ALIETO ALDO GUADAGNI

MIGUEL ANGEL CUERVO

LA AMENAZA AMBIENTAL EN EL PLANETA

QUEDA POCO TIEMPO PARA PRESERVAR NUESTRA CASA COMÚN

INSTITUTO ARGENTINO DE LA ENERGIA 'GENERAL MOSCONI'

EDITORIAL IAE "GRAL. MOSCONI"

Guadagni, Alieto Aldo

La amenaza ambiental en el planeta: queda poco tiempo para preservar nuestra casa común / Alieto Aldo Guadagni ; Miguel Ángel Cuervo ; Prólogo de Jorge Lapeña. - 1a ed - Ciudad Autonoma de Buenos Aires: Instituto Argentino de la Energía General Mosconi, 2024.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-631-90542-0-0

1. Ambiente. 2. Energía. I. Cuervo, Miguel Ángel II. Lapeña, Jorge, prolog. III. Título.

CDD 363.70525

ÍNDICE DEL LIBRO

PROLOGO

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

EMISIONES Y CONTAMINACIÓN

El Cambio Climático y el Calentamiento Global

El Cambio Climático en el Planeta al Comienzo de la Tarea Global: Organización, Instituciones y Resultados

El Origen del Cambio Climático y el Papel del Observatorio Mauna Loa – Hawaii

CAPÍTULO II

EL CAMBIO CLIMÁTICO AMENAZA LA VIDA EN LA TIERRA: HECHOS RECIENTES

Efectos del Cambio Climático y el Calentamiento Global

Los Hechos: Revisión de Casos en 2023

Fenómenos Extremos

Riesgo, Resiliencia y Cambio Climático

CAPÍTULO III

TRANSICIÓN ENERGÉTICA: ACTUALIDAD; HOJA DE RUTA HACIA UN MUNDO SIN EMISIONES CONTAMINANTES Y LA REALIDAD AMBIENTAL EN 2023 y 2024

Cambio Climático y la Energía en el Mundo: La Transición Energética

La Hoja de Ruta para el Cero Neto en 2050

Brechas en la Hoja de Ruta Hacia el Cero Neto

Las Metas Ambientales en 2023 - 2024: Tiempos y Realidades del Mercado Global

CAPÍTULO IV

HISTORIA DE LAS CONFERENCIAS MUNDIALES CLIMÁTICAS CONVOCADAS POR LAS NACIONES UNIDAS (LAS COP)

Revisando la Historia de las COP: Principales Lecciones Aprendidas

La Última COP 28, Dubai, Emiratos Árabes Unidos 2023

Esta COP 28, ¿Para qué sirvió?

CAPÌTULO V

Conclusiones

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Consumo de Energía Primaria Global por Fuente de Energía - En % del Total de Consumo

Tabla 2 - Oferta Total de Energía Global

Tabla 3 – Emisiones Globales de CO2 en el Escenario Cero Neto

Tabla 4 - Participación del Consumo Final de los Sectores en la Emisión de GEI Escenario Cero Neto

Tabla 5 - Evolución de las emisiones de CO2 con origen en combustibles fósiles

Tabla 6 - Evolución de las Reservas de Petróleo, Gas y Carbón

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 – IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

ILUSTRACIÓN 2 - EVOLUCIÓN DEL CO2 EN LA ATMÓSFERA SEGÚN DIVERSAS MEDICIONES

ILUSTRACIÓN 3 - EVOLUCIÓN DEL CO2 ATMOSFÉRICO: MIRADA EN PLANO CORTO - Cómputo de Mauna Loa

ILUSTRACIÓN 4 - CONCENTRACIÓN DE CO2 EN LA ATMÓSFERA – MAUNA LOA OBSERVATORY

ILUSTRACIÓN 5 - EMISIONES ANTROPOGÉNICAS NETAS DE GEI – 1990 – 2022

ILUSTRACIÓN 6 - CRECIMIENTO ANUAL DEL CO2 EN EL OBSERVATORIO MAUNA LOA

ILUSTRACION 7 - TEMPERATURA MENSUAL GLOBAL COMPARADA CON NIVELES PREINDUSTRIALES

ILUSTRACIÓN 8 - DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE OLA DE CALOR - ARGENTINA - febrero 2023

ILUSTRACIÓN 9 - CANADÁ: EL PEOR AÑO EN INCENDIO DE BOSQUES

ILUSTRACION 10 - DESASTRES DEL TIEMPO Y EL CLIMA

ILUSTRACIÓN 11 - PUNTOS DE INFLEXIÓN AMBIENTALES

ILUSTRACIÓN 12 - REDUCCIÓN DEL MANTO DE NIEVE EN LOS PIRINEOS

ILUSTRACIÓN 13 - DETERIORO EN LA CRIOSFERA – IMPACTO EN LAS CAPAS DE HIELO Y NIEVE EN EUROPA

ILUSTRACIÓN 14 – COP COPENHAGUE: EL ÚLTIMO INTENTO DE CONSENSUAR POLÍTICA AMBIENTAL GLOBAL

ILUSTRACION 15 - EMISIONES DE CO2: PRINCIPALES PAÍSES CONTRIBUYENTES

PROLOGO

Jorge E. Lapeña[1]

En los últimos dos siglos el planeta ha experimentado un extraordinario crecimiento cuantitativo y cualitativo. La producción de bienes industriales y servicios ha crecido en forma extraordinaria desde la Revolución Industrial. Los avances científicos en la medicina posibilitaron un crecimiento poblacional sin precedentes que incluyeron una mejor calidad de vida y una extensión de la duración de la vida humana.

El crecimiento fue posible por la implementación de un cambio en la organización política y económica de la sociedad que evolucionó desde un ordenamiento basado el feudalismo, la colonización, la esclavitud y la monarquía absoluta hacia una sociedad cada vez más abierta basada en la Libertad y la Igualdad; y en un ordenamiento político basado en el republicanismo y las monarquías constitucionales que substituyó –a veces mediante la revolución y otras veces en forma más pacifica- al antiguo régimen.

La ciencia y la tecnología jugaron en este lapso un rol importantísimo en el desarrollo de las comunidades, en la modernización y en la multiplicación de la producción de bienes y servicios. Las distancias entre los pueblos y entre las personas se acortaron en función de la disminución de los tiempos de traslado. La mecanización de las tareas fabriles, la automatización y posteriormente robotización redundaron en un aumento extraordinario de la productividad incrementado la producción de bienes y servicios y bajando los costos de la producción. La productividad y la población no dejaron de crecer y en consecuencia también se multiplicó la producción de bienes y servicios.

En esa transformación tecnológica que inauguraría una era de progreso indefinido es sabido jugaron un rol fundamental la invención de la máquina de vapor y sus aplicaciones más importantes, la producción de energía mecánica y la electricidad en reemplazo de la energía humana, animal y natural de vientos, cursos de agua y quema bosques naturales.

Una mirada retrospectiva sobre los transportes en particular nos muestra los extraordinarios avances de los últimos 200 años: la invención del ferrocarril y la navegación a vapor, la del motor de combustión interna que posibilitó el desarrollo del automóvil, el transporte terrestre en vehículos pesados y el transporte aéreo. A ello debe agregarse la invención del tranvía en 1882 y sus derivados el tren eléctrico de larga distancia y el subterráneo urbano.

Es interesante detenerse en el factor energético en relación a esa profunda modificación de los patrones productivos. La humanidad en el lapso de apenas tres siglos pasó de la utilización integral de energías renovables -**madera, leña, carbón vegetal, energía hidráulica, molinos de viento, energía animal**- a la utilización intensiva y casi

[1] Presidente del IAE Gral. Mosconi

excluyente de energías fósiles: carbón, petróleo y gas natural y más tarde a la energía nuclear y la energía hidroeléctrica a gran escala.

La experiencia ha probado, **y existe consenso científico**, que el proceso de desarrollo intenso de los últimos 200 años estuvo correlacionado con un incremento de la temperatura media planetaria que se acerca a los 2° Celsius con respecto a la temperatura media planetaria de los años previos al inicio de la revolución industrial.

El libro de Alieto Guadagni y Miguel Ángel Cuervo hace hincapié en la evidencia científica aportando al lector información de gran valor ilustrativo sobre la relación existente entre el incremento de la temperatura planetaria y la quema de combustibles fósiles carbonosos (Carbón mineral, hidrocarburos líquidos y gaseosos) que producen en su combustión gases de efecto invernadero como el anhídrido carbónico responsables del calentamiento global. Y esa evidencia ha sido avalada entre otros por el **Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) creado en 1988 por las Naciones Unidas.**

El libro además tiene un valor didáctico porque ordena información dispersa sobre la historia del conocimiento humano sobre el origen y el desarrollo de la idea de la existencia del fenómeno del Cambio Climático que es desconocido para la inmensa mayoría de la población que lo sufre en la actualidad. Es interesante saber que ya la ciencia a través del matemático y físico francés Joseph Fourier en las segunda década del Siglo XIX lanzó la hipótesis de la formación de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmosfera de la tierra.

Este efecto de liberación de gases de efecto invernadero hacia la atmosfera por la quema de combustibles fósiles carbonosos se potencia con la liberación de otros gases de efecto invernadero que provienen de la producción de energía como es el caso del metano. Es decir el consumo energético actual tiene una responsabilidad primordial en el calentamiento global; y además se potencia con acciones humanas relacionadas con el crecimiento poblacional como la tala indiscriminadas de bosques nativos, la contaminación de los mares y la eliminación de los humedales naturales que disminuyen la capacidad de absorción y fijación de carbono atmosférico.

De todo ello se desprende que la experiencia ha probado que el desarrollo económico y social basado en una producción de bienes y servicios creciente para una población creciente no es sostenible al menos con los patrones de producción actuales; y que por lo tanto deben modificarse los patrones de producción y consumo energético y de ocupación y usos del territorio común para el logro de una situación de desarrollo sustentable. Y por lo tanto, la decisión de resolver este problema que afecta al mundo todo, debe ser considerada **una decisión global y consensuada de índole política**, que nos atañe a todos y cuya implementación tendrá un costo que deberá ser afrontado por todos con una asignación racional y justa.

En síntesis está científicamente probado la relación de causalidad entre el cambio climático experimentado desde el inicio de la revolución industrial y el incremento de los

gases de efecto invernadero liberados a la atmosfera como producto de la combustión de combustibles fósiles -tal como lo describen en forma fundada los autores Alieto Guadagni y Miguel Ángel Cuervo con la acción humana- no natural - de producir y consumir energía carbonosa además de otras prácticas productivas no naturales.

