assets, due to the inability of cultivated land to grow exponentially to the detriment of deforestation of the planet. There is therefore an urgent need to invest all our technology in agriculture and the rational use of water. Irrigation systems should be modernised, preventing so-called blanket systems due to the lower efficiency and productivity levels of the same.

27% of the irrigated hectares in Spain, or 978,000 hectares, are currently using non-modernised irrigation systems, consuming 40-50% more water than

their modernised counterparts. The modernisation process would free up resources, allowing the irrigation of between 400,000 and 500,000 additional hectares, i.e. more than 10% of the current irrigated area.

Therefore, since agriculture consumes 70% of the planet's "fresh water", it is essential to ensure rational use of the liquid element in this sector.

The strategic positioning of certain countries and business groups in terms of the challenge of agricultural productivity, in response to the growing demand for food, is no small coincidence.

Certain countries develop strategic projects around irrigated agriculture to ensure their supply or to secure market positioning. India deserves special attention with the interconnection of 46 rivers to increase the irrigated area by 35 million hectares. With India's population set to increase by 400,000 million by 2050, reaching 1.7 billion, its strategy to strengthening its self-supply capacity is a foregone conclusion.

Chile, aware of the future increase in global demand in the coming decades, is planning the development of a project throughout the country of about one million hectares of irrigated land, which will double the value of their agricultural exports and lead to the creation of a million jobs.

The recent 66 billion dollar acquisition by Germany firm Bayern of the US company Monsanto, world leader in seed and traits, is a response to a clear strategic positioning to become a benchmark and a world leader in the coming years, in which technology and science in agriculture will be essential in order to increase land productivity.

The modernisation of irrigation, the changeover from rainfed to irrigated systems to optimise the use of water as well as the commitment to the industrialisation and modernisation of agriculture require adequate infrastructure and governance to ensure the rational use of water.

However, the FAO has issued a warning of the need to look after our water owing to increasing food production, due to how both agriculture and livestock and aquaculture are damaging the planet's water masses, as a result of increases in productivity to meet growing demand.

Any domestic, industrial, agricultural or livestock activity must internalise the circular economy criteria, where natural resources are considered as finite resources. Therefore, there can be no justification for any type of activity that

treats resources as infinite, owing to how this involves the depredation of the environment.

The population pressure to which the planet will be subject is an absolutely essential vector in terms of analysis. The population will reach 9.7 billion by 2050 and 11.2 billion by 2100.

Two elements have been highlighted as relevant in relation to population pressure: increased population pressure will be borne by those areas with higher rates of water vulnerability while the growth of the urban population will increase very significantly, with 6.6 billion inhabitants in 2050, compared to almost 4 billion today. Consider the implications of each of these situations.

The figures in relation to how the greatest increases in population are taking place in those areas with the greatest water vulnerability, with Asia's population forecast to exceed 5 billion by 2050, and Africa's 2.5 billion, more than double its current population, with a four-fold increase expected by 2100. In other words, a total of 4.3 billion people. If we add the vector of climate change due to global warming, achieving the management of resources to provide livelihoods for all those people is no small challenge.

The issue of the growth of urban *versus* rural population needs to be addressed. 66% of the population will be urban dwellers, representing a figure of 6.6 billion citizens, by 2050, while this figure was only 750,000 million in 1950, a substantial difference.

From now until 2050, the urban population will explode by 2.6 billion, 90% of which will be concentrated in Africa and Asia. Special attention must be given to the increase in urban population in India, China and Nigeria. In India, the urban population will increase by 404,000 million between 2014 and 2050, while in China, this will be by 292,000 million and 212,000 million in Nigeria.

Moreover, this trend towards urban overcrowding is not unrelated to climate change as weather unpredictability resulting from global warming leads to more extreme weather patterns, so droughts are becoming increasingly severe. Torrential rains and floods are also becoming more and more devastating.

What is it that increasingly densely populated conurbations need? If the aim is to maintain a minimum of dignity in the development of human life, the answer is infrastructure development. These city infrastructure will involve urban development, viability, public transport, waste treatment and obviously related to water. Otherwise, cities will become mere human settlements, containing huddling masses alongside a progressive deterioration in living conditions.

