

Wake
up



Big Data, tecnología imprescindible para el cambio climático.

Marc Subirà

IT Head of Sports and Data en FC Barcelona y
Director del Máster en *Big Data y Analytics* de
OBS - Three Points

Mayo, 2020

Partner Académico:



Una escuela de:



Autor



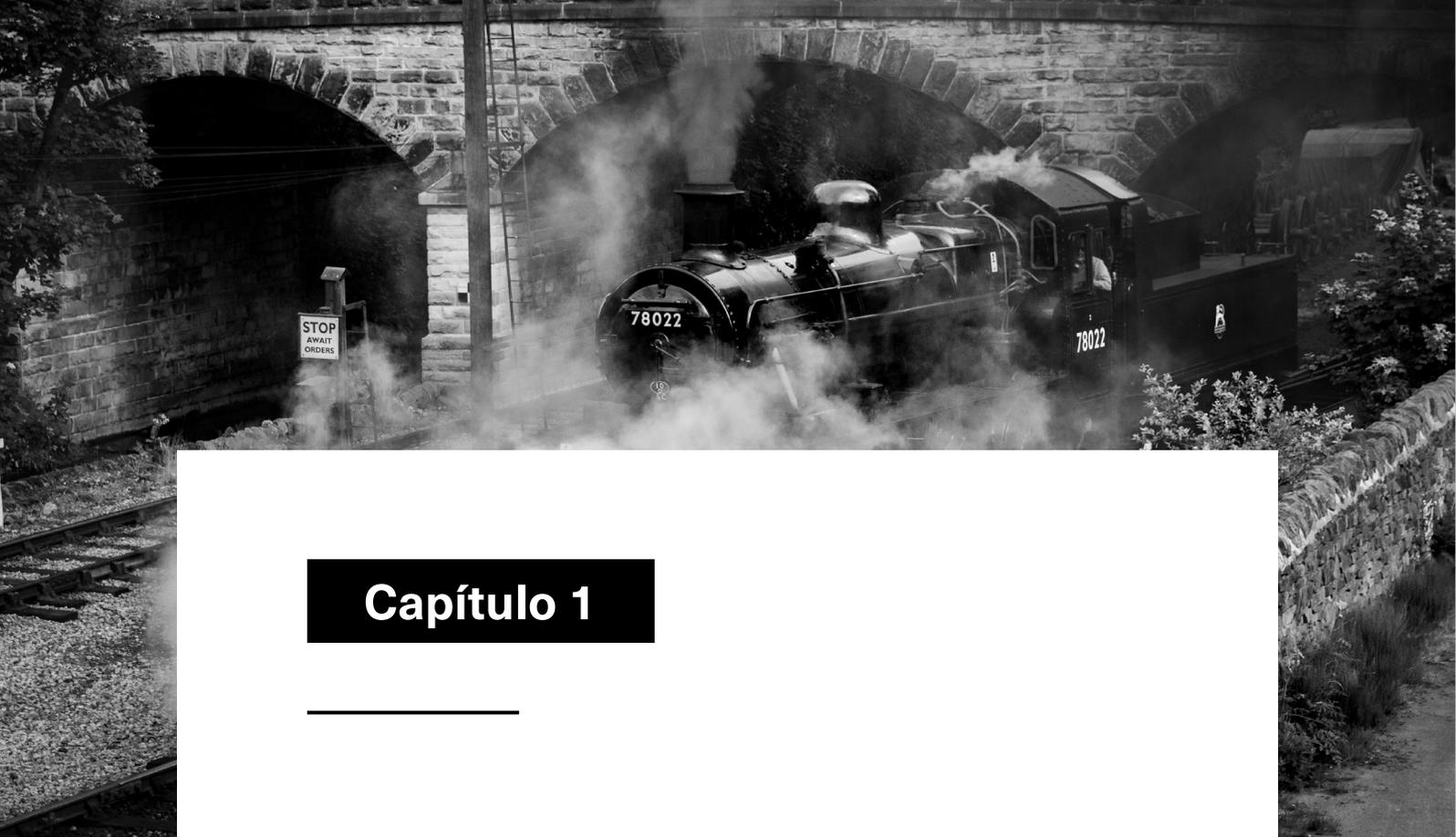
Marc Subirà

- Director del Máster en Big Data y Analytics de OBS - Three Points.
- Profesor de las asignaturas de Curso Nivelador *Big Data* y Gerencia del *Big Data* y *Analytics* en el mismo máster en el mismo máster.
- IT Head de Deportes y Datos en el FC Barcelona.
- CEO en trailrunningreview.com.
- Experto en proyectos relacionados con el deporte y en cómo generar valor desde la tecnología y la centralización de la información para que se conviertan en un activo comercial.
- Ingeniero en Informática de Gestión por la Tomàs Cerdà de Barcelona.
- Máster Advanced CIO en ESADE.



Índice

Capítulo 1	El cambio climático, más de un siglo desde su detección _____	05
Capítulo 2	Causas del cambio climático _____	09
Capítulo 3	Datos y organizaciones: la base para definir un marco de trabajo común _____	13
Capítulo 4	<i>Smart Grid</i> : el uso inteligente de la energía basada en <i>Big Data</i> _____	17
Capítulo 5	<i>Smart Cities</i> : aumentar la calidad de vida reduciendo el impacto medioambiental _____	23
Capítulo 6	<i>Climate-Smart Agriculture</i> y el <i>Smart Farming</i> _____	26
Capítulo 7	<i>Big Data</i> en la predicción de desastres naturales _____	32
Capítulo 8	Tecnología verde para luchar contra el cambio climático _____	36
Capítulo 9	España: evolución y tendencias _____	39
Capítulo 10	Lationamérica: evolución y tendencias _____	42
Capítulo 11	Conclusiones: _____	45
	Referencias bibliográficas _____	47



Capítulo 1

El cambio climático, más de un siglo desde su detección



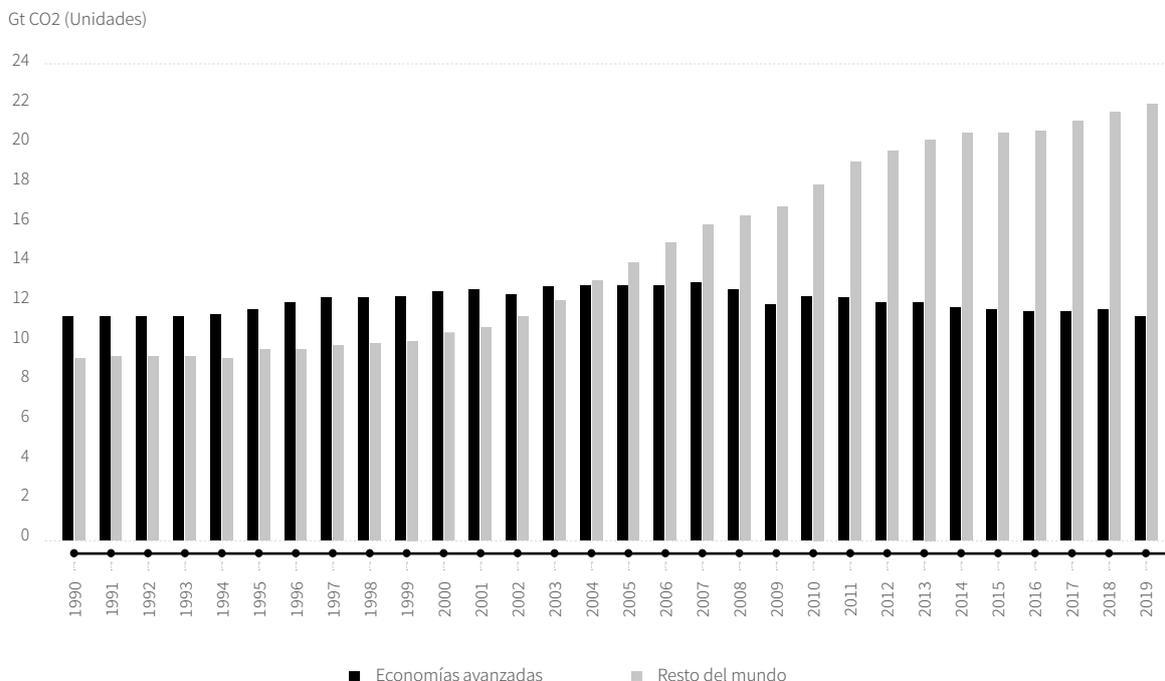
Fue a finales de la década de 1890 cuando Arvid Höbmon descubrió que las emisiones de CO₂ provocadas por la revolución industrial, principalmente por la combustión de carbón, eran iguales que las producidas por la naturaleza. Fue entonces cuando, gracias a estos estudios, Svante Arrhenius vio que la emisión de estos gases por la actividad humana podría acabar desencadenando «en un leve calentamiento global». En aquella época Arrhenius pronosticó que el calentamiento tomaría miles de años y suponía que «sería beneficioso para la humanidad». Pero la revolución industrial continuó en los países desarrollados y las emisiones siguieron creciendo.

En 1960 los estudios de Arrhenius se pudieron modelizar mediante computación y desarrollar cálculos más sofisticados, como modelar las curvas de absorción del CO₂. También de la mano de Syukuro Manabe y Richard Wetherald aparecieron los primeros cálculos del efecto invernadero, dando ya como resultado en aquella época una estimación de incremento de la temperatura a nivel global de 2°C para el año 2000, pero todavía era muy difícil pronosticar como podía afectar este incremento al clima, ecosistemas, etc.

Sin embargo, no fue hasta finales de los 80 cuando toda la comunidad de científicos llegó a un consenso. El cambio climático provocado por la emisión de gases de efecto invernadero como CO₂, metano y clorofluorocarbonos (CFC) provocaría un aumento de la temperatura, influyendo en el clima tal como lo conocíamos. Por ello, en 1988, de la mano de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la ONU, se crea el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (*The Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, por sus siglas en inglés)). Los países empiezan a tomar cartas en el asunto y la población empezamos a entender qué es lo que nos puede suceder.

También de la mano de los estudios aparecen las regulaciones de los aerosoles, CFCs, límites de emisiones de CO₂, etc., pero su implementación ha sido de forma desigual y, dependiendo de los intereses de cada país, se han respetado en mayor o menor medida.



Figura I →**EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE CO2 DEPENDIENDO DE SU ECONOMÍA**Fuente: IEA, www.epdata.es

A pesar de esto, **hace apenas 30 años que el cambio climático se entiende como un problema global** y, todavía hoy en día, hay estudios que apuntan que no existe y que forma parte de un ciclo más del clima y que el ser humano no está influyendo en este efecto.

El cambio climático afecta de forma desigual a los países, ya que el incumplimiento de las normativas de un país puede no acabar repercutiendo a sus intereses y ciudadanos, sino provocando desastres naturales en otros países a miles de kilómetros de distancia.

El cambio climático ha sido motivo de discusión durante más de un siglo, y es que la acción-reacción no es inmediata, sucede en lugares y momentos distintos. Contaminar hoy repercute años después, provocando que existan dudas acerca de si el cambio climático realmente existe, si este primer calentamiento acabará llevando a un nuevo enfriamiento, de si solo es un tema pasajero, una tendencia pequeña que en nada influirá si lo miramos con la perspectiva de millares de años...

¿Pero qué dicen los datos? ¿Cómo se puede ser lo más objetivo posible sobre un problema que aparentemente ha sido provocado por la actividad económica/humana y audita los mismos que lo generan? ¿Qué se debe hacer cuando un país que incumple los tratados acaba afectando a otro años más tarde? Y si, además, ese cambio produce destrucción, ¿requerirá de volver a invertir en una nueva reconstrucción/ingresos?

Idealmente debería existir un único organismo auditor que evaluara todos los parámetros en base a unos mismos objetivos para extraer las mismas conclusiones. Pero teniendo claro que todos los países del mundo no se pondrán de acuerdo por los intereses encontrados, solo queda trabajar con el máximo número de diferentes organismos contrastados, con el máximo número de diferentes tipologías de datos, con el máximo volumen de información y con la máxima velocidad para tomar las mejores decisiones en el menor tiempo posible.

Entonces, ¿el cambio climático requiere de una solución *Big Data*? Si nos ceñimos a la definición más básica del término *Big Data*, todo parece apuntar a que sí: veracidad, variedad, volumen y velocidad.