El libro enfatiza sobre un concepto fundamental: se trata un problema global producido por prácticas de la comunidad global muy asociada a la producción y consumo de la Energía y a la utilización del suelo. Un problema global como es el planteado tiene impacto global y por lo tanto requiere una solución global y acordada en forma pacífica por la comunidad internacional. Es clave que los esfuerzos de los integrantes de la comunidad internacional sean equitativos y proporcionales a su contribución a la contaminación.

Es importante que las mitigaciones que cada país encare sean adecuadas y justas; quizás no podamos exigir a Europa una reforestación restitutiva del bosque nativo; pero con políticas inteligentes y consensuadas quizás podamos evitar la eliminación futura del bosque nativo y la flora marina recompensando a los países de África; de América y de Asia y Oceanía en los cuales esa deforestación aún no se ha realizado. Por eso es clave que esto sea implementado en un mundo en paz y no en un mundo en guerra como lo ha sido en el Siglo 20 y lo está siendo todavía en el siglo que trascurre.

Es importante que tomemos conciencia que la humanidad entienda que nos enfrentamos todavía a un problema no resuelto por la comunidad internacional. Me refiero al **"negacionismo del cambio climático"** que esta agazapado en los factores productivos ligados a la producción de hidrocarburos que se benefician con la continuidad de producción actual y que forman parte de los factores de poder más fuertes que se resistirán a su reemplazo con argumentos falaces y engañosos.

Para el IAE Mosconi es un gran honor presentar esta importante, didáctica y valiente obra en el entendimiento que es una contribución efectiva para la gestión de gobierno y para el diseño de políticas públicas para múltiples áreas de gobierno que van desde la construcción de viviendas, los modos de transporte, las formas de ocupación de territorio, la política energética, el cuidado de nuestros recursos naturales, etc.

Los autores nos plantean en este oportuno libro la necesidad de tomar conciencia que los resultados esperados de mitigación planteados en la Hoja de Ruta hacia 2050 no está teniendo el ritmo de cumplimiento necesario de los compromisos voluntarios asumidos por las naciones. De acuerdo a los datos objetivos del presente los autores llegan a la conclusión que el año 2030 como punto intermedio presentará un atraso respecto a los objetivos iniciales programados.

Y como advierten Guadagni y Cuevo con realismo en el Capítulo de Conclusiones: ***"para cumplir las metas acordadas entre el año 2024 y 2030 habría que redoblar los esfuerzos imaginados para cumplir con los requerimientos del Acuerdo de Paris definidos en 2019".***

La advertencia es clara: "***A este ritmo no cumpliremos con los objetivos de reducción y por lo tanto se impone un cambio de estrategia y un mejor cumplimiento de las metas de reducción de las emisiones de cada país"***.

El libro es oportuno porque es una advertencia sobre un resultado global que se pretende implementar para resolver un problema global, que si no es resuelto tendrá un resultado negativo que afectará a la vida en el planeta en múltiples formas.

El libro toca también un tema que es perceptible tan pronto se analiza los debates y las opiniones de los actores relevantes vinculados a la producción de Energía. Los autores afirman[2] ***"los importantes intereses económicos que se verían afectados por los cambios necesarios para enfrentar el Cambio Climático no son indiferentes y condicionan las posiciones políticas de los países respecto al Cambio Climático, ya que la mayor parte de las reservas comprobadas de carbón y de hidrocarburos quedarán bajo tierra y generarán un quebranto financiero para los dueños de los yacimientos".***

Lo cierto es que la humanidad está frente a un desafío gigantesco cuya resolución exitosa debería alcanzarse en el siglo que transcurre. En la propuesta de alcanzar el objetivo de cero neto en 2050 el esfuerzo de transformación que debe encarar el sistema energético global es extraordinario.

Ese esfuerzo en nuestro país incluye la necesidad de avanzar en varios frentes en forma combinada; lo cual requiere grandes esfuerzos de coordinación intersectorial y sobre todo grandes inversiones en infraestructura pública y privada. Eso incluye la reformulación gradual del parque energético lo que requiere grandes inversiones en nuevas centrales eléctricas; ampliación de redes de transmisión de alta y extra alta tensión; cambio paulatino del parque automotor naftero y gasolero de 15 millones de unidades por un parque de vehículo eléctricos e híbridos; construcción de viviendas eficientes; reformulación de los sistemas

El libro se compone de cinco capítulos que tratan los siguientes temas: 1) "emisiones y contaminación"; 2) "el cambio climático amenaza la vida en la tierra: hechos recientes; 3) "transición energética: actualidad, hoja de ruta hacia un mundo sin emisiones contaminantes y la realidad ambiental en 2023 y 2024"; 4) "historia de las conferencias mundiales climáticas convocadas por las naciones unidas (las COP); y 5) conclusiones.

El libro es valioso porque los autores muestran en forma clara y valiente que la comunidad internacional comprometida políticamente con el objetivo del alcanzar en 2050 el denominado **"Cero Neto"** muestra un atraso significativo en 2024 y en palabras de los autores "no está tiendo el ritmo de cumplimiento necesario de las contribuciones de cada país" para alcanzar en tiempo dicho objetivo.

30 de mayo de 2024.

[2] Citando a Vicente Barros.

INTRODUCCIÓN

Han pasado veintinueve años desde la primera Conferencia de las Partes sobre Cambio Climático celebrada en Berlín en marzo de 1995. En la COP 1 se dictó el Mandato de Berlín que exigía a las Partes que iniciaran negociaciones para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Desde entonces las reuniones se sucedieron anualmente, abordando el tema global más complejo del presente a través del diálogo y sorteando frustraciones que surgían en cada ocasión, a propósito de los estudios sobre el Calentamiento Global y sus efectos en la Tierra, con relación a los recursos y sobre la población.

Los estudios científicos han confirmado que ha sido la actividad de los humanos la que transformó los sistemas naturales a lo largo de miles de años y que el desarrollo de la producción industrial basado en la combustión de hidrocarburos fósiles, a la vez que sacó a millones de personas de la pobreza, ha creado también la externalidad del Cambio Climático que pone en riesgo la vida en la Tierra.

Cada ser humano produce 5 Toneladas de Dióxido de Carbono (CO2) por año, de las que una cuarta parte queda atrapada en la atmósfera por centenares de años, una concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que distorsiona el balance energético a punto tal que por cada un uno por ciento de aumento de GEI se impulsa el reingreso en la Tierra de 0,05 watts de energía por metro cuadrado de superficie cada 2,3 segundos, produciendo un impacto equivalente a una bomba atómica como la desplomada en Hiroshima.

El primer avance concreto en la lucha contra el Cambio Climático ocurrió en 2015 en la COP 21 reunida en París. Allí se definieron los límites cuantitativos de temperatura máxima de la Tierra que no debían ser atravesados si el objetivo era proteger la vida en el planeta. Los rangos eran de 2º C por encima de la temperatura existente en los años previos a la Revolución Industrial, como límite de seguridad de segundo nivel, dejando como restricción ideal una temperatura no superior a 1.5º C. El cronograma ambiental preveía un control de avance para el año 2030, una primera meta global para el año 2050 y el punto de llegada se establecía en 2100. En la COP de Paris se informó que el peligro para la Tierra de continuar con la combustión de fósiles era llevar la temperatura a 3º C por encima del nivel pre-industrial.

También se reconoció el aval científico que determinó que la emisión de Dióxido de Carbono (CO2) generada por la producción de hidrocarburos fósiles (i.e. Carbón, Petróleo y Gas Natural) y de Gas Metano (también proveniente de la quema de Fósiles y otros orígenes) eran los principales responsables del Cambio Climático.

Sucesivas Conferencias fueron sumando vigas de sostén en la lucha para dominar el Calentamiento Global. Instrumentos como la Mitigación de GEI y la Adaptación vía inversiones en infraestructura para combatir los impactos del Cambio Climático se sumaron a los esquemas de limitación al uso de fósiles. **En la COP 27 (Mar Rojo, Egipto, 2022), se incorporó un mecanismo de compensación reclamado por el mundo en**

Desarrollo y los Países Emergentes, mediante la creación de un Fondo para Pérdidas y Daños que proveería a las naciones menos desarrolladas de asistencia financiera, asignada a apoyar políticas de protección de los daños del Cambio Climático.

En 2023, la Conferencia de las Partes se llevó a cabo en Emiratos Árabes Unidos EAU), un país que habita solo al 0,1 % de la población mundial, genera el 0,5 % del Producto Bruto Interno global y es fundador y miembro de la OPEP +, la Organización de Países Exportadores de Petróleo que agrupa a los exportadores de petróleo del Golfo Pérsico, Venezuela y Rusia.

Esta última COP 28, celebrada en Dubai en diciembre 2023, curiosamente presidida por las autoridades del gobierno de los EAU, un país petrolero, produjo un avance significativo en la lucha por la protección ambiental mundial. Para muchos analistas ha sido la COP más importante desde la de París en 2015.

En la COP 28 se llevó a cabo la primera revisión de resultados del combate al Calentamiento Global, se dispuso que las Partes deberán entregar nuevas Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC), comprometiendo metas más ambiciosas para 2035, una etapa de control previo a la meta de 2050, que las que se presentaron para el contralor de 2030.

Las Naciones Unidas definieron el resultado de la COP 28 como ‘el primer paso para el tránsito hacia el final de los combustibles fósiles como fuente de energía dominante’ aunque, ajustándose a una política de lo posible en el concierto internacional, con 198 naciones presentes y unos 70.000 asistentes de gobiernos y de la sociedad, aceptaron un consenso de *phase down* (reducción significativa sin eliminación total) de los Fósiles en la matriz energética primaria global para 2050, dejando de lado un primer compromiso de *phase out* (eliminación total y final) de los hidrocarburos.

El panorama climático del año 2023 lo ha mostrado como el más caliente desde que se lleva registro fiable de temperatura. La Organización Meteorológica Mundial (OMM), ha confirmado que en 2023 la temperatura media anual del planeta estuvo 1,45 ± 0,12 °C por encima de los niveles preindustriales (1850-1900), advirtiendo que julio y agosto fueron los dos meses más calurosos desde que se registra la temperatura y que todos los meses entre junio y diciembre se batieron los récords históricos. También informó que “desde los años 80, cada década ha sido más cálida que la anterior, y los últimos nueve años han sido los más cálidos de los que se tiene constancia. Las cifras extraídas de los seis conjuntos de datos (que computa la OMM) muestran que el aumento de la temperatura media decenal en 2014-2023 se situó en torno a 1,20°C”.