Infrastructure must be available for the entire water cycle, to ensure supply, a proper sanitation system, storm systems to prevent flooding and the promotion of reuse to optimise water use.

Having all these infrastructures in place allows us to have resilient cities, i.e. cities with an ability to withstand and recover from any changes and impact suffered by the system.

The factor of climate change resulting from global warming will have a key impact on water due to how the hydrological cycle may be clearly affected as a result of rising temperatures and unexpected weather events.

When we add population pressure to the vector of water vulnerability, it seems more difficult to find a solution, but when we then add the climate change to the mix, it seems that we are heading towards an unsolvable future.

In fact, Stephen Emmott, a scientist at Cambridge, author of the book *Ten thousand*, predicted the behaviour of the planet as a result of the impact of climate change, water shortages and difficulties in obtaining food, etc., and concluding that the planet will collapse when the population reaches 10 billion, which is expected by the middle of the century, around 2050. While the author paints a Dantesque scenario, this should serve as a reflection on what could happen in the coming decades.

The gloomy forecast of the 'TL²' club (*Too Little, Too Late*) argues that it is too late and we have done too little to change the course of events on climate change.

If the TL² club is right, our cities must at least prepare for what is to come and provide them with adequate infrastructure to allow adequate resilience.

In any case, humanity must keep fighting to reverse the situation, and the best news to come out in recent years has been the agreement reached at the Paris summit, the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change (COP 21), which concluded with the adoption of the Paris Agreement establishing the legal framework for combating climate change after 2020. A historic agreement, which marks the end of fossil fuels and represents the willingness of the global community to provide global responses to global problems.

Just at the same time as this good news came out, another very bad one was announced, with Donald Trump's announcement to pull out of the Paris Agreement, putting economic growth ahead of the effects of climate change. To add insult to injury, he also announced his plans to reverse the United States National

Plan on Climate. This double dose of bad news by one of the countries with the highest CO₂ emissions on the planet will no doubt make it more difficult to stop the climate from going over the critical threshold of a 1.5 °C rise in temperature.

However, we must not forget that the nearly 200 countries that signed the Paris Agreement represent 87% of global CO₂ emissions. There are also many states, cities and businesses within the United States that, just like the mayor of Pittsburgh, have expressed their intention to continue the COP21 agreements.

While it will certainly be more difficult now that the United States has pulled out, it is not an impossible feat. Everything depends on the speed with which the rest of the signatory countries implement the Agreement and accelerate the change.

Meanwhile, the United Nations, fully aware of the challenges posed to humanity in this century as a result of climate change (population pressure, supply deficit in some areas and water issues with a marked water stress) has presented the Sustainable Development Goals (SDGs) for 2030, with the aim of eradicating hunger, poverty, achieving a better life for humans and more equal between men and women.

The goals established in the SDGs concerning water are transversal and necessary to achieve the rest of the SDGs. Therefore, aside from a Framework Convention of the United Nations on climate change, there also needs to be a Convention of the United Nations in relation to water.

A global governance of natural resources and the environment is essential in order for mankind to have a chance of a dignified existence in the future. The laws of each different country must be internalised and be very rigorous in the use of resources.

No. 17 of the Sustainable Development Goals has set a key element in governance, namely, the need for partnerships among all stakeholders, in order to mobilise and promote the exchange of knowledge, technical expertise, technology and financial resources, in order to support the achievement of the sustainable development goals in all countries.

It also signals the need to promote the establishment of effective partnerships in the public, public-private and civil society spheres, taking advantage of the different experiences.

The hope that emerged from the Paris Agreement, in how it laid the foundations for a global governance, has been eroded by the US decision to pull out of the agreement. However, appealing to the instinct of self-preservation of mankind, we must have faith in this managing to rectify itself.

7. BIBLIOGRAPHY

Blunden, Jessica and Arndt, Derek S. "State of the Climate 2016". *Special Supplement to the Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 98, n.º 8, August 2017.

Emmot, Stephen. *Ten thousand*. Ed. Anagrama. 2013.

FAO. *The estate of the world's land and water resources for food and agriculture*. 2011.