Capítulo 2

Causas del cambio climático



Las Naciones Unidas catalogan el cambio climático como el mayor desafío de nuestro tiempo y apuntan a que estamos justo en el momento decisivo. Los riesgos son evidentes: meteorología cambiante, amenazas para la producción de alimento, aumento del nivel del mar, riesgo de inundaciones, etc.

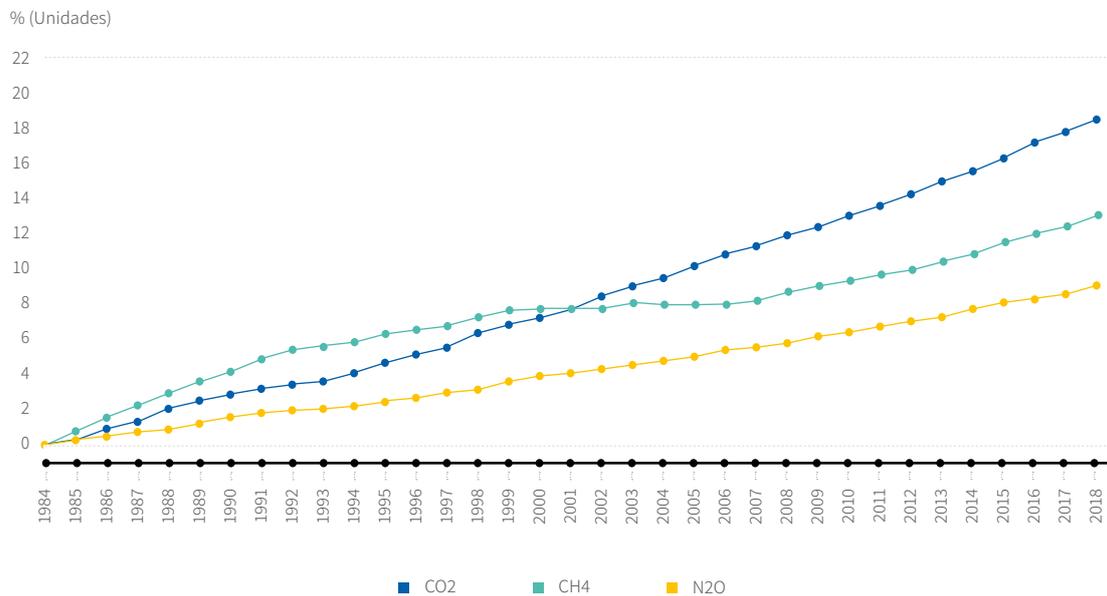
Entre las principales causas cabe destacar los gases de efecto invernadero (GEI). Después de más de un siglo de revolución industrial, deforestación y agricultura masiva han llegado a niveles nunca vistos de concentración en la atmósfera.

Los niveles altos de GEI han sido relacionados científicamente con la temperatura mundial de la Tierra. Con el aumento de los GEI también se ha producido el aumento de la temperatura global.

Figura II

VARIACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO RESPECTO A 1984

Fuente: OMM, www.epdata.es



De entre todos, el gas de efecto invernadero más abundante es el CO₂, **con alrededor de dos tercios del GEI total**, resultado de la quema de combustibles fósiles para conseguir energía.

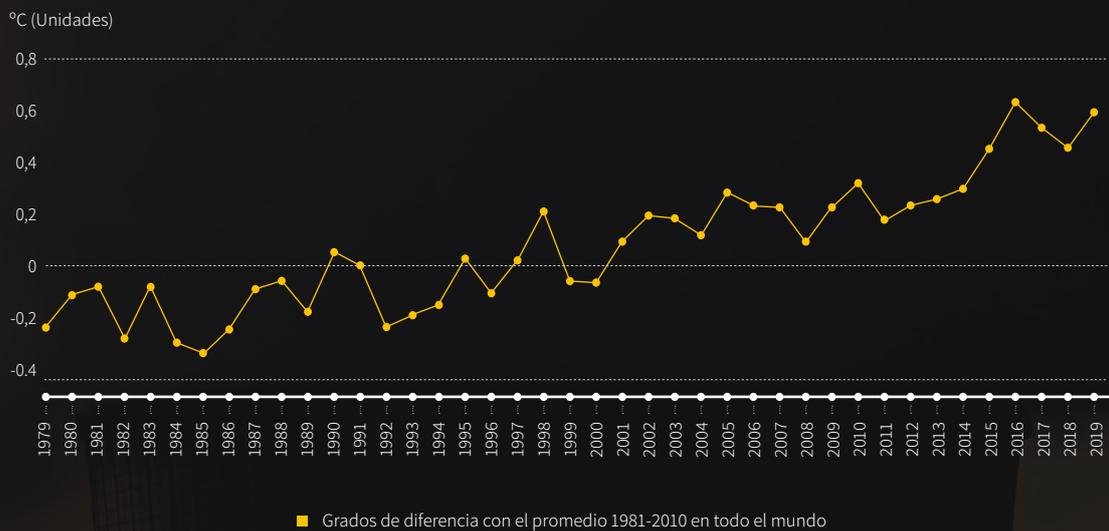
A estas conclusiones se llega en el quinto informe de evaluación Cambio climático 2013. Resumen para responsables de políticas, resumen técnico y preguntas frecuentes publicado por el IPCC en el 2013. Además, se resumen los siguientes efectos:

- De 1880 a 201 la temperatura mundial aumentó 0,85°C.
- De 1901 a 2010 el nivel medio mundial del mar ascendió 19 cm.
- Cada década desde 1979 la pérdida de hielo en el Ártico marino ha sido de 1,07x106 km².
- Existen evidencias alarmantes de que se puede haber sobrepasado el punto de inflexión y la situación podría ser irreversible.

Figura III →

2019 FUE EL SEGUNDO AÑO MÁS CALUROSO EN TODO EL MUNDO

Fuente: Servicio de Cambio Climáticos de Copérnico (C3S), www.epdata.es



En el año 2018 se publica un nuevo informe por parte del IPCC en el que se alerta de que el aumento de temperatura máximo se debe fijar en 1,5°C y no en 2°C, tal y como estaba marcado hasta la fecha. Si se respeta este nuevo límite se conseguirá reducir el impacto en el cambio climático reduciendo la subida del mar mundial en 10 cm, frenar la reducción de los arrecifes de coral, aumentar la calidad del aire y un largo etcétera de beneficios.

El 23 de septiembre de 2019 se celebró la Cumbre del Clima, en la que el foco estaba marcado en los sectores en los que se podía generar una mayor diferencia (soluciones ecológicas, ciudades, energía, industria pesada, resiliencia y finanzas para el cambio climático).

Para la mayoría de los medios de comunicación el resumen de la cumbre fue claro: no había conseguido que los grandes países se pusieran a trabajar en pro de frenar el aumento de GEI.

¿Pero cuáles son las soluciones que ya se pueden encontrar para frenar el incremento de la temperatura?



Capítulo 3

Datos y organizaciones: la base para definir un marco de trabajo común

- La observación basada en datos, que se ha llevado a lo largo de décadas en el mundo de la meteorología, ha sido el gran punto de partida. Gracias a la observación y registro, actualmente los científicos de todo el planeta tienen datos históricos sobre los que entrenar modelos matemáticos predictivos, pero para ello es necesario que la información sea compartida. El problema del cambio climático es global y muchos países han comenzado a abrir sus sets de datos mediante *open data* (datos abiertos), fácilmente descargables y que ayuden a cualquier institución, empresa o particular a trabajar con ellos y buscar nuevo conocimiento.





En 1992, como resultado de la Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima, se crea el *Global Climate Observation System* (GCOS, por sus siglas en inglés), Sistema Mundial de Observación del Clima, en colaboración con:

- *World Meteorological Organization (WMO)*, la Organización Meteorológica Mundial,
- *Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) of United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO)*, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO,
- *United Nations Environment Programme (UN Environment)*, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y
- *International Council for Science (ISC)*, el Consejo Internacional para la Ciencia.

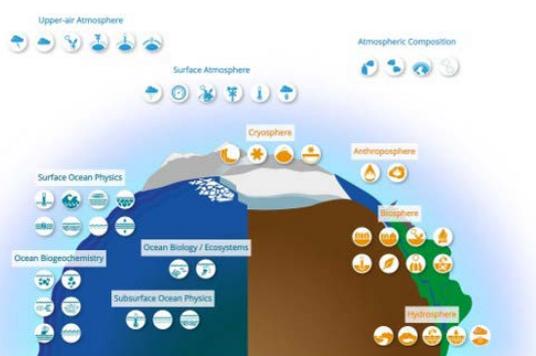
Su misión es **garantizar la observación e información necesaria para abordar los problemas relacionados con el clima potenciando que la información esté a disposición de todos los usuarios.**

La GCOS también define cuáles son los puntos en los que se debe realizar foco para la recogida de datos y define las *ECVs* (*Essential Climate Variables*), variables climáticas esenciales.

Imagen 1 →

PRINCIPALES ECVS

Fuente: GCOS



Fuente: GCOS

ATMPOHERE	LAND	OCEAN
<p>Surface</p> <ul style="list-style-type: none"> Precipitation Pressure Radiation budget Temperature Water vapor Wind speed and direction <p>Upper-air</p> <ul style="list-style-type: none"> Earth radiation budget Lightning Temperature Water vapor Wind speed and direction <p>Atmospheric Composition</p> <ul style="list-style-type: none"> Aerosols Carbon dioxide, methane and other greenhouse gases Clouds Ozone Precursors for aerosols and ozone 	<p>Hydrosphere</p> <ul style="list-style-type: none"> Groundwater Lakes River discharge <p>Cryosphere</p> <ul style="list-style-type: none"> Glaciers Ice Sheets and ice shelves Permafrost Snow <p>Biosphere</p> <ul style="list-style-type: none"> Above-ground biomass Albedo Evaporation from land Fire Fraction of absorbed photosynthetically active radiation (FAPAR) Land cover Land surface temperature Leaf area index Soil carbon Soil moisture <p>Antroposphere</p> <ul style="list-style-type: none"> Antropogenic greenhouse gas fluxes Antropogenic water use 	<p>Physical</p> <ul style="list-style-type: none"> Ocean surface heat flux Sea ice Sea level Sea state Sea surface currents Sea surface salinity Sea surface stress Sea surface temperature Subsurface currents Subsurface salinity Subsurface temperature <p>Biogeochemical</p> <ul style="list-style-type: none"> Inorganic carbon Nitrous oxide Nutrients Ocean colour Oxygen Transient tracers <p>Biogeochemical</p> <ul style="list-style-type: none"> Inorganic carbon Nitrous oxide Nutrients Ocean colour Oxygen Transient tracers <p>Biological/ecosystems</p> <ul style="list-style-type: none"> Marine habitats Plankton

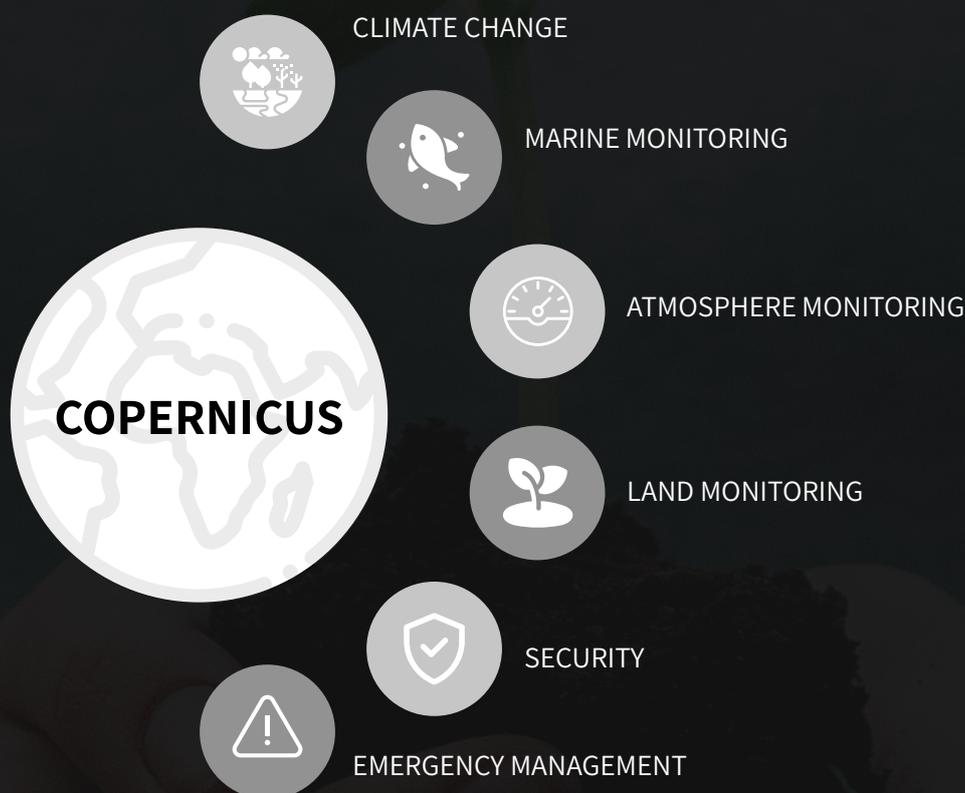
Estas 54 variables deben permitir categorizar las tipologías de datos que se pueden aportar y son las que se consideran relevantes para el estudio climático.