No solo la Tierra ha sentido el impacto del Cambio Climático. Las temperaturas de la superficie del mar fueron excepcionalmente altas durante gran parte del año y se produjeron perniciosas olas de calor marinas de intensidad severa. En la Antártida, la extensión del hielo marino fue la más baja jamás registrada, tanto para el mínimo de finales de verano (en febrero), como para el máximo de finales de invierno

(en
septiembre). Otros indicadores relevados por la OMM muestran el ‘aumento en la acidificación de los océanos, el nivel del mar, la extensión del hielo marino y el balance de masas de los glaciares, por citar algunos’.

Para completar el aspecto ambiental vigente, hay que calibrar que mientras en los años anteriores al inicio de la era industrial el CO2 atmosférico se mantuvo a un nivel casi constante, situándose en torno a 280 ppm (ppm = número de moléculas del gas por millón de moléculas de aire seco), desde entonces, el CO2 ha aumentado 50 % hasta alcanzar 423 ppm, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles, la deforestación y los cambios en el uso del suelo que se asocian al gas Metano.

En ese contexto descripto hay que valorar que las Partes han avanzado hacia el control de GEI, pero no al ritmo necesario para cumplir con los cronogramas y metas de Paris.

Son muchas las naciones, especialmente las más desarrolladas económicamente, donde viene creciendo el PBI y al mismo tiempo disminuyen las emisiones. Es el caso de los Estados Unidos, donde el PBI actual es el doble que el del año 1990 pero las emisiones contaminantes son un 30 por ciento menores, algo similar viene ocurriendo en los países industrializados de la Unión Europea. Un caso importante es China, que es por mucho el primer contaminador mundial. El PBI chino es ya 14 veces mayores al de 1990, pero sus emisiones crecieron solo cinco veces. Algo similar viene ocurriendo en la India. Esto es importante porque las emisiones totales de CO2 generadas por China, Estados Unidos, India, Unión Europea y Rusia son el 60 por ciento de las emisiones mundiales.

Una parte de esta mejora fue generada por los avances en costos, precios y progreso técnico logrado en la energía Renovable (i.e. Solar, Eólica, Bioenergética y Nuclear). Por ejemplo, en el caso de la energía Solar, mientras en 2015 la capacidad instalada era de solo 230 GW, en 2023 había trepado a 1.050 GW y los proyectos conocidos sumaban una potencia adicional de más del doble de la última cifra.

Es este panorama el que habilitó a la Agencia Internacional de Energía (IEA) a desarrollar los modelos principales de análisis de la hoja de ruta hacia el Cero Neto de emisiones GEI en 2100. Los estudios por país sobre su camino al Cero Neto han crecido fuertemente: en 2015 sólo un país había adherido a la idea y ahora, en 2023 el total de países que trabajan bajo la hipótesis del Cero Neto llega a 101.

El desafío de dominar el Calentamiento Global es fenomenal, los recursos financieros para afrontar las inversiones en todos los frentes (vg. Mitigación, Adaptación, Captura y Depósito de GEI, limitación de emisiones a través de restricciones a la producción de fósiles, especialmente el carbón) son insuficientes. Otras técnicas como la ‘geoingeniería solar’ o la ‘remoción de CO2’ que propone la industria petrolera son difíciles de adaptar a la convivencia de las Partes.

No obstante, la COP 28 ha hecho avances importantes. Hay que esperar a que las Partes presenten sus nuevas Contribuciones Nacionales Determinadas en el año 2025.

La organización de este libro presenta (Capítulo I) una revisión ordenada de la situación del Cambio Climático, analizando la evolución del tema desde el siglo XIX con foco en las responsabilidades de la comunidad científica, de la industria energética y el papel de las Naciones Unidas consagrado a universalizar la conversación y allegar asistencia técnica a los Estados Parte.

En el Capítulo II se presentan los efectos más visibles del Cambio Climático a través de una exposición de casos y de 'fenómenos extremos' y se analiza la relación entre Cambio Climático y Calentamiento Global. En la última sección del Capítulo se desarrollan los temas que o bien significan interrogantes a resolver en el camino hacia la meta Cero Neto o bien dificultan el avance hacia la eliminación de los combustibles fósiles de la matriz energética global.

En el Capítulo III se aborda el tema central del Cambio Climático en el siglo XXI, la 'transición energética' y se presentan y discuten los datos ambientales actuales, incluyendo la hipótesis de transformación de la matriz energética primaria global. También se desarrolla el modelo de la Hoja de Ruta para el Cero Neto en 2050, en la versión de la Agencia Internacional de Energía (IEA), principalmente en el escenario de nuevas políticas y prácticas ambientales y energéticas. Además, se analizan aspectos del tránsito al Cero Neto en un contexto de brechas que salvar para arribar a la meta. Finalmente, se analizan las metas ambientales en 2023-2024, la escasez de financiamiento y el papel de la industria petrolera y gasífera en esta etapa.

El Capítulo IV presenta y evalúa las sucesivas Conferencias Mundiales Climáticas convocadas por las Naciones Unidas. Se reseñan los resultados de las principales COP, calificando los avances o desvíos, pero partiendo de la base de que se trata de ladrillos portantes de estructuras funcionando positivamente y no de cemento no cuajado. Se informa en detalle lo tratado en la COP 28, una revisión analítica que sirve para estudiar los resultados según distintas visiones, por ejemplo, la de las Naciones Unidas, la de la presidencia de la COP (i.e. EAU) y la opinión independiente, la de los autores del libro.

El Capítulo V, concluye este libro. El cierre es concreto: No queda mucho tiempo, una vez más, es hora de cuidar sin demoras la Casa Común.

CAPÍTULO I

EMISIONES Y CONTAMINACIÓN

El Cambio Climático y el Calentamiento Global

El Cambio Climático es el principal problema de naturaleza global que enfrenta la humanidad en el siglo XXI. Estamos frente a una amenaza global que exige ser encarada mediante acciones implementadas simultáneamente por todos los países, respondiendo a decisiones que deben adoptarse en el marco de negociaciones internacionales que aseguren la definición de medidas que deberán ser ejecutadas sin demoras en los próximos años.

La comunidad científica ha, finalmente, formado consenso: el calentamiento global es el principal tema planetario que atacar. La temperatura media de la tierra está subiendo a tasas sin precedentes y las actividades humanas son las responsables del cambio climático: el uso intensivo de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón), la deforestación masiva y la emisión de gas metano, suman.

El calentamiento global continuo tiene efectos negativos en el planeta. Datos del Ártico y de la Antártida muestran que la temperatura está aumentando más que lo que aumentó en los 800.000 años previos.

Durante el siglo XX el PBI mundial se multiplico nada menos que 19 veces. La producción de bienes y servicios fue mayor a toda la producción acumulada hasta fines del siglo XIX. En los primeros 18 siglos de nuestra era, es decir hasta la Revolución Industrial, la población aumento al modesto ritmo de 420.000 personas por año. El aumento anual de la población hoy está en el promedio de 69 millones por año, es decir 169 veces más. Esto explica el acelerado incremento en la utilización de fuentes fósiles de energía, generadoras de emisiones de Dióxido de Carbono y otros gases contaminantes.

La temperatura del planeta es hoy 1,10 º C mayor a la vigente antes de la Revolución Industrial; el hielo marino en el Ártico ha disminuido más de un 40 % en los últimos cuarenta años, disminución motivada por el incremento de la temperatura; en la Antártida, el glaciar más grande, conocido como el Totten, con un tamaño de 130 Km de longitud y un ancho de 30 Km se está derritiendo, afectado por la temperatura; la NASA ha informado que el deshielo en la Antártida es irreversible y en septiembre 2023 el hielo marino había alcanzado la dimensión más reducida de la historia. El nivel de los océanos también viene aumentando y desde 1880 ya ha crecido 20 centímetros; el riesgo es que podría crecer un metro más hacia fines del siglo XXI. Islas y costas corren el riesgo de su desaparición. **El aceleramiento del Cambio Climático ocurre en los últimos 150 años y al ritmo actual superará los límites críticos antes de mediado del siglo XXI.**

Entender el concepto completo del término Cambio Climático es necesario para concretar la concertación de una política global que combata su expansión. El término Cambio Climático refiere a modificaciones en las condiciones climáticas medias de la

Tierra, incluyendo cambios en los patrones estándar de temperatura, humedad, lluvia, nubosidad y viento. El fenómeno de variaciones en los patrones no es nuevo, ha ocurrido a lo largo de la historia, con movimientos en ciclos de largos períodos de tiempo.

Actualmente se utiliza la expresión Cambio Climático para designar cambios frecuentes en el clima del planeta, atribuibles a las actividades humanas que los provocan por medio del 'calentamiento global'. Los estudios científicos prueban que estos cambios no responden a ciclos climáticos naturales de largo plazo[3].

Más allá del concepto general, el Cambio Climático consiste en el aumento de la temperatura en la superficie territorial del planeta y en los océanos, provocado por la concentración de GEI en la atmósfera. Los estudios científicos han demostrado que el aumento en la concentración de GEI responde a las actividades productivas y de consumo de los humanos y se focaliza, principalmente, en las emisiones de Dióxido de Carbono (CO2). En la actualidad esta concentración alcanza una dimensión de una vez y media con relación al nivel existente en los tiempos de la primera revolución industrial, es decir hacia el año 1750/1800. Cuanto mayor sea la concentración en la atmósfera, más importante será el calentamiento y la Tierra se volverá más calurosa.

El proceso de calentamiento sucede a través de la vulneración de la protección que la atmósfera provee a la Tierra. La atmósfera es una capa de gases que rodea la Tierra y protege la superficie de los daños que los rayos solares (principalmente la radiación de onda corta) producen, a la vez que contiene el oxígeno que respiran los seres vivos. La atmósfera está compuesta, mayormente, por hidrógeno y oxígeno, así como una pequeña parte de GEI, es decir Dióxido de Carbono (CO2), Metano (CH4), Óxido Nitroso (N2O) y vapor de agua.

No debe olvidarse que los rayos del sol alumbran el planeta y mantienen el calor en la superficie de la Tierra que, a su vez, irradia calor desde la superficie, conformando un proceso de gases de efecto invernadero que garantizan la vida en la Tierra.