FAO. *Water pollution from agriculture: a global review*. 2017.

Hoekstra, Arjen Y. and Chapagain, Ashok K. *Globalization of water. Sharing the Planet's Freshwater Resources*. Fundación Agbar. Ed. Marcial Pons. 2010.

Hoekstra, Arjen Y.; Chapagain, Ashok K.; Aldaya, Maite M. and Mekonnen, Mesfin M. *The water footprint assessment manual*. Earthscan 2011.

Lamo de Espinosa, Jaime. *Water in the world - the world of water*. The Royal Academy of Economic and Financial Sciences. 2016.

Maplecroft. *New Maplecroft index rates nations facing extreme water security risks*. 2010.

Marshall, Burke; Sol, Hsiang and Ted, Miguel. *Economic impact of climate change on the world*. Stanford. 2015.

Martín Vide, Javier and Díaz Álvarez, Amelia. "Water within the major world objectives: the aims of development of the millennium and aims of sustainable development". The School of Economics of Catalonia. *Catalan economics journal*, n.º 73, 2016, pp. 85-95.

Martínez Lacambra, Albert. "Water management... a question of governance". The School of Economics of Madrid. *Economics journal*. n.º 135, 2012, pp. 257-261.

Martínez Lacambra, A.; Albiol Omella, C. and Masana Llimona, J. "Financing the water cycle in Spain. Issues and challenges for the future". Institute for Fiscal Studies, *Budget and Public Spending journal*, 57/200, pp. 51-75.

- Ministry of Agriculture, Food and Environment, Government of Spain. *Survey on Surface areas and Crop Yield. Report on Irrigation in Spain* (ES YRCE). 2015.
- OECD. *Water Governance Principles of the OECD*. 2015.
- PWC. *The management of water in Spain, analysis of the current situation in the sector and future challenges*. 2013.
- Robles, Marina; Naslund, Hadley; Ramos, María Clara and Paredes, Roberto. *Sustainable Water Management*. BID. 2015.
- Selmán Biester, V.; Cordero Díaz, J.; Larrain Delgado, P. and Salas Arancibia, R. *The modernisation of the health sector in Chile*. System of Enterprises (SEP), editing SEP, Santiago de Chile. 2006.
- Superintendency of Water Services (SISS), *1999 to 2011 Management Report*.
- Tamames, Ramón and Aurín, Ramiro. *The Governance and management of water: public and private models*. Editorial Profit. 2015.
- Tamames, Ramón. *In response to the climate apocalypse. The fight against global warming. From Rio-92 to Paris-2015*. Profit publishing house. 2016.
- The World Bank. *World Development Indicators*. 2017.
- United Nations, UN-Water. *The Water, a shared responsibility*. 2006.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. *World Urbanization Prospects*. 2014.
- United Nations, General Assembly. *Resolution of 27 July 2012. The future we want*.
- United Nations, General Assembly. *Resolution of 25 September 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*.
- United Nations. *The human right to water and sanitation*. 2015.
- United Nations, UNDP. *Sustainable Development Goals*. 2015.
- United Nations, WWDR. *Water for a sustainable world*. 2015.
- United Nations, WWDR. *Water and employment*. 2016.

AUTHOR**ALBERT MARTÍNEZ LACAMBRA**

Economist and Lawyer. He has lectured at the UAB's Faculty of Economics for 25 years, having taught various subjects related to Business Economics and Public Sector Management. Lecturer on various master's degrees related to public and private management. Professional experience in the public sector with activities related to housing, public transport and public finance. Professional experience in the private sector, in consulting and advisory firms, and in AGBAR. Experience in the water sector, both in Spain and in Chile. Author of various articles related to the public management of housing and public transport, and related to water management.



NOTAS



NOTAS

AQUAE PAPERS

AQUAE
FUNDACIÓN

Nº 7

SEPTEMBER 2017

7

WATER AND THE CHALLENGES OF THE 21st CENTURY

Written by: Albert Martínez Lacambra



In collaboration with:



Colegio de
Economistas
de Madrid



CÁTEDRA AQUAE
DE ECONOMÍA DEL AGUA