Pero, cuidado, esto no quiere decir que el formato de estas fuentes de datos sean estándares, cada país puede dar los datos en el formato, periodicidad o volumen que mejor le convenga.

Por ejemplo, en Europa se creó el proyecto CCI Program bajo la supervisión de la Agencia Espacial Europea, la cual provee 27 open datas de las 54 ECVs definidas por la GCOS, la gran parte de todos ellos obtenidos gracias a Copernicus (*Copernicus Earth Observation Program*).

Figura IV → ÁMBITOS DE ACTUACIÓN DE COPERNICUS

Fuente: Copernicus



EE. UU. también aporta, desde 1972, las imágenes aéreas de la superficie de la Tierra ininterrumpidamente. Este registro de forma continuada permite aportar información muy valiosa sobre cómo han fluctuado los recursos naturales y su impacto ambiental, todo ello bajo el paraguas de la GCOS.

España, mediante la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología), proporciona datos básicos de climatología, monitorización o predicciones para el siglo XXI.

Y así, casi todos los países del mundo desarrollado y algunos del subdesarrollado, van aportando datos *open data* para mejorar las predicciones sobre el clima, las cosechas y los desastres naturales, entre otros.

Capítulo 4

Smart Grid: el uso inteligente de la energía basada en *Big Data*



Según las predicciones de la Agencia Internacional de la Energía, *International Energy Agency* (IEA, por sus siglas en inglés), el consumo mundial de energía en el 2050 será el doble del que había en el 2007 y el objetivo marcado para los niveles de CO2 deberá ser la mitad de los registrados en el 1990. Solo cumpliendo estos dos puntos se podrán contrarrestar los efectos del cambio climático.

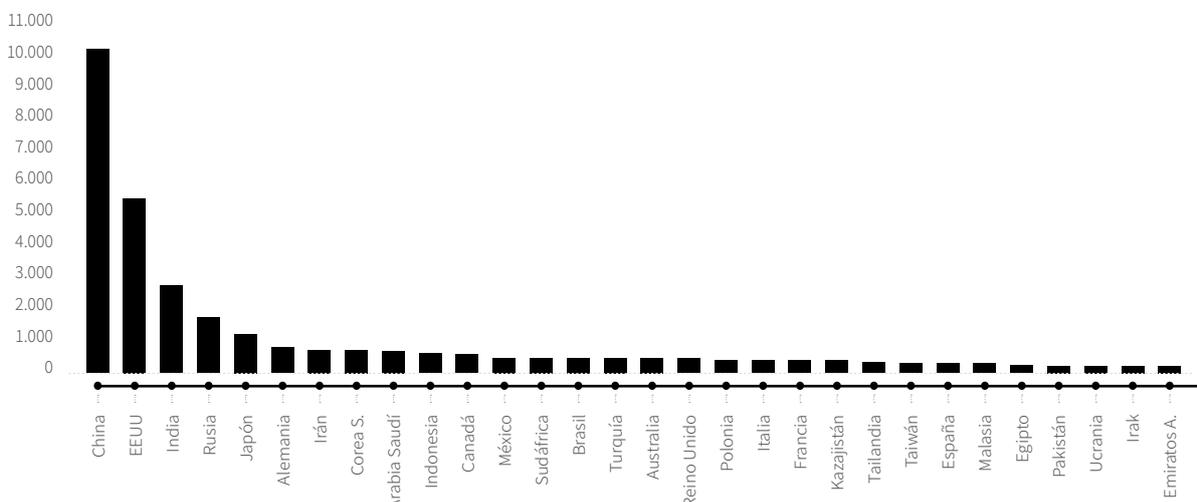
Doblar la capacidad de producción y reducir a la mitad el impacto no es un reto fácil, más si tenemos en cuenta que el 60% de los gases de efecto invernadero son generados para crear energía.

Figura V →

LOS 30 PAÍSES CON MÁS EMISIONES DE CO2 PROCEDENTES DE COMUSTIBLES FÓSILES

Fuente: Global Carbon Project, www.epdata.es

Toneladas de CO2 (Unidades)

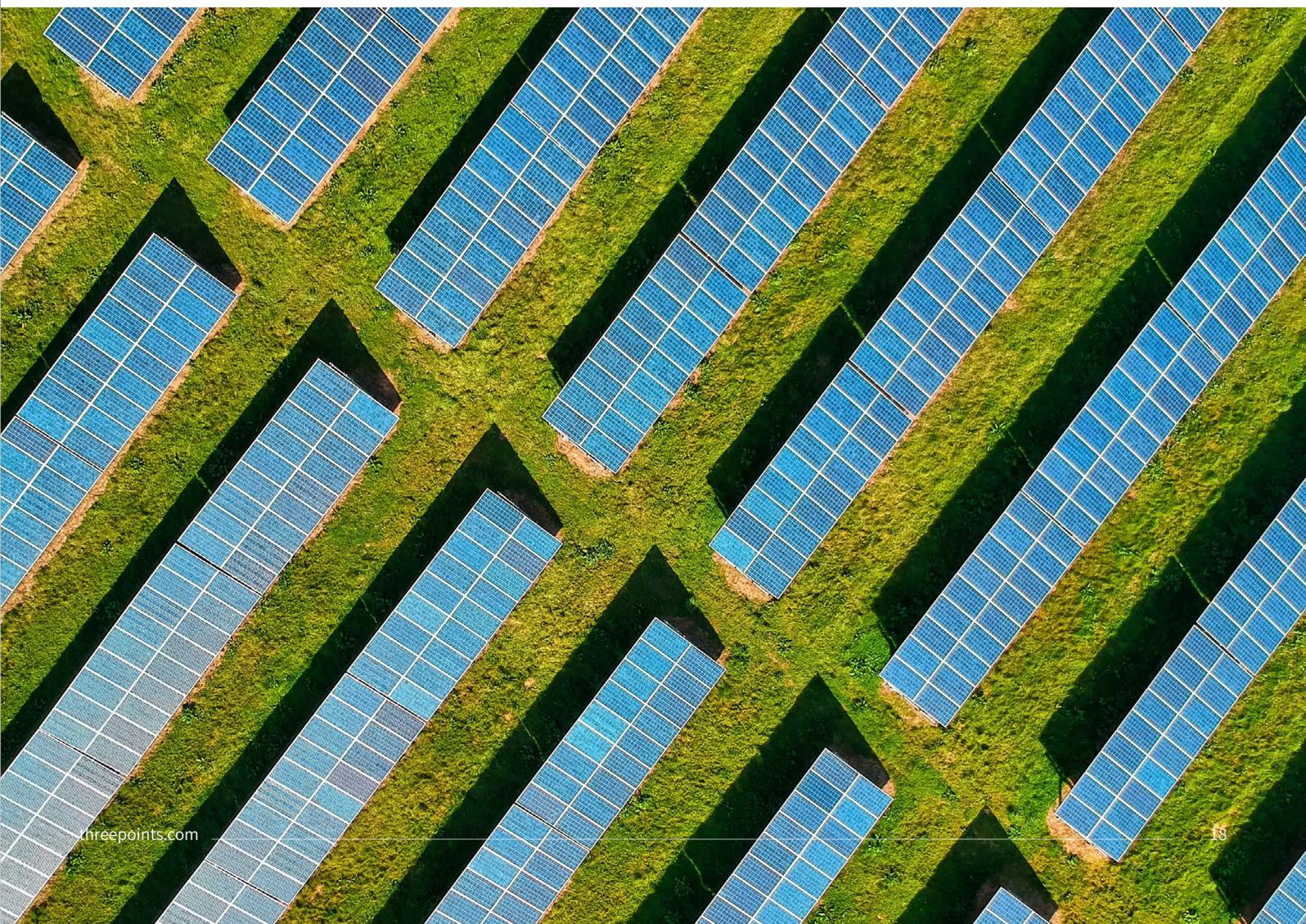


Las Naciones Unidas en 2018 alertaron de que la energía proveniente de las energías renovables debería estar entre el 70% y el 85% de la producción global para el 2050.

Sin embargo, de la misma manera que la revolución industrial sirvió para transformar el estilo de vida de nuestra sociedad, la revolución tecnológica puede ayudarnos a paliar los efectos negativos de este cambio. Las tecnologías también han llegado a la producción de energía.

Smart Grid (red eléctrica inteligente) es una solución basada en sensores inteligentes de medición (IoT), un muy buen análisis de datos en tiempo real y modelos predictivos futuros. Esto requiere modernizar la infraestructura energética tal como la conocemos y la incorporación de energías verdes o renovables.

Para la implementación de *Smart Grid* tendremos que contar con tres pilares, que especificamos a continuación:



1**AMI (*Advanced Metering Infrastructure*)**

La Infraestructura de Medición Avanzada se encarga de la telemedida de los consumos, la creación de patrones en los hábitos de consumos, así como la comunicación online con el consumidor, fomentando hábitos más eficientes de consumo. Por ejemplo, promoviendo que realicemos consumos que no son necesarios exactamente en ese momento, como poner una lavadora y haciéndolo cuando el costo de la energía es inferior y, por lo tanto, el aprovisionamiento necesario de energía es menor. De esta forma se puede evitar tener que arrancar nuevas centrales eléctricas para cubrir los picos de consumo. Si se consigue que los picos no sean tan marcados, evitamos tener que aprovisionar una infraestructura extra, solo para cubrir esos momentos pico.



2 DER (*Distributed Energy Resources*)

El modelo hasta la fecha era construir grandes centrales alejadas de los puntos de consumo. El nuevo modelo de Generación Distribuida opta por crear pequeñas centrales cerca de los puntos de consumo, apostando por energías renovables que permitan almacenar la energía sobrante en momentos valle para ser suministrada en picos, aumentando el número de estaciones productoras de media y baja tensión y evitando la pérdida de energía durante el traslado.

3 ADA (*Advanced Distribution Automation*)

La Automatización Avanzada de la Distribución es el centralizador de toda la información recibida por los sistemas AMI y DER para la toma de decisiones. **Es donde se encuentra el *Big Data* para dar solución a todos los escenarios posibles y conseguir:**

- Una red automática, eficiente y monitorizada.
- Un cambio cultural en el consumo e interactiva con los consumidores.
- Una tarificación dinámica que promueva una producción más sostenible y ecológica.
- Una descentralización de la gestión en tiempo real.
- Mantenimientos preventivos.

Imagen II →

SMART GRID CON ENERGÍAS RENOVABLES

Fuente:

innovationatwork.ieee.org



El ahorro en CO2 con *Smart Grid* en el sector consumo se estima en un 25%, o en un 54% si las flotas de transporte pasan a ser eléctricas, llegando a un 77% si nos centramos únicamente en la generación de electricidad, gracias a la incorporación de energías renovables respecto a los valores medidos que se daban en 2015.

Smart Grid producirá un ahorro que puede ayudar a reducir el impacto climático de la principal fuente del problema, la producción de energía, ya que es la culpable de los dos tercios de los gases de efecto invernadero.

Los países han empezado a promover acciones para su adopción y tanto el sector privado como el público han empezado a sumarse a un uso muy racional de la energía.