En el caso de Cambio Climático, específicamente, el proceso de gestación consiste en que la Tierra absorbe la luz solar y emite una luz de diferente tipo, radiación infrarroja de onda larga y la envía de vuelta al espacio. En este tránsito, al salir de la atmósfera terrestre la radiación infrarroja impacta en la capa de GEI y vuelve a enviar una parte de los rayos a la atmósfera de la Tierra que atrapa la radiación y calienta la superficie del planeta por medio de un efecto 'invernadero'. La capa de Gases de Efecto Invernadero (GEI) se va engrosando y así absorbe crecientes volúmenes de radiación infrarroja.

Los científicos han descartado que las causas del actual Cambio Climático sean eventos naturales, como la actividad volcánica, modificaciones en la actividad solar y fuentes naturales de emisión de Dióxido de Carbono (CO2). Los últimos reportes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC, por sus siglas en inglés) han informado que, efectivamente, la

[3] Ver https://www.gov.uk – Department for Energy Security and Net Zero, Reino Unido de Gran Bretaña.

actividad de los humanos es lo que causa cambios drásticos y frecuentes en el clima.

La explosión de GEI concentrados en la atmósfera responde, principalmente, a la quema de combustibles fósiles, i.e. carbón, gas natural y petróleo, para uso en el transporte, la generación de energía eléctrica, la actividad industrial y el consumo de los hogares. Asimismo, la deforestación es responsable del calentamiento global, no sólo a través de la reducción del poder de absorción de CO2, una propiedad de los árboles, sino que, al ser talados o quemados, emiten GEI a la atmósfera. Otro factor de incidencia en el Cambio Climático es la producción agropecuaria, que libera GEI por el uso de combustible fósil y energía y por el ganado vacuno, como así también por el creciente uso de fertilizantes.

Más aún, algunas industrias manufactureras son intensivas en la liberación de GEI a la atmósfera, tal el caso de la producción de cemento, metales y químicos.

Cuanto mayor la cantidad de GEI en la atmósfera, más se incrementa el calentamiento del planeta. Los bosques y los océanos absorben la mitad del CO2 generado por la actividad humana, pero el resto vuelve a la atmósfera y regenera el proceso de contaminación ambiental.

Los estudios científicos prueban que el efecto 'invernadero' de origen humano existe desde el siglo XIX y algunas investigaciones lo ubican apareciendo junto con la primera Revolución Industrial (1760), instalándose firmemente hacia 1840.

El Cambio Climático afecta a la población directamente al impactar negativamente en los procesos naturales y es el resultado de la producción y el consumo operado por los humanos lo que calienta la atmósfera, la Tierra y los océanos.

El aumento de la temperatura de la superficie de la Tierra ha sido mensurado y se lo midió en un 1,1 % desde el período pre-industrial. **En los últimos treinta años, la Tierra soportó calores superiores década tras década y el lapso 2015 y 2023 fueron años de temperatura récord**. Los estudios científicos muestran que este proceso no ha sido igual en todo el planeta, sino que ha impactado más fuerte en la Tierra que en los océanos y es particularmente crítico en el Ártico, afectado desde el año 1970.

Además, el calentamiento de la Tierra reduce la disponibilidad de agua potable en poblaciones que se abastecen de los deshielos.

Las temperaturas extremas, en numerosos casos, derivan en incendio de bosques y siempre en pérdidas en la calidad de vida de la gente; aumenta las precipitaciones, lluvias y tormentas, al impulso de las olas de calor y resulta en inundaciones que aparecen en todo el planeta, huracanes que arrasan poblaciones al paso con violencia no vista antes, tal como destacan los casos del invierno de 2014 y 2015 en el Reino Unido de Gran Bretaña y el Huracán Harvey en Houston (EEUU) en 2017.

También eleva el nivel de los océanos debido al proceso de derretimiento de los glaciares, tanto en la Antártida como en Groenlandia y, asimismo, el propio calentamiento de los mares resultante de temperaturas sostenidamente elevadas incrementa el volumen de las aguas lo que, en los hechos, se tradujo en un crecimiento del nivel del mar de 20 cm desde el inicio del siglo XX, fluyendo a una velocidad superior a la de cualquier punto en los últimos 3.000 años. Los glaciares se han reducido perdiendo aproximadamente unas 6.000 giga toneladas de hielo en los últimos 30 años.

El calentamiento de los mares, que se registra hasta 2 km debajo de la superficie, daña la biodiversidad y los recursos naturales en el mundo marino al modificar la química de los océanos, resultante de la absorción de un tercio de la emisión de CO2 desde 1980, provocando un crecimiento de la acidez diez veces más rápido que en cualquier punto en el tiempo a lo largo de 65 millones de años[4].

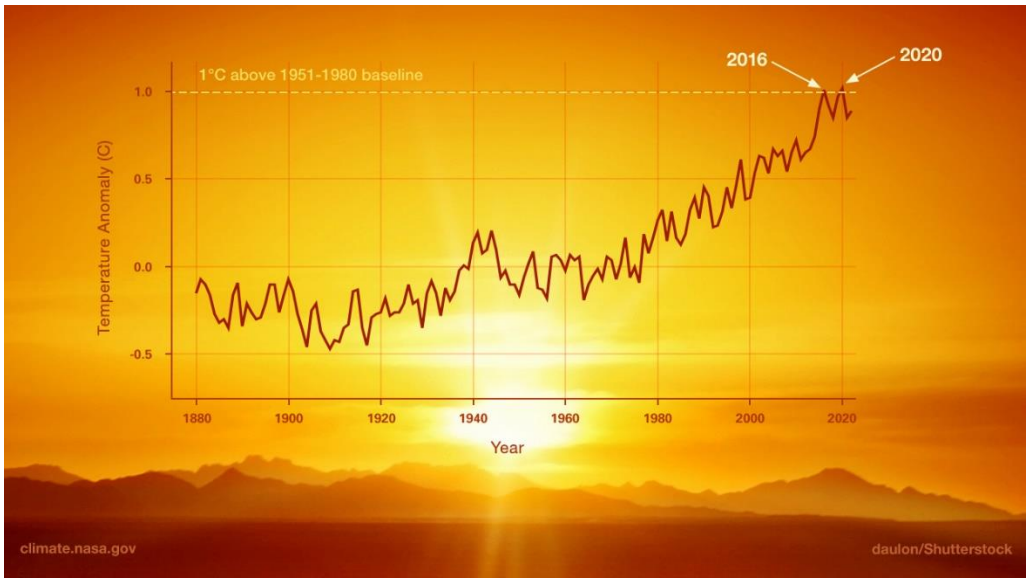
El ejemplo del deterioro de la Gran Barrera de Coral en Australia, cuya población de corales ha perdido el 50 % del volumen, mediante crisis que se presentan recurrentemente, cada tres años es una prueba de ello.

La NASA, por su parte, ubica el inicio del Calentamiento Global resultante del aumento de la temperatura que las fuentes de calor instalan en la superficie de la Tierra, a partir de los años 1850 a 1900, lo que lleva a pensar que el impacto del Cambio Climático es más agresivo que lo que ve el resto del mundo científico, al ubicar el comienzo del fenómeno en 1750. No obstante, la NASA adhiere al criterio de que es la actividad del hombre a través de la quema de hidrocarburos fósiles lo que genera Gas de Efecto Invernadero (GEI) que queda atrapado en la atmósfera de la Tierra.

La Ilustración 1 muestra la evolución de la temperatura de la superficie de la Tierra desde 1880, computando los valores de la línea del período de base (1951 – 1980) con la temperatura del año 2020, uno de los dos de mayor calentamiento, siendo el otro el año 2016.

[4] https://www.gov.uk/guidance/climate-change-explained#contents;UK Department for Energy Security and Net Zero.

ILUSTRACIÓN 1 – IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO



FUENTE- NASA Goddard Institute for Space Studies

La definición de la NASA sostiene que el Cambio Climático, una consecuencia del Calentamiento Global, “es una variación de largo plazo en los patrones globales o regionales de temperaturas medias, humedad y lluvias a lo largo de períodos estacionales, años y décadas”.

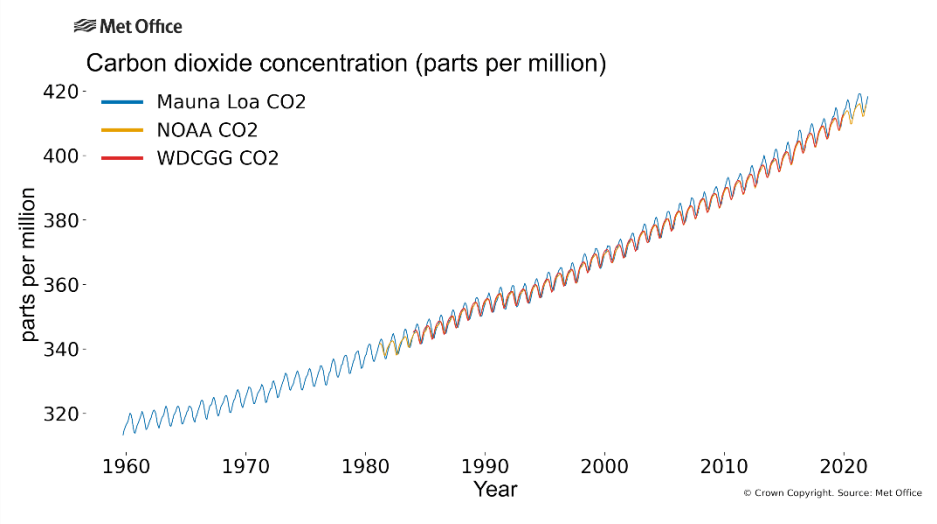
En conclusión, son tres los hechos básicos atribuibles al Cambio Climático, derivado del Calentamiento Global, según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC): (i) la concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera de la Tierra, que aumenta la temperatura media del planeta; (ii) el continuo aumento de la emisión de GEI, fruto del crecimiento de la población, la creciente producción de bienes y servicios y los patrones de consumo de la sociedad y, (iii) el hecho que el GEI de mayor peso, el Dióxido de Carbono (CO2), no disminuye la intensidad de sus emisiones, al ser generado por la quema de combustibles fósiles, aún en continuo aumento por la creciente utilización del carbón, el petróleo y el gas.

Según informa la Oficina Meteorológica del Reino Unido de Gran Bretaña (Met Office), el nivel de CO2 en la atmósfera aumentó un 40 % durante el siglo XX y lo que va del siglo XXI, ubicándose por encima de las 400 ppm (partes por millón, es el número de unidades de ‘masa’ de un contaminante por millón de unidades del total de ‘masa’), contrastando con el dato de que en los once mil años previos a la Revolución Industrial la temperatura media se mantuvo estable en 14ºC.