En Europa la Comisión Europea por el Medio Ambiente ha arrancado el proyecto *Smartnet*, con una dotación de 12,5 millones del programa Horizonte 2020, consiguiendo involucrar a 9 países (Italia, Dinamarca, España, Austria, Bélgica, Noruega, Reino unido, Finlandia y Luxemburgo) para promover soluciones con *Smart Grid*.

En 2017, México destinó 646 millones de dólares para convertir 30,2 millones de consumidores a los nuevos *Smart Meters* (medidores inteligentes) antes del 2025. En Chile, el ministro de energía Andrés Rebolledo tuiteó en 2017 que para 2025 todos los medidores del país serían inteligentes. En marzo de 2017, el Instituto Costarricense de Electricidad anunció un plan para desplegar 158.000 medidores en los siguientes 3 años. En el resto del mundo, China está a la cabeza de la inversión en las energías renovables, seguida de Europa y EE. UU.

Cuadro II → INVERSIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES

Fuente: visualcapitalist.com

New investment by Region	2016 (\$ billion)	2017 (\$ billion)	% Change
China	\$96.9	\$126.6	31%
Europe	\$64.1	\$40.9	-36%
United States	\$43.1	\$40.5	-6%
Other Asia and Oceania	\$35.7	\$31.4	-12%
Other Americas	\$6	\$13.4	124%
Middle East & Africa	\$9	\$10.1	11%
India	\$13.7	\$10.9	-20%
Brazil	\$5.6	\$6	8%
Total	\$274	\$279.8	2%

En este sentido hay brotes verdes, buenas noticias, la mayoría de los países están empezando a caminar hacia un consumo más eficiente y respetuoso con el medio ambiente. Además, esto no tiene por qué ir de la mano con un incremento de los costes si comparamos cómo ha bajado el coste por KWh en los últimos años.

Cuadro III → BAJADA DE COSTES EN LOS ÚLTIMOS 7 AÑOS

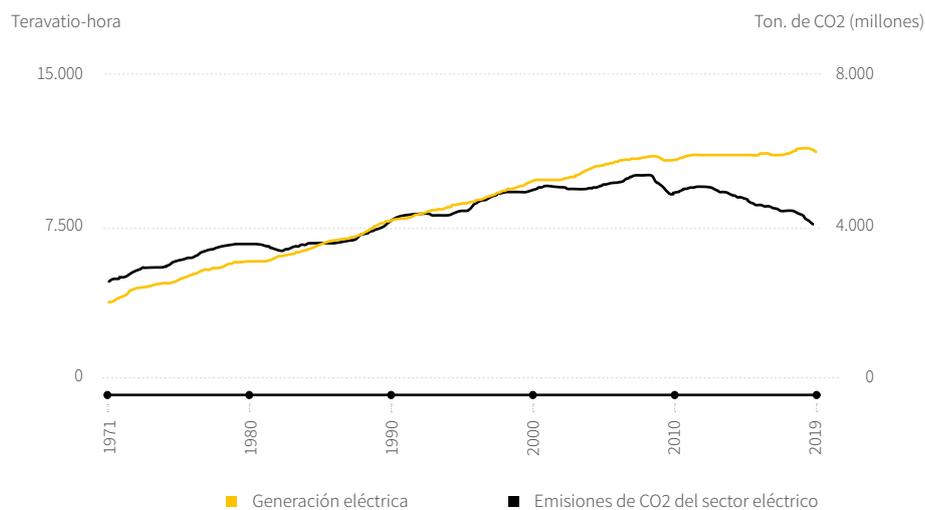
Fuente: visualcapitalist.com

Cost per electricity per energy source (\$ per KWh)	2010	2017
Concentrating solar power	\$0.33	\$0.22
Offshore wind	\$0.17	\$0.14
Solar photovoltaic	\$0.36	\$0.10
Biomass	\$0.07	\$0.07
Geothermal	\$0.05	\$0.07
Onshore wind	\$0.08	\$0.06
Hydro	\$0.04	\$0.05

Con la llegada de las *Smart Grid* a los países más desarrollados han conseguido mantener la producción teravatio-hora pero reduciendo el CO2 emitido.

Figura VI → EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA Y LAS EMISIONES DE CO2 DEL SECTOR ELÉCTRICO EN LAS ECONOMÍAS AVANZADAS

Fuente: visualcapitalist.com
% (Unidades)



Smart Grid busca la eficiencia de los consumos e infraestructuras haciendo uso de la cantidad ingente de datos que recopila, creando modelos predictivos que ayuden a hacer un uso más racional de la energía.

Capítulo 5

***Smart Cities:* aumentar la calidad de vida reduciendo el impacto medioambiental**



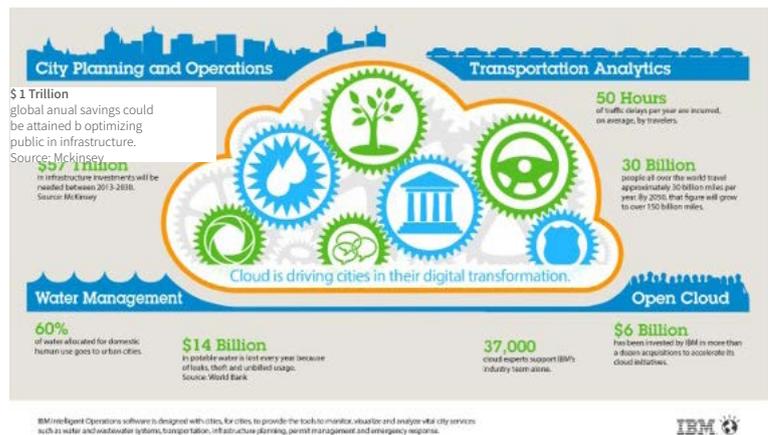
El movimiento de la población de las zonas rurales hacia las grandes ciudades ha sucedido en todos los países desde la llegada de la revolución industrial (en España, el 80% de la población vive en ciudades). De la mano de la revolución industrial ha venido un incremento del consumo de energía, así como de la movilidad, entre otras. Las ciudades han tenido que adaptarse a esta tendencia creciendo en extensión y suministrando más servicio a su creciente número de ciudadanos, pero no siempre lo han ejecutado de la forma más eficiente.

Smart Cities es la tecnología que busca el uso más racional gracias a la sensorización de los servicios que ofrecen las ciudades a sus ciudadanos, buscando mejorar su calidad de vida a la vez que reduce el impacto en el medio ambiente.

Imagen III →

Fuente: IBM

SMARTER CITIES TURNING BIG DATA INTO INSIGHT



Nuevamente la tecnología juega un papel muy importante para conseguir recoger datos en tiempo real. Las infraestructuras de comunicación, los nuevos elementos IoT, la llegada del 5G, todo ello conseguirá que elementos que hasta ahora han sido pasivos, como un semáforo, una papelera o un *container* de basura pasen a ser elementos activos que suministrarán datos en tiempo real para la toma de decisiones. Gracias a una centralización de toda la información se pueden definir unas líneas generales de mejora:

- Iluminación adaptativa para regularse en función del coste/uso.
- Detección de puestos de aparcamientos libres para reducir el consumo y el tiempo para encontrar uno.

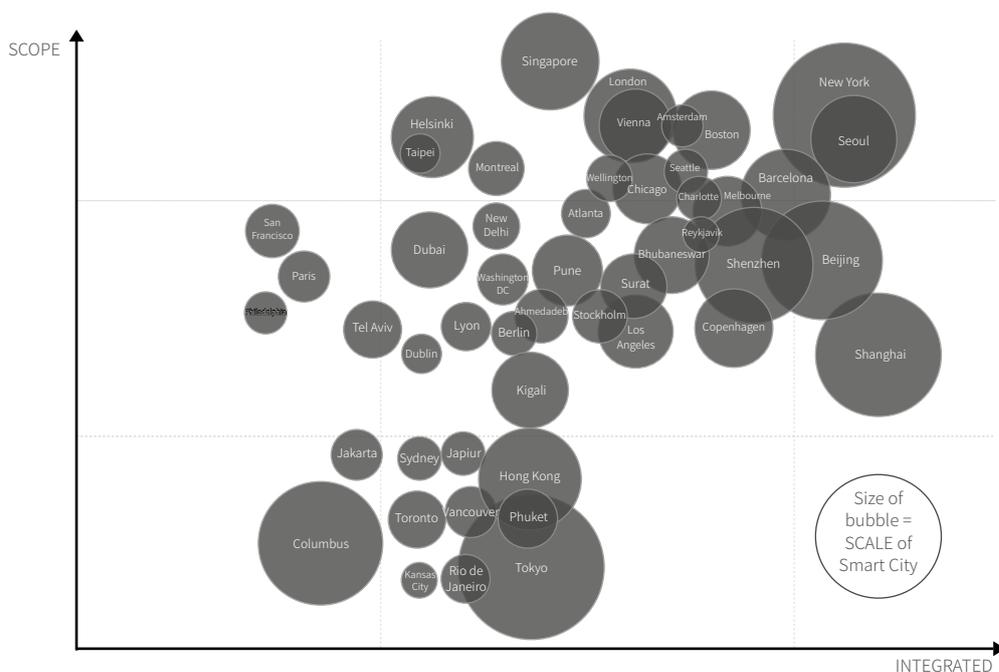
- Tarjetas digitales para los ciudadanos para el transporte, salud, etc. que permitan realizar predicciones.
- Sistemas de vigilancia automatizada.
- Mantenimientos preventivos.
- Riego inteligente.
- Tráfico adaptativo.
- Gestión eficaz de los residuos.

Y un largo etcétera de mejoras que repercutirá en un uso más racional y eficiente de los recursos naturales. Dependiendo de cada iniciativa y de la situación en la que se encuentre cada ciudad variará el porcentaje de mejora. Por ejemplo, en el proyecto *Malaga Smart City* se prevé una mejora del 15% en el riego de parques o jardines. En Oslo, gracias a sus 650.000 bombillas de LED conectadas a estaciones de procesamiento se han conseguido mejoras de entre un 30 a un 80% en el consumo. En México DF, iniciativas en transporte; en Querétaro, en energía eólica y solar; en Perú, el *Smart City Peru* y un largo sin fin de ejemplos. Pocas son las ciudades de países desarrollados que no se han sumado a la ola de mejoras que aporta una *Smart City*.

Figura VII →

LAS 50 MEJORES CIUDADES CON INICIATIVAS SMART CITY (2018)

Fuente: [Smart City Governments](#)





Capítulo 6

Climate-Smart Agriculture y el Smart Farming



El Grupo Banco Mundial (GBM) anunció que el crecimiento de la población a nivel mundial (9000 millones para 2050) y el cambio de los regímenes alimentarios están incrementando la demanda de alimentos. En el lado opuesto, encontramos la sobreexplotación de los recursos naturales, océanos exhaustos, merma de recursos naturales o la destrucción de la diversidad biológica.

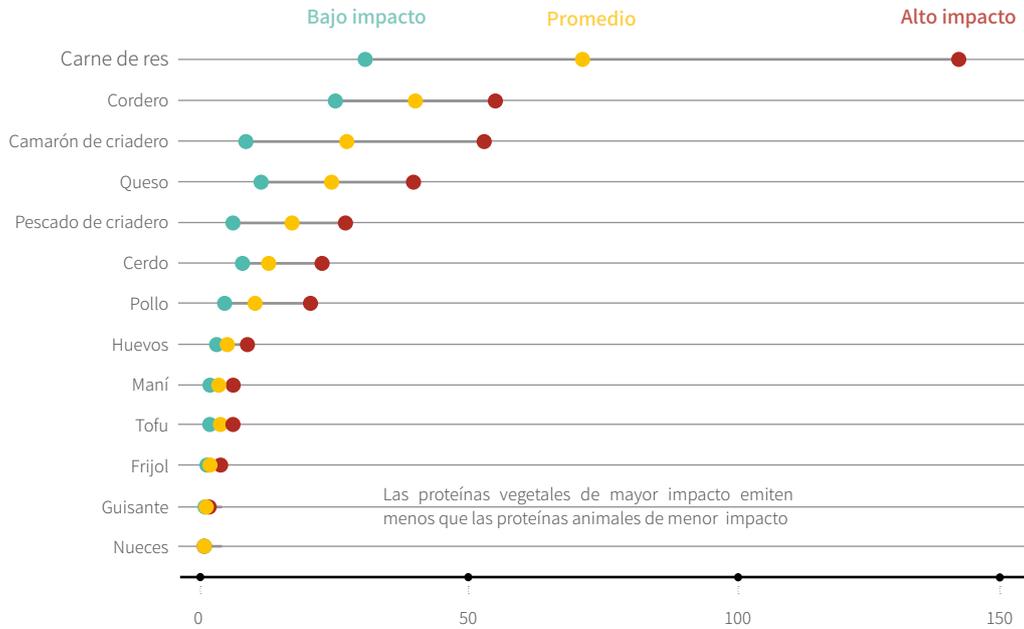
El panorama actual no es muy alentador: 1 de cada 9 personas padece hambre crónica, el 12,9% de los países en desarrollo está desnutrido, etc. Se prevé que para alimentar la población de 2050 se necesitará producir alrededor de un 70% más de alimentos y el cambio climático está produciendo que el rendimiento de los cultivos agrícolas se reduzca. Además, **el cambio climático en la actualidad genera entre el 19% y el 29% de los gases de efecto invernadero**. Si se sigue incrementando el cultivo con las técnicas actuales, el efecto todavía será mucho más devastador, de la misma manera que ocurre con las *Smart Cities* o las *Smart Grids*: toca producir más con menos, buscando una mayor productividad, resiliencia y menos emisiones.