La Ilustración 2, informada por el observatorio de Mauna Loa midió el CO2 en la atmósfera para los primeros quince días de enero de 2024, promedio, en 423,25 ppm[5].

ILUSTRACIÓN 2

EVOLUCIÓN DEL CO2 EN LA ATMÓSFERA SEGÚN DIVERSAS MEDICIONES



FUENTE – Oficina Meteorológica del Reino Unido de Gran Bretaña

Una mirada de plano corto, cercana, permite apreciar con mayor precisión las oscilaciones de CO2 atmosférico a lo largo de los meses del año. Estas oscilaciones responden al 'Ciclo Respiratorio de la Tierra' que actúa reduciendo la concentración de CO2 en mayo de cada año, tiempo de verano, cuando el CO2 se deposita en las hojas de las plantas y en el suelo, mientras que en septiembre/octubre, el invierno, aumenta la concentración de CO2 en la atmósfera.

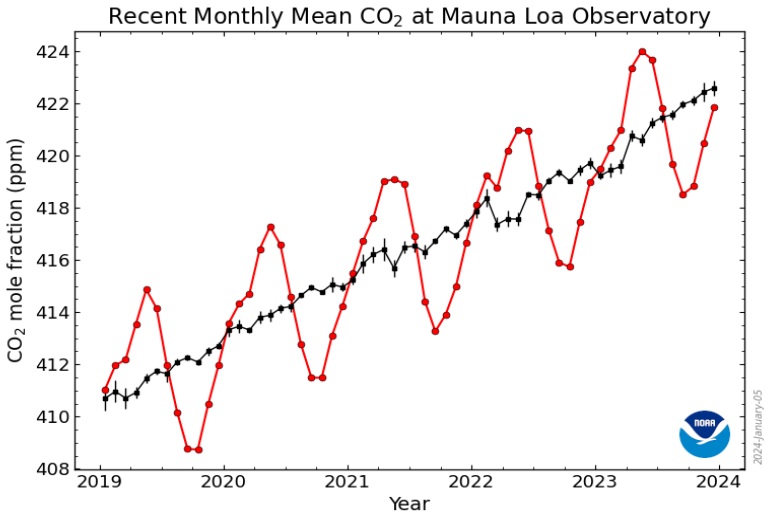
La Ilustración 3 muestra la concentración de CO2 atmosférico como dato de tendencia (línea negra), medido como media mensual de Dióxido de Carbono, siendo esta media la resultante de las medias diarias que, a su vez, se computan a partir de los promedios horarios en las horas relevantes, aquellas que Mauna Loa califica como 'normales' en términos de las condiciones meteorológicas.

La línea negra, continua, muestra unas pequeñas barras verticales que representan el grado de incertidumbre de cada media mensual recolectada, en función de la variabilidad del CO2 en diferentes sistemas meteorológicos al pasar encima de Mauna Loa. En simple, las barras muestran desviaciones diarias de la media con respecto a la curva

[5] Global Monitoring Laboratory – Earth System Research Laboratories – Observatorio de Mauna Loa, Hawaii.

ajustada y continua que sigue el ciclo estacional. Un detalle de precisión que, como la Ilustración muestra, no es de un peso significativo.

ILUSTRACIÓN 3
EVOLUCIÓN DEL CO2 ATMOSFÉRICO: MIRADA EN PLANO CORTO
Cómputo de Mauna Loa



Fuente – Observatorio Mauna Loa (Hawai)

En síntesis, los estudios científicos avalados por el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP), sostienen que:

- **La principal causa del Cambio Climático es la actividad de los humanos**.
- La concentración de GEI en la atmósfera de la Tierra está vinculada a la temperatura media.
- La concentración ha venido aumentando constantemente y la temperatura también.
- El más importante GEI, dos tercios del total, se debe al CO2 y esto obedece al consumo de hidrocarburos fósiles.
- El gas Metano (CH4) es responsable del 28 % de los GEI (integra combustión de fósiles, 35 %; ganadería bovina, 30 %; residuos sólidos urbanos, 20 %; ganadería porcina y aviar 8 % y agricultura 7 %) y se trata de un contaminante que puede mantener un potencial 80 veces mayor que el CO2, permaneciendo como contaminante activo hasta por 20 años; el Dióxido de Carbono responde por el 66 % de los contaminantes y cuya concentración en la atmósfera de la Tierra llegó a 421, 86 ppm en diciembre 2023, promedio (418,99 promedio ppm en diciembre 2022), significando un aumento del 49,6 % más que en los niveles pre-industriales (1750); el Óxido Nitroso (C2O) contribuye con el 3 % de los GEI y la suma de

Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafloruro de Azufre (SF6) cubre el 3 % restante de GEI.

El Cambio Climático en el Planeta al Comienzo de la Tarea Global: Organización, Instituciones y Resultados

La primera Conferencia sobre el Medio Ambiente Humano se llevó a cabo en Estocolmo, Suecia, en 1972. Reunió a líderes políticos, diplomáticos, científicos, representantes de los medios de comunicación y organizaciones no gubernamentales (ONG) de 179 países para hacer un esfuerzo especial por centrarse en el impacto de las actividades socioeconómicas humanas sobre el medio ambiente.

Según informa el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), en **1979** la Conferencia sobre Clima en el Mundo, la Organización Meteorológica Mundial y el Programa Ambiental de las Naciones Unidas, junto con el Consejo Internacional de Uniones Científicas[6] expresaron su determinación para estudiar los temas del Clima y del Cambio Climático y emitieron el Programa Clima del Mundo.

Concretaron su ambición en la Conferencia Internacional de Asesoramiento sobre el Rol del Dióxido de Carbón y otros Gases de Efecto Invernadero (GEI) en las Variaciones del Clima y los Impactos Asociados, celebrada en Villach (Austria) en **1985.** Fueron los resultados de esta Conferencia los que impulsaron el debate sobre el tema del Cambio Climático y el papel del Calentamiento Global. En ese marco, **las Naciones Unidas impulsó la institucionalización a nivel mundial de los estudios y las políticas para eliminar las amenazas del Calentamiento Global y el consecuente Cambio Climático, creando, conjuntamente con la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP-PNUMA), el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) en 1988. El IPCC es desde entonces el principal brazo técnico-profesional de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el tratado internacional sobre Cambio Climático más relevante a nivel global.**

El primer informe del IPCC[7], emitido en 1990 y revisado en 1992, justo antes de la Cumbre de la Tierra, cubrió tres aspectos claves de los estudios sobre Cambio Climático: (i) evaluación de la información científica disponible sobre Cambio Climático; (ii) asesoramiento sobre el impacto del Cambio Climático en el medio ambiente y en los aspectos sociales y económicos del planeta y (iii) formulación de respuestas estratégicas a los problemas ambientales.

[6] Union of Concerned Scientists (Unión de Científicos Preocupados).
[7] The 1992 IPCC Supplemental Assessment – Climate Change – The IPCC 1990 and 1992 Assessment – World Meteorological Organization and U.N. Intergovernmental Panel on Climate Change, june 1992.

La segunda Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), también conocida como la 'Cumbre para la Tierra', se celebró en Río de Janeiro, Brasil, del 3 al 14 de junio de 1992.

El objetivo principal de la 'Cumbre para la Tierra' fue producir una agenda amplia y un nuevo plan para la acción internacional sobre cuestiones ambientales y de desarrollo, que ayudaría a orientar la cooperación internacional y la política de desarrollo en el siglo XXI.

Al mismo tiempo, se celebró en Río de Janeiro un 'Foro Mundial' de ONG, que reunió a un número sin precedentes de representantes de organizaciones no gubernamentales, quienes presentaron su propia visión del futuro del mundo en relación con el medio ambiente y el desarrollo socioeconómico.

La conferencia de Río de Janeiro destacó cómo los diferentes factores sociales, económicos y ambientales son interdependientes y evolucionan juntos y cómo el éxito en un sector requiere que la acción en otros sectores se mantenga en el tiempo. La 'Cumbre para la Tierra' concluyó que el concepto de desarrollo sostenible era un objetivo alcanzable para todas las personas del mundo, independientemente de que fueran a nivel local, nacional, regional o internacional.

También reconoció que integrar y equilibrar las preocupaciones económicas, sociales y ambientales para satisfacer nuestras necesidades es vital para mantener la vida humana en el planeta y que ese enfoque integrado es posible. La conferencia también reconoció que la integración y el equilibrio de las preocupaciones económicas, sociales y medioambientales requería nuevas percepciones de la forma en que producimos y consumimos, la forma en que vivimos y trabajamos, y la forma en que tomamos decisiones. Este concepto fue revolucionario para su época y provocó un animado debate dentro de los gobiernos y entre los gobiernos y sus ciudadanos sobre cómo garantizar la sostenibilidad del desarrollo.

La Irrupción de los Científicos en el Tema del Medio Ambiente

En noviembre de 1992, la Unión de Científicos Preocupados, un total de 1.700 investigadores y profesores universitarios que incluían una mayoría de Premios Nobeles en Ciencias difundió el informe ‘Los Científicos del Mundo Advierten a la Humanidad’, cuya versión inicial ya habían concretado al mes de la finalización de la Cumbre de la Tierra.

Los científicos se agraviaban de daños al ‘ambiente’ y otros que impactaban negativamente en la sustentabilidad de los recursos naturales, varios de ellos no renovables. Puntualmente, el ‘Manifesto’ de noviembre de 1992 destacaba el peligro del agotamiento de la capa de ozono en la atmósfera, un fenómeno que afectaba la vida en la tierra al facilitar el ingreso de radiación ultravioleta, incluyendo la lluvia ácida, que dañaba a los seres humanos, los bosques y los cultivos. Agregaba el uso indiscriminado,

un abuso, con relación a la oferta de agua dulce que ya en aquel entonces afectaba a unos ochenta países en los que habitaba el 40 % de la humanidad.

De modo similar veían la pérdida de productividad de los suelos como la amenaza para la provisión de alimentos, a partir del deterioro de una superficie arable que cubriría el 11 % de los suelos aptos, un tamaño similar a India y China juntos. Sumaban su preocupación por el avance de la deforestación, sosteniendo que antes de que finalizara el próximo siglo XXI el daño al ambiente sería irreversible, destruyendo plantas y animales. Datos de la FAO estiman que la deforestación en los bosques tropicales, globalmente, para el período 1981-1990 alcanzó a 17 millones de hectáreas/año, aproximadamente 50 % más alto que en el período 1976 – 1980. Cerraba sus planteos una visión crítica acerca de una segura e irreversible pérdida de especies, que se concretaría hacia finales de 2100, destacando, entre varias consideraciones, el costo de la pérdida de potenciales medicinas.