Figura VIII →

LA CARNE DE RES TIENE EL MAYOR IMPACTO SOBRE EL CLIMA

Fuente: Poore & Nemecek (2018), Science, BBC



En todo el mundo se han comenzado a priorizar las acciones basadas en una agricultura inteligente: el Grupo Banco Mundial lanzó en 2016 el [Plan de Acción sobre el Cambio Climático](#), las [Naciones Unidas con la FAO-EC project](#), España con el programa para [la digitalización del sector agroalimentario y forestal del medio rural](#), etc. La mayoría de los países cuentan con iniciativas en este sentido.

Pero no todos los países cuentan con las mismas infraestructuras tecnológicas y esta infraestructura es necesaria para poder obtener datos que ayuden a mejorar la toma de decisiones. Muchos son los motivos por los que los habitantes de las zonas rurales se mueven hacia las grandes ciudades, pero uno de ellos es el aislamiento. ¿Cómo se puede obtener entonces altos volúmenes de datos en zonas aisladas? En las ciudades del primer mundo se cuenta con infraestructuras, pero en los países en vías de desarrollo es más complicado montar una red WIFI en un campo de arroz.

La conectividad por radiofrecuencia, los drones o la visión por computador están ayudando a fomentar la agricultura de precisión.

Y es que hasta la fecha la agricultura ha sido dejada de lado en términos de eficiencia. Los procesos se han mecanizado, sí, pero no en el sentido de la optimización, sino en el de maximizar la producción o reducir los tiempos.

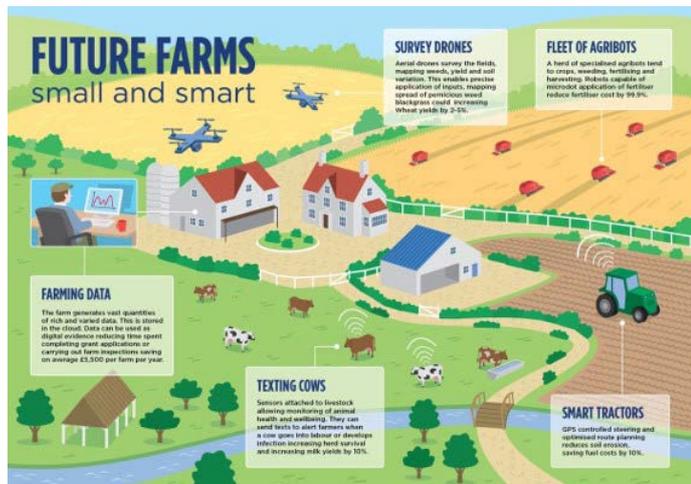
Si nos centramos en la agricultura de precisión veremos que un campo no necesita la misma cantidad de agua en toda su extensión de fertilizantes, pesticidas o cuidados. Cada zona, cada árbol, o cada sector puede tener necesidades distintas. Detectarlo y suministrar la cantidad necesaria en cada caso ayudará a reducir el impacto climático reduciendo el consumo de agua, pesticidas o fertilizantes.



Imagen IV →

FUTURE FARMS SMALL AND SMART

Fuente: Granjas Smart
(www.nesta.org.uk)



En todas las áreas rurales del mundo han empezado a aparecer proyectos para ayudar a los campesinos, agricultores y ganaderos. Modelos predictivos de tiempo, mejores momentos para conrear, cuándo regar, cuándo suministrar antibióticos a los animales y a cuáles. Todo esto requiere de una gran recopilación de información y de entreno de modelos matemáticos que permitan mejorar las decisiones.

CGIAR – Platform for Big Data in Agriculture

Cuentan con más de 15 centros asociados por todo el mundo, desde Suramérica, India, Indonesia o Estados Unidos, entre otros.

En 2013 empezaron a trabajar en Honduras y Colombia en la asesoría a los agricultores sobre la decisión de sembrar, qué cultivos sembrar y el mejor momento para hacerlo. Para generar las predicciones primero se instalaron sistemas online de captura de datos y difusión de la información agroclimática. Posteriormente, cruzando estos datos con los pronósticos de clima, analítica *Big Data* e inteligencia artificial pudieron desarrollar las recomendaciones a los agricultores.



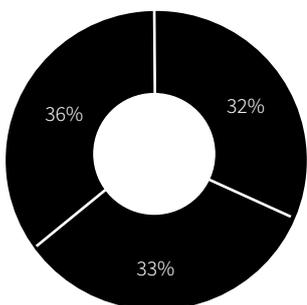
Trabajan aproximadamente con 300.000 agricultores y cuentan con casos de éxito como el de 2014, donde gracias a las predicciones 170 arroceros consiguieron evitar una catástrofe económica con pérdidas por un valor de 3,6 millones de dólares. Este trabajo fue premiado con el premio Actividades Faro dentro de la iniciativa Impulso para el Cambio. El equipo también ganó el Reto del Clima de *Big Data* de las Naciones Unidas de 2014.

Cuadro IV →

PREDICCIÓN PARA 2020 EN MAJAGUAL PARA LOS PRODUCTORES DE ARROZ

Fuente: CGIAR

2020
Abril - Mayo - Junio
Probabilidad de precipitación (%)



Escenarios de la predicción							
Precipitación (mm)				Radiación solar (cal/cm ² d)			
Fecha	Mínimo	Prome- dio	Máxi- mo	Fecha	Mínimo	Prome- dio	Máxi- mo
2020 -4	16	191	367	2020 -4	15	17	20
2020 -5	15	304	608	2020 -5	15	17	19
2020 -6	30	284	615	2020 -6	15	18	20
Temperatura máxima (°C)				Temperatura mínima (°C)			
Fecha	Mínimo	Prome- dio	Máxi- mo	Fecha	Mínimo	Prome- dio	Máxi- mo
2020 -4	32	34	36	2020 -4	19	22	25
2020 -5	32	34	36	2020 -5	19	22	24
2020 -6	31	34	35	2020 -6	19	22	24

Global Forest Watch

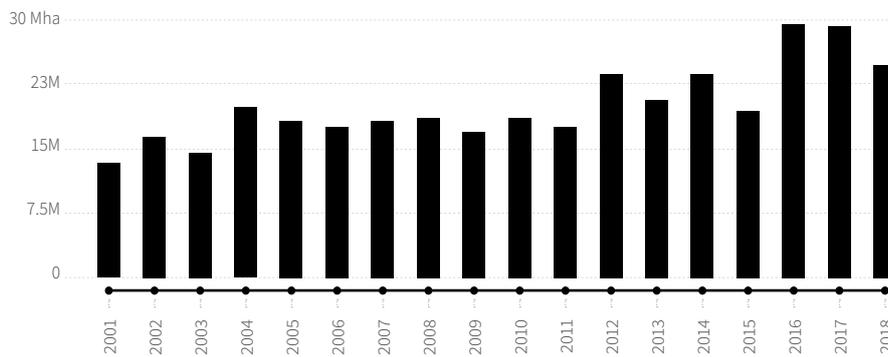
El *Global Forest Watch* es una base de datos que combina las imágenes vía satélite, open data y crowdsourcing para suministrar información del estado mundial de los bosques a los gobiernos, compañías, organizaciones no gubernamentales y a cualquiera que quiera hacer uso de ella.

Entre todos los datos podemos encontrar *dashboards* (cuadros de mando) que dan una visión de problemas globales, como la deforestación anual.

Figura IX →

PÉRDIDA DE MASA FORESTAL EN MAH (MILLONES DE HECTÁREAS) ANUALIZADA DE 2001 A 2018

Fuente: *Global Forest Watch*



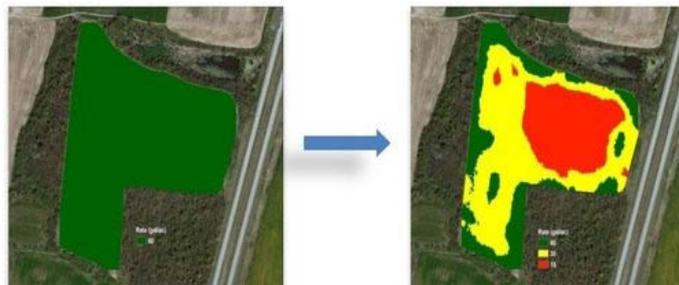
2000 tree cover extent | >30% tree canopy | these estimates do not take tree cover gain into account

IOF: Artificial Intelligence for Digital and Precision Agriculture

Usando sensores, robots, imágenes de satélites, GPS y drones se han creado modelos que les permiten monitorizar el crecimiento de los cultivos, el estado del suelo y las condiciones climáticas. Sobre estos datos han rodado algoritmos de inteligencia artificial para pasar de una agricultura tradicional a una agricultura de precisión que lo que busca es ser mucho más óptima. Hasta ahora se ha tratado a todo el campo por igual, pero gracias a esta información se permite regar solo donde es necesario, aplicar pesticidas de forma selectiva o fertilizantes. De esta forma se optimiza el rendimiento reduciendo costes e impactando menos el medio ambiente

Imagen V →

MONITORIZACIÓN DEL ESTADO DEL SUELO



Capítulo 7

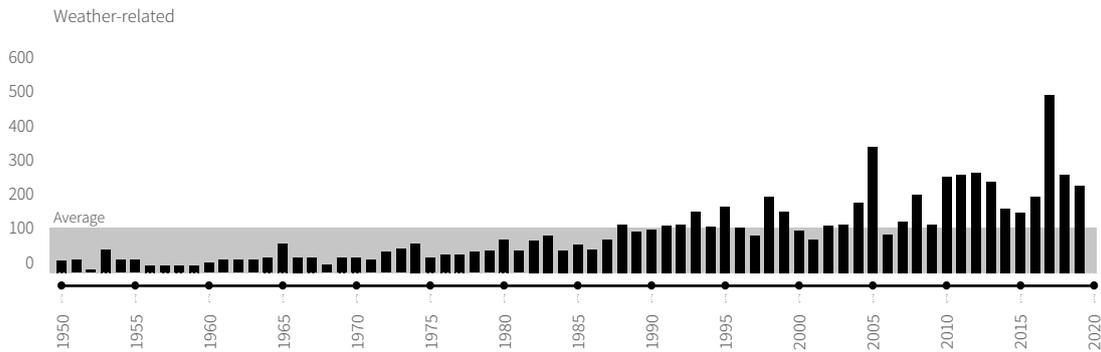
***Big Data* en la predicción de desastres naturales**



En el último informe sobre Indicadores de tiempo, clima y catástrofes (*Weather, Climate & Catastrophe Insight*) de 2019 la aseguradora AON se cifra en 232\$ billones el coste de los desastres naturales de 2019, teniendo en cuenta que en los últimos años ha disminuido respecto a años anteriores. Pero el dato más importante son las muertes humanas: en 2019 se contabilizan unas 11.000 relacionadas con desastres naturales, muy inferiores a más de las 200.000 mil de años anteriores. Muchas de ellas se consiguen evitar gracias a la mejora continua de los modelos predictivos basados en millones de datos.