Con relación al Cambio Climático, los Científicos sólo abordaron el caso con cierta generalidad, afirmando en el 'Manifesto': "Otros procesos que parecen agregar amenazas adicionales. Crecientes niveles de gases en la atmósfera, producidos por las actividades de los humanos, incluyendo el Dióxido de Carbono generado por la quema de combustibles fósiles y la deforestación, pueden alterar el clima a escala global. Las predicciones de calentamiento global son aún inciertas, con efectos que van de tolerables a muy severos, pero cuyo riesgo potencial es muy grande"[8] (sic). Es decir que, a finales de 1992, el Calentamiento Global no era, para el conglomerado científico mundial, la primera ni la más clara amenaza planetaria para el sustento de la vida en la Tierra.

En las recomendaciones a la comunidad científica mundial, a los dirigentes del mundo industrial y de negocios, a los líderes religiosos y a la población en general, el 'Manifesto' incluye:

(i) alejarse de la explotación de combustibles fósiles y propiciar fuentes de energía renovables, contemplando las necesidades del Tercer Mundo;
(ii) detener la deforestación, la explotación irracional de especies animales y marinas y el deterioro de los suelos;
(iii) priorizar el uso eficiente de la energía, el agua y otros materiales, incluyendo el reciclado;
(iv) instalar la planificación familiar, como parte de un proceso de mejora de las condiciones de vida económicas y sociales;
(v) reducir y eventualmente eliminar la pobreza y
(vi) asegurar la igualdad de los sexos y garantizar a las mujeres que tengan el control sobre sus propias decisiones reproductivas.

[8] https://www.ucsusa.org/resources/1992-world-scientists-warning-humanity.

El corolario adjudica a las naciones desarrolladas, los mayores contaminadores en el mundo, la responsabilidad de reducir el sobre consumo y proveer asistencia financiera y técnica a los países en desarrollo para que asuman el combate en favor del ambiente.

Advierten los firmantes del 'Manifesto', miembros seniors de la comunidad científica mundial, que debe producirse un cambio enorme en el cuidado de la Tierra, si es que se quiere evitar que "nuestra casa en el planeta sea irremediablemente mutilada".

Origen y Naturaleza del Consenso Científico

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC) requirieron hacia 1991 una actualización de la visión de los científicos sobre los 'males' ambientales que afectaban a la Tierra.

El escenario de crisis ambiental más estudiado en el Primer Análisis del IPCC (1990) estimaba que el calentamiento global, al estado de las contaminaciones GEI de entonces, avanzaría sobre el planeta a la tasa de 0,3ºC por década. En esta estimación jugaba un papel relevante la emisión de Sulfuro situada en el hemisferio norte impulsada por el uso de aerosoles de sulfato.

El 'Suplemento IPCC, febrero 1992' (ver nota al pie de página número 5) presenta conclusiones que cubren aspectos de los impactos de la emisión de gases y aerosoles, el aumento de la temperatura que venía siendo medido en el hemisferio norte desde 1980, su distribución en día y noche y el efecto del calentamiento global en la troposfera, la capa de aire más cercana a la superficie terrestre, es decir, aquella en la que vive la humanidad. En todos los casos, este informe de los científicos de 1992, coincidente temporalmente con la Cumbre de la Tierra, reflejaba la incertidumbre sobre las razones y la potencialidad del Cambio Climático, reclamando más investigaciones.

En 1992, la revisión de los hallazgos de 1990 llevó a pensar que el caso de contaminación por emisión de sulfatos no sería extremadamente grave, dado que permanecen en la atmósfera por pocos años y, además, el impacto en el calentamiento global era regulable a través de la reducción de emisiones, esto sin dejar de reconocer que los sulfatos contribuían a la 'lluvia ácida'.

La lluvia ácida resulta de contaminación atmosférica resultante de emisiones de óxidos de azufre y nitrógeno, que da lugar a la formación de ácidos como el óxido de azufre, proveniente de la quema de combustibles fósiles, cuyas emanaciones al contacto con lluvia o niebla forma ácido sulfúrico, un agente altamente tóxico con capacidad de provocar afecciones respiratorias, pulmonares y alergias.

Otro fenómeno ambiental que preocupó a finales de los años ’80 y comienzos de los ’90, siglo XX, fue la perforación de la capa de Ozono que se aloja en la estratósfera de la Tierra. El Ozono absorbe partes de la radiación solar, en particular sólo permite el paso de hasta un 5 % de los rayos solares UVB que llegan a la superficie de la Tierra, que afectan la epidermis de los seres humanos causando daños directos como cáncer de piel y el ADN de las células de la piel, así como impactos negativos en cultivos y la vida marina.

Los estudios de este ‘mal’ ambiental en la década de 1970 mostraron que la barrera de Ozono se agotaba, debido a la liberación de cloro o bromo y otras sustancias que constituyen Sustancias que Agotan el Ozono (SAO), particularmente el clorofluorocarbono-CFC y el Hidroclorofluorocarbono-HCFC, cuya emisión crecía a partir de nuevos usos para dichos compuestos químicos, como era el caso de la refrigeración (i.e. heladeras), espumas para la contención de incendios, aislamientos de ruidos y sonidos, entre otros. El agotamiento de la capa de Ozono permitía que viajaran a la Tierra volúmenes importantes de rayos solares UVB.

El aporte principal del ‘Suplemento 1992’ fue la presentación de estudios y evaluaciones detallados del fenómeno de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), constituyendo el primer informe científico comprehensivo, abarcando la situación prevaleciente a comienzos de los ’90, siglo XX, la evolución potencial y marcos de referencia para la adopción de políticas ambientales.

En particular se presentaron las conclusiones sobre la concentración atmosférica y las tendencias de los GEI de duración larga en el tiempo: Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O), Clorofluorocarbonos (CFCs) y Tetracloruro de Carbono (CCl_4), adjudicándolos a las actividades de los humanos.

Las principales observaciones del ‘Suplemento 1992’ sobre los temas ambientales fueron:

1 – Ozono (O_3) – Este GEI que actúa en la estratósfera y en la troposfera de la Tierra, vendría decreciendo desde la década de los ‘70s en todas las latitudes, con excepción de los trópicos y se concentran en la estratósfera baja, debajo de 25 km. La lucha contra el uso de CFCs, estaba dando frutos positivos. No obstante, los Científicos reconocían que no se podían medir correctamente los efectos indirectos del Ozono, sino que los datos en uso correspondían a los efectos directos sobre el Calentamiento Global de la Tierra. Así, en 1992, el indicador de Calentamiento Global Potencial era de valor incompleto.

2 – Dióxido de Carbono (CO_2) – Las emisiones de CO_2 responden a la combustión de hidrocarburos fósiles y a la explotación de la Tierra (agricultura y deforestación), a los que se agrega la producción de cemento. El reporte introduce el valor como instrumento de protección del ambiente de la reforestación.

3 – Metano (CH4) – Los estudios recientes adjudicaron el 20 % del total de Metano a fuentes fósiles (i.e. carbón, petróleo y gas natural), mientras que las emisiones provenientes de la agricultura de arroz (principalmente con origen en Japón, India, Australia, Tailandia y China), fuertemente dependientes del tipo de suelo no crecieron entre 1990 y 1992. Los estudios también confirmaron que el impacto negativo de los GEI de Metano, persisten en la atmósfera unos 11 años.

3 – A estar del conocimiento científico en el año 1992 sobre el Cambio Climático, la asignación de responsabilidades atribuibles a fuentes naturales y a actividades del hombre no se consideraba absolutamente definida, sino que necesitaba una mayor eficiencia técnica y mejor monitoreo del clima. De la correcta adjudicación de causa-efecto depende el éxito de la búsqueda de soluciones. Inclusive el valor de la modelización como predictivo del Cambio Climático, espera por resultados de las numerosas investigaciones en curso por parte de los Científicos.

4 – En cuanto a escenarios futuros de contaminación de GEI basados en CO2, el informe IPCC 1992 da a conocer que el aumento de la población, el crecimiento económico, los precios de la energía, los avances tecnológicos, la oferta de combustibles fósiles y la aparición de energía renovable y nuclear determinarán el volumen de GEI en la atmósfera. Nada nuevo en cuanto a bases de pronóstico. Una novedad introduce el texto de 1992 y es la contribución que se espera, vía aumento del uso de fósiles, de la actividad humana en los países que venían de la zona dominada por la URSS (Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas), en especial los de Europa del Este. Recordar la caída del imperio soviético en diciembre de 1991. Entonces se espera un aumento en la producción de bienes y de servicios y, por ende, en el uso de combustibles fósiles.

El Origen del Cambio Climático y el Papel del Observatorio Mauna Loa – Hawaii

La reunión Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en el año 1992, significó la puesta en escena moderna de la preocupación de los científicos, acerca de que el Calentamiento Global generado por el Cambio Climático impactaba negativamente en los recursos naturales, la sociedad y acentuaba la presión negativa de la pobreza en el subdesarrollo.

El otro hecho fundante del reconocimiento del Cambio Climático como problema global de la Tierra y limitante del desarrollo a largo plazo, lo conformaron el liderazgo científico de Charles D. Keeling y la labor profesional del Observatorio Mauna Loa en Hawaii.

Orígenes y Desarrollo de la Idea del Cambio Climático[9]

El matemático y físico francés Joseph Fourier fue quien lanzó, en la segunda década del siglo XIX, la hipótesis de la formación de Gases de Efecto Invernadero

[9] American Chemical Society National Historic Chemical Landmarks. The Keeling Curve. Ver https://www.acs.org/content/acs/en/education/whatischemistry/landmarks/keeling-curve.html

(GEI) en la atmósfera de la Tierra. Los científicos analizaron posteriormente durante una centuria la conexión entre la atmósfera, las emisiones de GEI que incluían el Dióxido de Carbono (CO_2) y la temperatura de la Tierra. Finalmente, fue Svante Arrhenius, físico químico sueco y Premio Nobel de Química (1903), quien en 1896 planteó una vinculación entre la emisión de CO_2 resultante de la combustión de los combustibles fósiles generada por la industrialización y pequeños incrementos de la temperatura global.

La verificación de esta hipótesis se demoró sesenta años, aproximadamente, tiempo en el que las mediciones de la concentración de CO_2 en la atmósfera eran erráticas, no confiables estadísticamente y arduas de interpretar.