Figura X → DESASTRES NATURALES ASOCIADOS AL TIEMPO

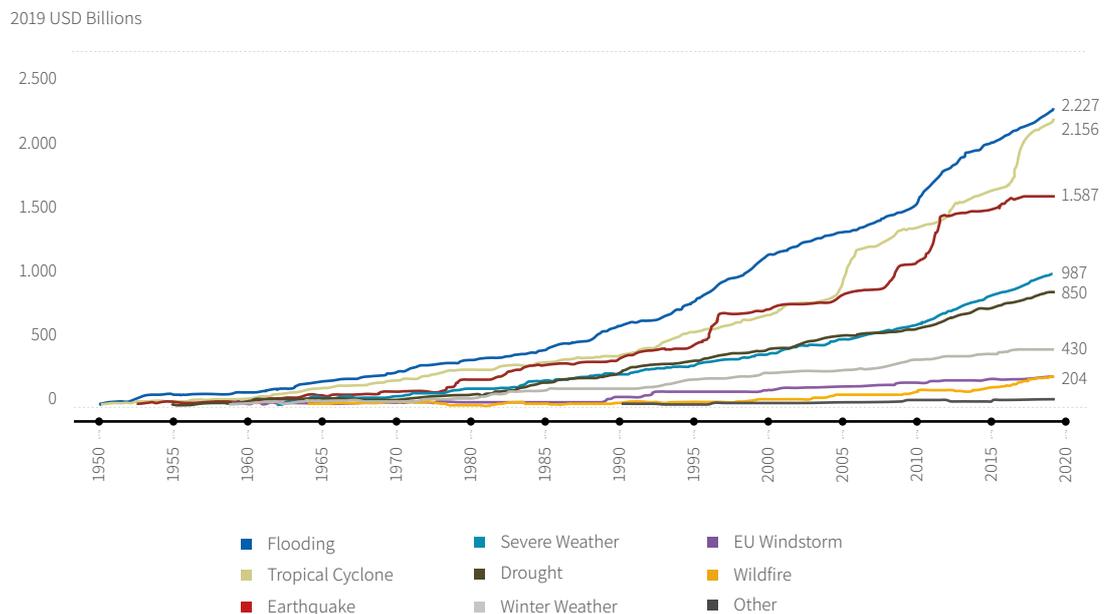
Fuente: AON, 2019



La tendencia de desastres naturales asociados al tiempo en los últimos 30 años ha sido clara y ha marcado una tendencia al alza, siendo los ciclones tropicales y las inundaciones los desastres que más impacto tienen.

Figura XI → EVOLUCIÓN DE LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS ASOCIADAS A UN DESASTRE NATURAL

Fuente: AON, 2019



Las tecnologías empleadas en las *Smart Cities*, *Smart Grids* o *Smart Agriculture* sumadas a los elementos IoT de meteorología, imágenes aéreas, etc. están siendo una fuente de datos de gran valor para los modelos predictivos. De todas formas, el 90% de la información de la que se dispone se ha creado en los últimos dos años y a finales de 2020 se espera que llegue a los 44 zetabytes. Pero si hablamos del clima, dos años de datos no son suficientes, pero si un buen punto de partida para empezar a trabajar en modelos de inteligencia artificial que ayuden a las predicciones.

Existen modelos predictivos globales y locales, dependiendo de las fuentes de datos que se han usado para entrenarlos, pero el objetivo que se busca es único: intentar predecir desastres naturales tales como tsunamis, terremotos, ciclones, inundaciones, etc.

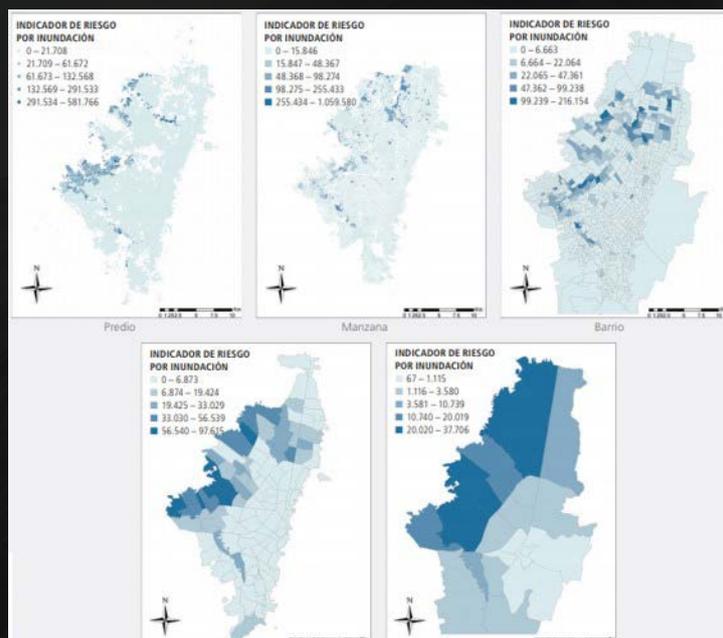
Algunas de las iniciativas que podemos encontrar son:

→ **CAPRA**

The Comprehensive Approach to Probabilistic Risk Assessment o CAPRA es un proyecto desarrollado por los gobiernos centro americanos con el soporte del *Central American Coordination Centre for Disaster Prevention* (CEPREDENAC), UNISDR y el *World Bank*. Busca proveer información GIS (*Geographic Information System*) sobre desastres naturales, muestra cálculos probabilísticos sobre terremotos, inundaciones, huracanes, volcanes, etc.

Imagen VI → DISTRIBUCIÓN DEL INDICADOR DE RIESGO POR INUNDACIÓN PARA VARIAS UNIDADES GEOGRÁFICAS EN BOGOTÁ

Fuente: Capra.org



→ Global Volcano Model

Se trata de la predicción mundial de la actividad volcánica. Se divide el mundo en 18 zonas volcánicas y para cada una de ellas se muestra el histórico hasta la fecha, el riesgo de futuras erupciones de los volcanes correlacionados por densidad de población alrededor, existencia de aeropuertos cercanos, magnitud de la futura erupción, etc

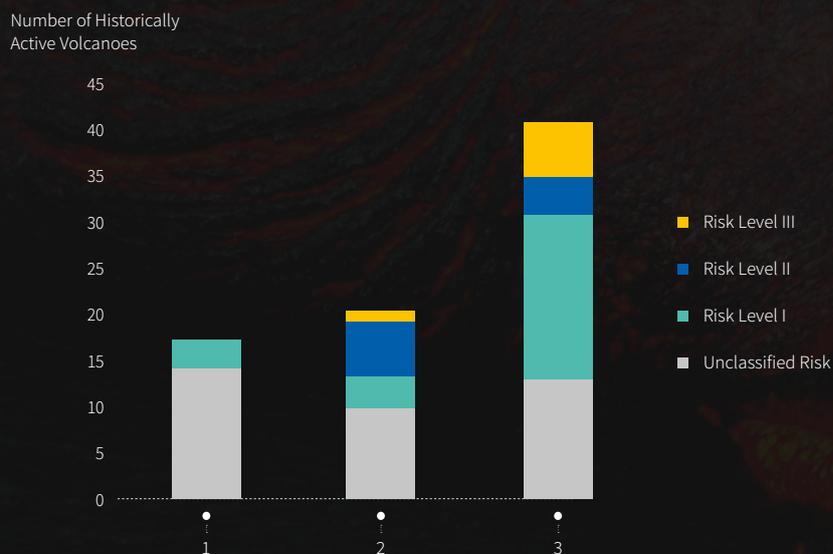
Imagen VII → REGIONES VOLCÁNICAS EN EL MUNDO

Fuente: *Volcanoes of the World*
(2010)



Figura XII → NIVEL DE RIESGO EN SUDAMÉRICA

Fuente:
Glovalvolcanomodel.org



Existen infinidad de modelos predictivos, pero en [Preventionweb](#) se puede encontrar un buen recopilatorio, tanto de los locales como los globales, respecto a desastres naturales.

Capítulo 8

Tecnología verde para luchar contra el cambio climático

Las TIC (Tecnologías de la información y comunicación) forman parte de la solución al cambio climático y, de la mano de termostatos inteligentes, electrodomésticos que necesitan menos consumo energético, luces que iluminan más con menos energía, etc. se consigue una reducción de consumos en toda la cadena.

Todas estas mejoras se han cuantificado que conseguirán una reducción del 15% en 2020 en la emisión de CO₂, entre la reducción de energía, el cambio de hábitos o la optimización de recursos. Si tenemos en cuenta que en los hogares a nivel mundial es donde se consume el 12% de la energía eléctrica mundial, es un gran ahorro.

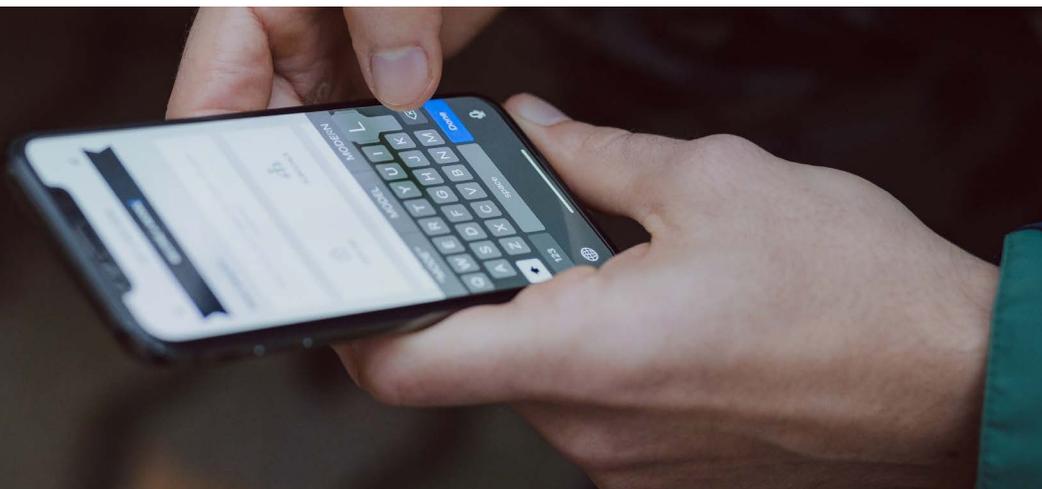
Imagen VIII →

Fuente: Granjas Smart
(www.nesta.org.uk)

TERMOSTATO INTELIGENTE NEST



Este termostato almacena nuestros patrones de uso mediante una combinación de sensores y con algoritmos de inteligencia artificial, adaptándose automáticamente a nuestras necesidades, comportamiento y preferencias.



Hay elementos que usamos a diario que pueden ser considerados una tecnología verde, como los móviles. El llamado *Mobile Carbon Impact*, estima que ha conseguido reducir 180 millones de toneladas al año de emisiones de CO2 al facilitar la comunicación de las personas, evitando desplazamientos innecesarios, ayudando a los usuarios a encontrar la mejor ruta para circular, facilitando el uso de rutas de transporte público y un largo listado de ventajas que usamos a diario que nos ayudan en nuestras tareas cotidianas.

La prensa digital, los *eBooks* (libros digitales) e Internet también están contribuyendo a la reducción del CO2, ya que no es necesario el uso de papel, tinta, transporte y distribución de todos ellos. Solo en EE. UU. se estima que se imprimen 55 millones de periódicos en un solo día. La transformación digital de la comunicación podría estar ayudando a reducir el impacto medioambiental, o quizás no. Según los expertos las emisiones por la nueva digitalización de todos los contenidos podrían ser equivalente al ahorro.

El *carsharing* o el *carpooling* (compartir coche) es considerada otra tecnología verde, puesto que consigue que un mismo trayecto sea aprovechado por más usuarios, reduciendo la cantidad de emisiones, así como la compra de coches que solo serán utilizados de forma esporádica.

Cada día son más los elementos conectados que tenemos en casa. El Internet de las cosas (IoT) ha llegado a plantas, televisiones, robots aspiradora,

lavadoras, etc. todos ellos con la idea de poderlos activar de forma remota, pero, a su vez, de ayudarnos a encenderlos y apagarlos en los momentos que más nos convenga. Si además sumamos que las compañías eléctricas nos muestran cuáles son los mejores momentos para consumir energía a precios más económicos podemos juntar los dos mundos para reducir costes a la vez que reducimos nuestro impacto medioambiental.