A mediados de los años ‘50s (siglo XX), el científico posdoctoral Charles David Keeling, investigador del Departamento de Geoquímica del Instituto Tecnológico de California (Caltech), químico e interesado en las geociencias y la naturaleza, comenzaba un proyecto de investigación de largo alcance que estudiaba la relación entre la temperatura de la Tierra y los GEI en la atmósfera.

En 1956, el director del Instituto de Oceanografía Scripps, Roger Revelle, le ofreció llevar su programa a la Oficina Meteorológica de Scripps localizada en el campus de La Jolla (California) y allí y hasta su fallecimiento en 2005, Keeling se convirtió en la autoridad global para la medición y seguimiento del CO_2 atrapado en la atmósfera de la Tierra.

En 1958, Charles Keeling comenzó las mediciones sistemáticas de concentración de CO_2 en la atmósfera, dando rigor científico a las relaciones entre quema de combustibles fósiles y Cambio Climático global como efecto resultante de la acumulación de GEI.

Keeling propuso a Revelle introducir una nueva herramienta analítica que, utilizando para su calibración la técnica manométrica creada por el propio Keeling y ya usada en investigaciones anteriores, sería el Analizador de Gas Infrarrojo, diseñado y fabricado por la Corporación Física Aplicada (USA). Este aparato permitiría llevar a cabo mediciones continuas de CO_2 tomadas de muestras de aire.

La Oficina Meteorológica instaló el primer Analizador en la Estación Pequeña América (Antártida-USA) a finales de 1956 que comenzó a operar en 1957 enviando a Scripps los primeros datos del programa para su estudio.

Un Segundo Analizador se colocó en un buque de investigaciones del Instituto Scripps en el año 1957 y la siguiente prioridad fue instalar un Analizador en un avión de la Fuerza Aérea de los EEUU.

En marzo de 1958, se instaló el cuarto Analizador en el Observatorio Mauna Loa de la Oficina Meteorológica, localizado en la ladera norte del volcán Mauna Loa, uno de los importantes volcanes de la Big Island – Hawaii, en una elevación de 3.398 metros.

Consolidación de los Estudios de Concentración de GEI: la Importancia de Mauna Loa (Hawaii)

La Estación de Investigación de la Oficina Meteorológica, Observatorio Mauna Loa (MLO, y Mauna Loa, en breve, de aquí en más en el texto), creada en julio de 1956, comenzó sus actividades en 1957, en preparación del Año Geofísico Internacional, conocido como el III Año Polar Internacional, un proyecto científico global que se desarrolló entre el 1 de julio de 1957 y el 31 de diciembre de 1958.

En su origen, MLO dependía de la Oficina Meteorológica de los EEUU, pero actualmente es parte de la División de Monitoreo Global dentro de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica.

Desde 1958, las concentraciones de CO2 en la atmósfera fueron recolectadas y analizadas en Mauna Loa, bajo el programa basado en el Instituto Oceanográfico Scripps. **Actualmente, MLO monitorea en continuo la radiación solar, el CO2, el Ozono Total y de Superficie y elementos meteorológicos, así como analiza e interpreta los datos recolectados**.

Sin embargo, el análisis completo de los datos proporcionados por MLO eran transmitidos a Scripps, a la oficina de Charles Keeling, para su estudio en profundidad y bajo el objetivo de investigar el impacto del CO2. La primera lectura de MLO ocurrió el 29 de marzo de 1958 y permitió conocer que la concentración de CO2 en la atmósfera era de 313 ppm (ppm significa Partes por Millón y es la unidad de medida que se utiliza para describir pequeñas concentraciones de una sustancia dada con relación a otro material grande o extenso; se lee como una parte de CO2 por un millón de partes de la atmósfera).

La serie de tiempo de CO2 captada por MLO es única en el planeta. Los científicos han estudiado la ‘calidad’ (acierto y tamaño) de los datos y verificado que MLO captura la tendencia secular global promedio de la concentración de CO2 en la atmósfera. El ciclo atmosférico del CO2, con un máximo de concentración en el comienzo de la estación de crecimiento (mayo de cada año) en la primavera boreal y el mínimo hacia el otoño (septiembre/octubre), permite registrar la llamada ‘respiración’ de la Biosfera del hemisferio norte.

MLO capta la interacción de las masas de aire entre Eurasia (invierno) y el ambiente subtropical dominante en el Pacífico Norte (verano), que dominan la temperatura en el continente de Norte América. La ubicación geográfica de MLO también le permite capturar información de la circulación Hadley de masas de aire, que consigna interacciones interhemisféricas. Es decir, en lenguaje estadístico simple, que MLO está en condiciones de operar sobre una muestra de masas de aire de alta calidad representativa del universo.

La Curva de Keeling: el Indicador de Referencia del Cambio Climático Global

Los datos globales recogidos por MLO durante un año completo en 1959, posibilitaron encontrar un patrón de comportamiento con oscilaciones del CO2 con picos en mayo y bajos en noviembre, que reflejaban el impacto del ciclo de vegetación prevaleciente en el hemisferio norte: las plantas absorbían CO2 en el período de crecimiento (abril/agosto), durante el proceso de fotosíntesis y de ese modo reducían la concentración de CO2 en la atmósfera; en el invierno las plantas habían perdido su follaje y el carbono depositado en sus hojas y suelos se liberaba y se concentraba en la atmósfera, elevando el CO2 atmosférico.

Este descubrimiento seminal para entender y explicar el proceso de Calentamiento Global fue reportado por Charles Keeling en la publicación jornal geofísico Tellus en 1960, describiendo el patrón estacional del CO2, desconocido hasta entonces. A partir de ese punto este fenómeno se conoce como 'el ciclo respiratorio de la Tierra'.

Keeling también pudo constatar datos de la evolución en el tiempo del CO2 atmosférico. A poco de hacer público el 'ciclo respiratorio', el investigador informó que "cuando los datos se recopilan abarcando más de un año, los promedios de CO2 atmosféricos del segundo año son mayores que los del primer año". Agregó, sumando novedades, que los datos proporcionados por la base MLO de la Antártida permitían asumir que el aumento interanual estaba asociado a la combustión de hidrocarburos fósiles.

Notablemente, Charles Keeling, quien residió en el llamado Big Sur, un trecho de la costa californiana entre los altos de Carmel y San Simeón, al sur y lideró la oficina técnica del Instituto Scripps hasta su muerte en 2005, no recibió el Premio Nobel, aunque sí fue objeto de cinco premios norteamericanos y globales por sus descubrimientos en la ciencia del espacio.

Entre sus participaciones por fuera de Scripps, sin abandonar el Instituto, se cuenta el haber participado en el grupo de trabajo coordinado por Roger Revelle en sus tiempos de Harvard University a cargo del Panel de Contaminación Ambiental, dentro del programa ambiental del presidente Lyndon B. Johnson creado en 1965 en el Comité Asesor de Ciencias para estudiar la contaminación del aire, el agua y la tierra. El grupo de Trabajo de Revelle, con Keeling como líder de investigación, expuso al planeta la certeza del CO2 como 'contaminante invisible' de la atmósfera de la Tierra.

El informe del grupo de trabajo, en su análisis del CO2 concluye en que el aumento del Dióxido de Carbono tendría efectos en el aumento de la temperatura de la Tierra, en el derretimiento de capas de hielo ártico, en el crecimiento de los niveles del mar y en el aumento de la acidez de los cuerpos acuáticos. La frase de cierre es una advertencia hoy absolutamente vigente: "A través de la civilización industrial mundial, el Hombre está conduciendo inconscientemente un vasto experimento geofísico".

Los aportes de Keeling también incluyen el esclarecimiento del 'ciclo del carbono', con sus movimientos entre los océanos de la Tierra, la atmósfera, la biosfera y la geoesfera. Su conclusión: los Humanos, al explotar el carbón, el petróleo y el gas natural, a partir

de la Revolución Industrial, liberan carbono que es depositado como CO2 en la atmósfera.

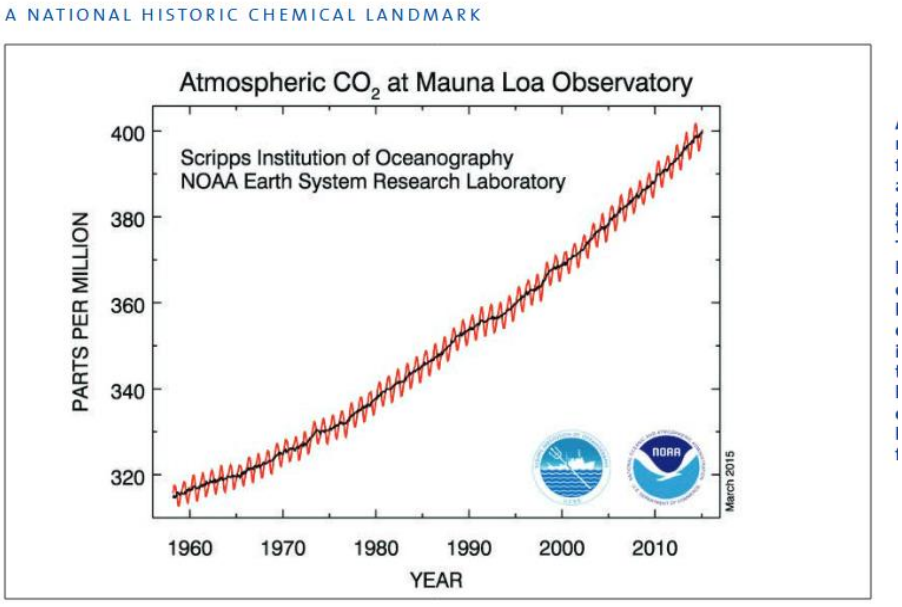
Estudió la participación del CO2 liberado por la quema de combustibles fósiles con relación al volumen de CO2 acumulado en la atmósfera y la estableció en 55 %. Un poco más de la mitad del carbono atmosférico se debe atribuir al carbón, el petróleo y el gas natural que son los responsables de la pendiente creciente de la Curva de Keeling. Este dato significativo para el Cambio Climático fue informado por Keeling y sus colegas en Scripps en el año 1973 y desde ahí se lo conoce como 'fracción aerotransportada' (*airborne fraction*). El otro 45 %, explicaron desde Scripps, se disuelve en los océanos, se absorbe en las plantas o se acumula en los suelos.

Mauna Loa comenzó a medir las concentraciones de CO2 como parte de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los EEUU (NOAA) en 1974. Durante más de 40 años, ambos programas, MLO y Scripps, estuvieron funcionando en paralelo, lo que convierte a MLO en la productora de datos de concentración de CO2 más extensa en el tiempo.