FactorSmartHome, de la eléctrica española Factorenergía, ofrece la posibilidad de ver cuándo vamos a tener las mejores tarifas para activar la domótica.

Imagen IX →

APP DE
FACTORENERGIA

Fuente: Factorenergia



En nuestro día a día cada vez son más las tecnologías verdes que usamos sin darnos cuenta y que están favoreciendo al medio ambiente, como el reciclaje, el compostaje o las bolsas biodegradables, entre otras. Todos ellos no tienen tecnología a simple vista, pero se han tenido en cuenta para poder optimizar sus procesos productivos.

La tecnología verde está en muchos más procesos de los que podamos pensar y detrás de todos ellos existe la inquietud de mejorarlos, tanto desde un punto de vista económico como desde un punto de vista medioambiental. La única forma de saber si estamos mejorando un proceso productivo es medirlo. Hoy en día, muchas de estas mediciones aportan grandes volúmenes de datos que son utilizados para mejorar las tomas de decisiones.



Capítulo 9

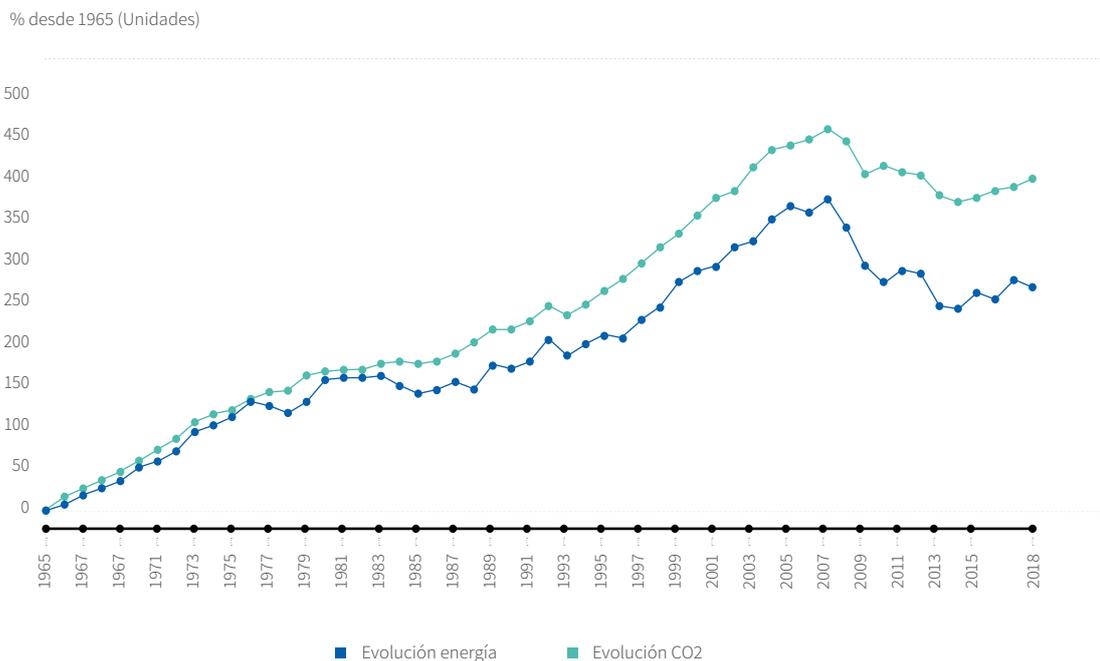
España: evolución y tendencias



España se puede decir que ha empezado a hacer los deberes en cuanto a las emisiones de los gases de efecto invernadero. Desde 1965 el consumo de energía no ha parado de crecer, pero así como al principio cuanto más energía generaba producía el mismo nivel de CO₂, a partir del 2007 ha conseguido estabilizar el CO₂ mientras consigue aumentar la producción de energía. Eso sí, sin llegar a los valores que serían deseables: producir lo mismo y reducir a la mitad el CO₂.

Figura XIII → ENERGÍA PRODUCIDA VS. CO₂ PRODUCIDO

Fuente BP; www.epdata.es

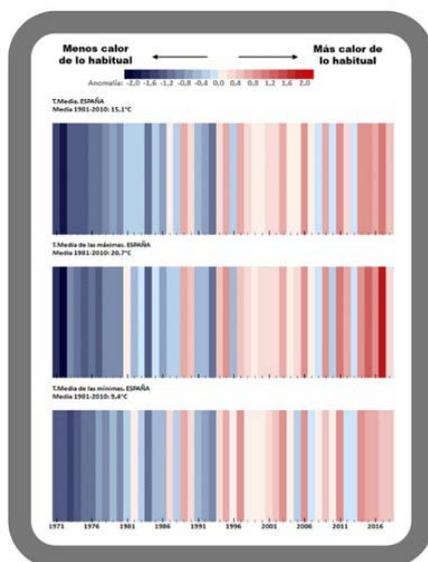


En cuanto a las temperaturas, en España también se han visto incrementadas, de la misma manera que sucede con la tendencia mundial. Tanto las máximas como las mínimas han subido más de 1 °C en la última década, siendo el valor de las máximas el que más se ha disparado.

Imagen X →

ANOMALÍAS DE LAS TEMPERATURAS DESDE 1971

Fuente: aemet.es



No obstante, las iniciativas por parte del gobierno y el sector privado no se han hecho esperar. En el ámbito de las *Smart Cities*, desde el gobierno, Red.es gestiona una parte del Plan Nacional de Ciudades Inteligentes con una dotación presupuestaria de 200 millones cofinanciados con el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (Feder). Más de 50 ciudades ya se encuentran trabajando para modernizar y transformar digitalmente sus servicios.

El sector eléctrico ha empezado a modernizar sus infraestructuras hacia las *Smart Grids*, Endesa tiene tres proyectos piloto, entre ellos el SmartNet en Barcelona. Naturgy (hasta hace poco, conocida como Gas Natural) con su Osiris, que supervisa la infraestructura para comunicar y optimizar las comunicaciones, sobre todo en caso de averías. Iberdrola ha instalado más de 10 millones de contadores inteligentes con su proyecto Star.

En el sector agrario algunas administraciones ya han empezado a poner el foco en la digitalización del sector agrario, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPAMA) o la Junta de Andalucía, entre otras. Así como el *Smart Agrifood Summit* donde el gobierno propone mesas de debate.

Y el futuro es alentador, España se suma a la Agenda 2030 para el Desarrollo sostenible, un plan de acción para cumplir con el compromiso de los Estados miembros de las Naciones Unidas que se centra en tres ejes principales: la protección de las personas, el planeta y la prosperidad





Capítulo 10

Latinoamérica: evolución y tendencias

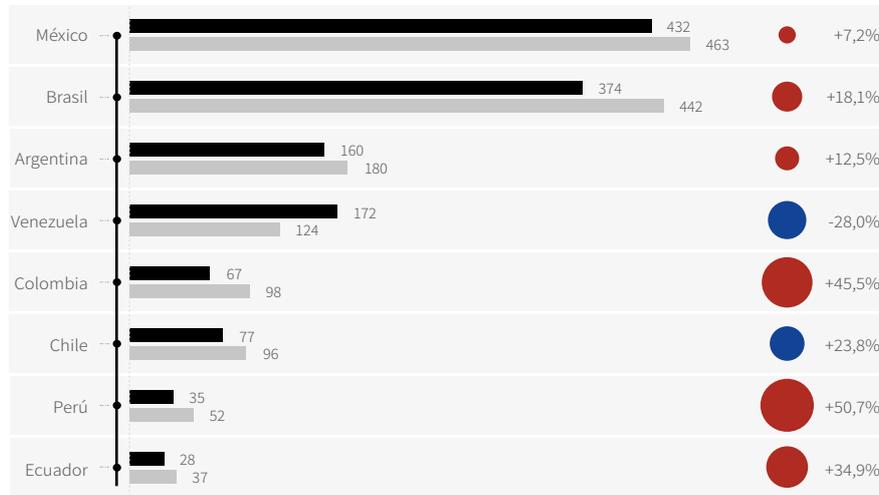


En Latinoamérica hay disparidad en cuanto al cumplimiento de las Naciones Unidas de reducir las emisiones de CO2 a la atmosfera. Mientras Chile y Venezuela consiguen reducirlo, el resto sigue sin poder conseguirlo.

Figura XIV → LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN AMÉRICA LATINA

Fuente: statista

Emissiones de dióxido de carbono (CO₂) en 2008 y 2018 (mill. de toneladas)*



Países seleccionados. Refleja únicamente las emisiones a través del consumo de petróleo, gas y carbón para actividades relacionadas con la combustión.

■ 2008 ■ 2018 ■ Variación

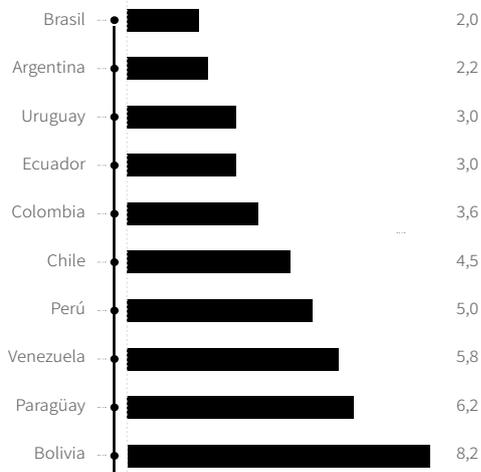
Y las previsiones no hacen más que crecer, se espera que toda América Latina duplique su demanda de electricidad en los próximos 20 años, eso sí, minimizando el uso de los combustibles fósiles y apostando por las energías verdes.

Figura XV → INCREMENTO DEL USO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES DESDE 1980

Fuente: www.expansion.com

La demanda aumenta

Incremento anual previsto de la demanda de electricidad entre 2016 y 2040 en porcentaje.



Cambios en la matriz

Matriz de la generación de electricidad en América Latina entre 1980 y 2030 en porcentaje.

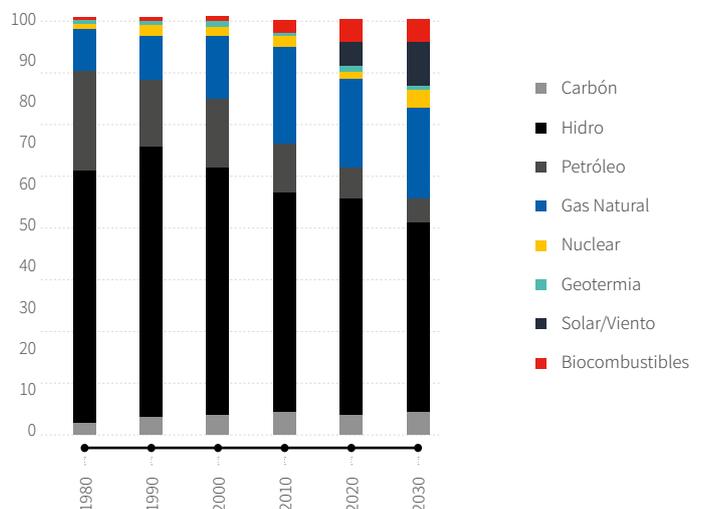
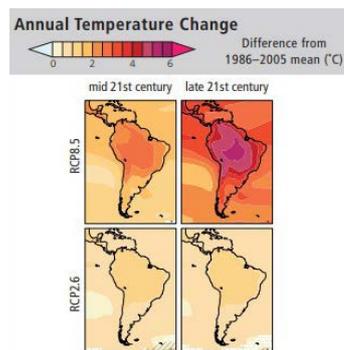


Imagen XI →

Fuente: Intergovernmental
Panel on Climate Change

PREDICCIÓN DEL AUMENTO DE TEMPERATURAS PARA EL SIGLO XXI



La predicción de temperaturas marca aumentos de 2°C hacia la mitad de siglo y de hasta 6°C para finales de siglo. Las predicciones no son nada halagüeñas y es por ello por lo que todos los países han empezado a trabajar para revertir los efectos negativos.

En Chile, el presidente Sebastián Piñera se comprometió a reducir sus emisiones mediante cuatro pilares: la descarbonización de las fuentes energéticas, la transformación del transporte público hacia un sistema eléctrico, el establecimiento de estándares de eficiencia y un plan para la reforestación.

En una línea similar quiere trabajar el gobierno de Costa Rica, comprometiéndose a llegar al 60% de cobertura forestal en 2030 (hoy están al 52%), haciendo que el 30% del transporte público sea de cero emisiones antes del año 2035 y construyendo dos trenes eléctricos.

Guatemala ha incrementado la cantidad de plantas de tratamiento de aguas residuales pasando de 50 a 300 en tres años, se ha centrado en recuperar 1,2 millones de hectáreas de árboles para el 2032 y en la limpieza de sus ríos.

Colombia está impulsando que el 10% de su energía venga de fuentes renovables para el 2022 y el 20% para el 2030 y se ha comprometido a que el 70% de la energía producida no provenga del carbón.

En materia de *Smart Cities* pocas son las ciudades que se suman, pero podemos encontrar Buenos Aires a la cabeza, seguida de Santiago de Chile, Ciudad de México, Medellín y Motevideo.

Desde la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura ([FAO](#)) se han arrancado diferentes proyectos de *Smart Agriculture* y *Farming* en Ecuador, Guatemala, Honduras, Chile y el Caribe oriental.

Todos los países de Latinoamérica están sensibilizados con el cambio climático y, en menor o mayor medida, están apostando para alinearse con los objetivos mundiales. Falta observar si los modelos predictivos cumplen sus pronósticos. De ser así, muchos países sufrirían inundaciones, sequías, huracanes y la subida del nivel del mar.



Capítulo 11

Conclusiones



Hace más de 100 años se detectó que el clima estaba cambiando, pero no fue hasta que se obtuvieron datos objetivos, modelos matemáticos y las primeras predicciones, cuando toda la comunidad científica primero y, posteriormente, los ciudadanos aceptamos que algo estaba sucediendo.

De la mano de la revolución industrial apareció el cambio climático. La revolución industrial consiguió mejorar las sociedades desarrolladas, aportando bienestar e incrementando el consumo de todos los ciudadanos, gracias a la aportación en la reducción de costes que supuso la revolución en los procesos productivos. Pero ha sido en los últimos 40 años cuando los datos nos han permitido darnos cuenta de lo que estaba sucediendo: el clima estaba cambiando. En ese periodo la computación, la capacidad de almacenamiento, las comunicaciones o la sensorización (IoT) han crecido exponencialmente año tras año, permitiéndonos objetivar mucha más información de la que se había registrado hasta la fecha.

Hasta hace poco más de 30 años la mayor parte de las iniciativas privadas y públicas habían ido destinadas a mejorar la industrialización, a mejorar el modelo productivo, pero es ahora cuando gracias a la explotación de todos los datos registrados podemos empezar a centrarnos en la optimización, pero desde otro punto de vista: el medioambiental. Y, quizás, además de poder, debemos hacerlo.

En los últimos años las campañas de sensibilización sobre el cambio climático han aparecido en todos los sectores, tanto el privado como el público, y los ciudadanos somos más conscientes de las consecuencias. Solo nos hace falta ver las fotos del Polo Norte con 30 años de diferencia, y es que una imagen vale más que mil palabras. Los satélites nos han ayudado a poder medirlo día a día y poder compararlo.

Las *Smart Cities*, la agricultura de precisión, el *Smart Farming*, la tecnología

verde o las *Smart Grid* son un buen ejemplo de que no hace falta frenar, sino simplemente optimizar desde otro punto de vista, el punto de vista medioambiental. No es suficiente producir más barato simplemente, sino que se debe haber teniendo en cuenta dejar la mínima huella posible para el medioambiente.

Ahora hay que optimizar los procesos pensando en el medioambiente y solo se puede optimizar si se ha medido previamente, aplicado un cambio y volviendo a medirlo posteriormente. Solo entonces se podrá objetivar si el cambio aplicado es una mejora, si se quiere ser objetivo.

Cuando hablamos de medir el medioambiente, el volumen de datos crece exponencialmente en los últimos años y es necesario usar nuevas soluciones. El *Big Data* permite cruzar multitud de tipologías de fuentes de datos con grandes cantidades de datos en un corto espacio de tiempo. De nada sirve analizar todo si cuando recibimos el resultado ya es demasiado tarde. El *Big Data* es una tecnología imprescindible si queremos combatir el cambio climático. Todos debemos poner el máximo de información relevante en modo open data para mejorar los modelos predictivos actuales en el mínimo tiempo posible. Los últimos informes alertan de que ya no queda mucho tiempo para maniobrar.

Pero la noticias, a pesar de no ser del todo alentadoras, todavía dejan entrever que se puede revertir el cambio climático. Como siempre, cada uno de nosotros tenemos la llave que puede activar el motor del cambio. Hasta ahora nuestras decisiones han ido en función de dos vectores, las ventajas que ofrecen y el coste económico, pero debemos incorporar una nueva, los costes medioambientales. Exigir cómo, dónde y de qué forma se ha producido nos ayudará a frenar y, quizás, darle una vuelta a la tendencia actual.



Si el cambio climático lo hemos provocado en gran medida los humanos, también está en nuestra mano resolverlo. El cambio climático empezó hace más de un siglo atrás y, ahora, gracias al *Big Data* podemos evaluar los pros y los contras a nivel global de cada pequeña acción local.

Referencias bibliográficas

- 1** Latin America and the Caribbean. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <http://www.fao.org/climate-smart-agriculture/on-the-ground/latin-america/en/>
- 2** [Factor Smarthome]. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://www.factorsmarthome.com/>
- 3** [GCOS | WMO]. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://gcos.wmo.int/en/essential-climate-variables>
- 4** About Copernicus | Copernicus. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus>
- 5** Agencia Estatal de Meteorología. (s.f.). Efectos del Cambio Climático en España - Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España. Recuperado 17 febrero, 2020, de http://www.aemet.es/es/noticias/2019/03/Efectos_del_cambio_climatico_en_espanha
- 6** Agenda 2030. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://www.agenda2030.gob.es/sites/default/files/recursos/Plan%20de%20Acci%C3%B3n%20para%20la%20Implementacion%20de%20la%20Agenda%202030.pdf>
- 7** AGENDA PARA LA DIGITALIZACIÓN DEL SECTOR AGROALIMENTARIO Y FORESTAL Y DEL MEDIO RURAL. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de [https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/participacion-publica/15febagenda digitalizacion_publica_tcm30-502256.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/participacion-publica/15febagenda digitalizacion_publica/15febagenda digitalizacion_publica_tcm30-502256.pdf)
- 8** Agricultura inteligente con respecto al clima. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://www.bancomundial.org/es/topic/climate-smart-agriculture>
- 9** Amaia Ormaetxea. (2019, 21 enero). América Latina duplicará su demanda de electricidad en veinte años. Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://www.expansion.com/latinoamerica/iberoamericana-empresarial/2019/01/21/5c4481fb268e3e686c8b45eb.html>
- 10** Blog - Artificial Intelligence for Digital and Precision Agriculture - IoF2020. (2019, 30 abril). Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://www.iof2020.eu/blog/2019/04/artificial-intelligence-for-digital-precision-agriculture>
- 11** Books vs ebooks: Protect the environment with this simple decision. (2016, 18 septiembre). Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://theecoguide.org/books-vs-ebooks-protect-environment-simple-decision>
- 12** Cambio climático 2013. (s.f.). Recuperado de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf
- 13** Cambio climático. (2020, 4 febrero). Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://>

www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html

- 14** CAPRA | Probabilistic Risk Assessment Platform |. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://ecapra.org/>
- 15** Central and South America. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap27_FINAL.pdf
- 16** CGIAR BIG DATA Platform | CGIAR Platform for Big Data in Agriculture. (2019, 28 octubre). Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://bigdata.cgiar.org/>
- 17** City of Oslo, Norway — English. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <http://www.thornlighting.com/en/solutions/case-studies/smart-city/efficient-leds-and-smart-controls-in-city-of-oslo>
- 18** Disaster Risk - Models | PreventionWeb.net. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://www.preventionweb.net/risk/models>
- 19** FAO-EC project to promote climate-smart farming. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <http://www.fao.org/news/story/en/item/119835/icode/>
- 20** Global Volcano Model. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <http://globalvolcanomodel.org/>
- 21** Homepage - International Science Council. (2020, 30 enero). Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://council.science/>
- 22** Iman Ghosh. (2019, 12 marzo). Visualizing the Global Transition to Green Energy. Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://www.visualcapitalist.com/global-transition-to-green-energy/>
- 23** IOC - Unesco. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <http://www.ioc-unesco.org/>
- 24** Mirjam Johannes. (2019, 14 marzo). Smart City Series: ciudades inteligentes en México. Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://www.e-zigurat.com/blog/es/smart-city-series-ciudades-inteligentes-mexico/>
- 25** Nesta. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://www.nesta.org.uk/>
- 26** Nicholas Nhede. (2019, 28 noviembre). Smart grid development in Latin America, Navigant Research insights. Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://www.smart-energy.com/industry-sectors/smart-grid/latin-american-smart-grid-development-navigant/>
- 27** Objective | ESA Climate Change Initiative. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <http://cci.esa.int/objective>
- 28** OSIRIS. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <http://www.proyecto-osiris.com/>
- 29** Plan Nacional de Ciudades Inteligentes | Red.es. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://www.red.es/redes/es/que-hacemos/ciudades-inteligentes/plan-nacional-de-ciudades-inteligentes>
- 30** Probabilistic Modelling for disaster risk management, the case of Bogotá. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de https://ecapra.org/sites/default/files/documents/Probabilistic%20Modeling%20for%20disaster%20risk%20management%2C%20the%20case%20of%20bogot%C3%A1%2C%20Colombia_RA.pdf

- 31** Proyecto Star - i-DE - Grupo Iberdrola. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://www.i-de.es/redes-inteligentes/proyectos/proyecto-star>
- 32** Reuters. (2018, 8 octubre). UN says unprecedented steps needed to avoid worst of global warming - Business Insider. Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://www.businessinsider.com/r-temperatures-to-rise-15-degrees-celsius-by-2030-2052-without-rapid-steps-un-report-2018-10?r=UK>
- 33** Role of smart meters in responding to climate change | Smart Energy GB. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://www.smartenergygb.org/en/resources/press-centre/press-releases-folder/delta-ee-carbon-savings>
- 34** Sandra Moraes. (2019, 15 octubre). How Large Is the Importance of Big Data in Natural Disaster Response. Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://www.colocationamerica.com/blog/big-data-and-natural-disasters>
- 35** Smart City Peru. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <http://www.smartcityperu.org/>
- 36** SmartNet - Integrating renewable energy in transmission networks. (2019, 20 junio). Recuperado 17 febrero, 2020, de <http://smartnet-project.eu/>
- 37** The GCOS history. (s.f.). Recuperado de <https://gcos.wmo.int/en/about/gcos-story>
- 38** The Smart Grid and Renewable Energy - IEEE Innovation at Work. (2019, 18 septiembre). Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://innovationatwork.ieee.org/smart-grid-transforming-renewable-energy/>
- 39** TOP 50 - Smart City Governments. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de https://static1.squarespace.com/static/5b3c517fec4eb767a04e73ff/t/5b513c57aa4a99f62d168e60/1532050650562/Eden-OXD_Top+50+Smart+City+Governments.pdf
- 40** UNESCO. (s.f.-a). Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://www.unenvironment.org/>
- 41** UNESCO. (s.f.-b). UNESCO. Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://en.unesco.org/>
- 42** Weather, Climate & Catastrophe Insight. (2019, 30 abril). Recuperado 17 febrero, 2020, de http://thoughtleadership.aon.com/Documents/20200122-if-natcat2020.pdf?utm_source=ceros&utm_medium=storypage&utm_campaign=natcat20
- 43** World Bank Group Climate Change Action Plan. (s.f.). Recuperado 17 febrero, 2020, de <http://pubdocs.worldbank.org/en/677331460056382875/WBG-Climate-Change-Action-Plan-public-version.pdf>
- 44** World Meteorological Organization. (s.f.). World Meteorological Organization. Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://public.wmo.int/en>
- 45** World Resources Institute. (s.f.). Forest Monitoring Designed for Action | Global Forest Watch. Recuperado 17 febrero, 2020, de <https://www.globalforestwatch.org/>



 **THREEPOINTS**
THE SCHOOL FOR DIGITAL BUSINESS



De:



Planeta Formación y Universidades