Investigaciones en diferentes muestras de aire atrapadas en depósitos de hielo polar realizadas en los años '80s (siglo XX), permitieron revelar niveles de CO2 acumulados por cientos de miles de años. Este descubrimiento científico habilitó a mostrar la Curva de Keeling desde tiempos inmemoriales y constatar que los niveles actuales de CO2 son superiores a los registrados en los últimos 800.000 años. La Curva de Keeling concentra todos los aportes del investigador pionero del Cambio Climático.

ILUSTRACIÓN 4

CONCENTRACIÓN DE CO2 EN LA ATMÓSFERA – OBSERVATORIO MAUNA LOA



El gráfico muestra la Curva de Keeling que mide el Dióxido de Carbono (CO2) depositado en la atmósfera. La Curva en colorado indica las oscilaciones naturales causadas por el ciclo de las plantas. La línea en continuo (color negro) muestra el crecimiento del CO2 atribuido a las actividades humanas, especialmente la quema de combustibles fósiles.

Una placa conmemorativa colocada en Mauna Loa dice:

"En 1958, Charles David Keeling (1928-2005) del Instituto Oceanográfico Scripps comenzó un programa cooperativo para el estudio del Dióxido de Carbono Atmosférico (CO2) en el recientemente establecido Observatorio Mauna Loa de la Oficina Meteorológica de los EEUU, actualmente perteneciente al NOAA. Hacia 1960, Keeling reveló dos hallazgos significativos, informando la primera estimación cuantitativa de las oscilaciones naturales del CO2, al mismo tiempo que descubrió el continuo y estable incremento de CO2, el gas de efecto invernadero más significativo en cuanto al Cambio Climático. Keeling avanzó nuestro conocimiento acerca del impacto humano en la Tierra al vincular las emisiones de combustibles fósiles con los niveles crecientes de CO2. Su dedicación continua y las mediciones acertadas convirtieron a estos datos en los registros inequívocos del aumento global del CO2 y en un icono de la ciencia atmosférica".

Control Global del Calentamiento Climático: las Naciones Unidas

Hacia el final de los años '80s (siglo XX) se intensificó la observación sobre el Cambio Climático y el papel que jugaban los GEI. **En 1988 las Naciones Unidas crearon el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), con el objetivo de generar informes y recomendaciones acerca del Cambio Climático, basados en investigaciones científicas. En 1990 el IPCC emitió su primer informe diagnosticando el caso de Cambio Climático, instando a la coordinación internacional para atacar este problema global y sugiriendo medidas y acciones de 'mitigación', con el foco puesto en la emisión de GEI resultante de la actividad de los humanos.**

En1992 se ratificó la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, con el objetivo de "estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera en un nivel tal que evitara la peligrosa interferencia del Hombre con el sistema climático". Cinco años más adelante emergió el Protocolo de Kioto, el primer acuerdo internacional que comprometió a los países miembros a reducir la emisión de CO2 y otros GEI.

Pasaron 36 años desde la primera información de Charles Keeling sobre aumentos del CO2 en la atmósfera y las evidencias que apoyaban la teoría que conectaba las emisiones de GEI con el Cambio Climático desde el siglo XIX.

El primer hito global que la conferencia de las Partes, las llamadas COP, de Naciones Unidad consagraron fue el Protocolo de Kioto, un acuerdo internacional alcanzado con el objetivo de reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de origen antrópico que provocaban el Cambio Climático. Entró en vigor en 2005, y consta de dos periodos de actuación: 2008-2012 y 2013-2020. Por primera vez, con el Protocolo se definieron unos objetivos de reducción obligatorios, cuantificados y específicos.

El texto se enmarca en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y fue negociado durante la tercera Conferencia de las Partes (COP 3, 1997). Siguiendo el principio de “responsabilidades comunes pero diferenciadas” establecido por la CMNUCC, en el Protocolo son sólo los países responsables de la mayoría de las emisiones de GEI y aquéllos que disponen de mayores recursos económicos, los que tienen objetivos de reducción y debían llevar el liderazgo en los esfuerzos de mitigación.

Se destaca el caso del Protocolo de Kioto que produjo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (CDM), por ser la primera decisión adoptada en una COP luego de casi una década de negociaciones que determinó metas cuantitativas de emisión de GEI a nivel de país, acompañadas por Permisos de Emisión Negociables Internacionalmente, para el período primero de presupuesto 2008-2012.

Después de una década de negociaciones bajo Convención de Cambio Climático, la UNFCCC logró un acuerdo de control de emisiones que comprometía legalmente voluntades para controlar las emisiones de GEI, el Protocolo de Kioto. El marco institucional era compatible con el sistema de la Unión Europea conocido como Esquema de Comercio de Emisiones (ETS), que cubría casi la mitad de las emisiones de CO2 de Europa.

Sin embargo, las buenas perspectivas del Protocolo de Kioto plasmadas en los papeles, no se condijo con los hechos de la vida real. El golpe de gracia al Protocolo sucedió en 2001 cuando los EUA se retiraron del Tratado, actitud de esta nación que fue repetida cuando se retiró del importante Acuerdo de París de 2015. En ambos casos la decisión fue de gobiernos del Partido Republicano de los EEUU. En 2002, el Protocolo sólo cubría el 30 % de las emisiones y el mecanismo de ETS abarcaba el 8 % de las emisiones globales. La solución al fracaso requería no solo la vuelta de los EEUU al Tratado, sino la incorporación de China y otros países emergentes o en vías de desarrollo.

Las alternativas efectivamente en consideración por los Estados Parte de la Convención estuvieron focalizadas en la próxima determinación de la segunda parte del presupuesto de Kioto, el período posterior a 2008-2012. En esos momentos, lo que se difundió fue la alternativa de controlar la emisión de GEI en base a medidas reguladoras de Comando y Control.

CAPÍTULO II

EL CAMBIO CLIMÁTICO AMENAZA LA VIDA EN LA TIERRA: HECHOS RECIENTES

Efectos del Cambio Climático y el Calentamiento Global

Planteo

El mundo atraviesa un período de fuerte crecimiento en el número de eventos, la velocidad y la escala de fenómenos que quiebran los récords de calentamiento global al paso del tiempo. En el año 2023 hubo 86 días con temperatura extrema excediendo los niveles pre-industriales en 1.5 º C. El mes de septiembre de 2023 fue el de mayor calor en la historia, con temperaturas globales medias de 1.8 º C por encima de los rangos existentes antes de la Revolución Industrial.

Las temperaturas extremas coexistieron con eventos críticos en términos de incendios. Estos extremos en la temperatura media de la Tierra, puntuales, no significan que el planeta haya excedido el límite de París (i.e. 1.5ºC), que refiere a promedios de varias décadas, pero son señales firmes que alarman.

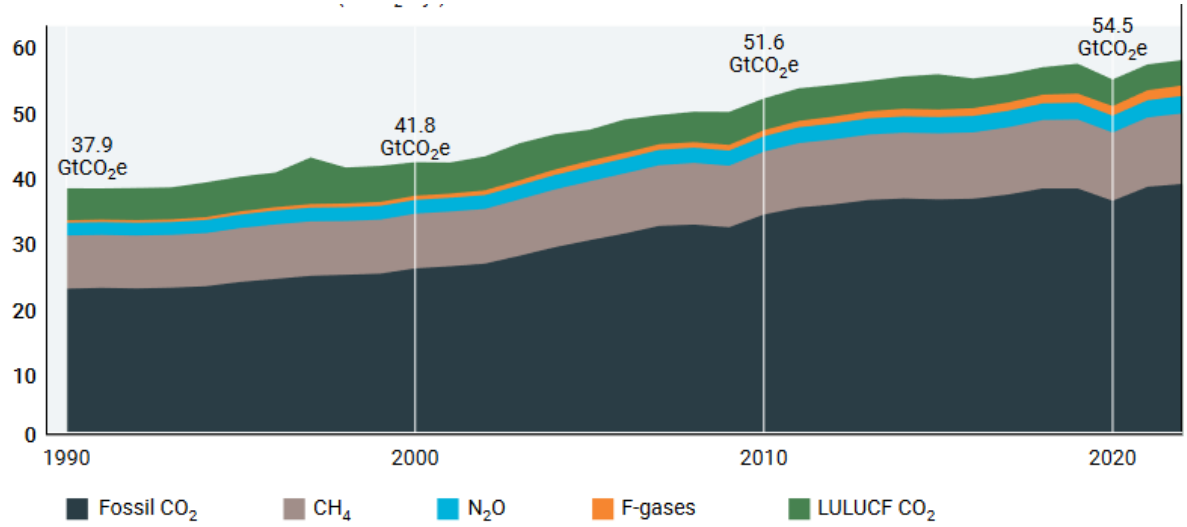
La 18a edición del Presupuesto Global de Carbono[10] publicado en diciembre de 2023 en el Journal Earth System Science Data, informa que:

- Las emisiones de CO2 provenientes del consumo de hidrocarburos fósiles y el uso del suelo agrícola, llegarían a 40,9 billones de toneladas en 2023, un nivel similar al del año 2022, una meseta, lo que significa que no hubo la reducción de emisiones que se necesita para cumplir con las metas globales de Cambio Climático.
- La concentración global de CO2 alcanzó en 2023 un rango récord con 419,3 ppm (partes por millón), subiendo 2,4 ppm con relación a 2022. Con estos datos, la concentración de Dióxido de Carbono en 2023 habría llegado a ser 51 % mayor que en los niveles pre-industriales.
- La mayor parte de las emisiones provinieron del Carbón y el Petróleo, mientras que las generadas por el Gas Natural permanecieron altas pero estables.
- Las proyecciones para 2024 informan que aumentarán las emisiones de CO2, pero de manera dispar entre los principales contaminadores. Las emisiones de la India crecerán un 8,2 % interanual, las de China se incrementarán en 4,0 %, mientras que las de la Unión Europea caerán un 7,4 % y las de EEUU un 3,0 %
- Los datos preliminares de 2023 confirman la tendencia ya mostrada en el año 2022, en que también se alcanzaron récords en la emisión de GEI y en la concentración atmosférica de Dióxido de Carbono (CO2).

[10] Global Carbon Budget, 18th Edition, 5.12.2023, parte del Global Carbon Project (University of Exeter UK, University of East Anglia UK, CICERO Center for International Climate Research, Luddwig-Maximilian-University Munich, Germany) que convoca a 120 científicos mundiales que revisan el informe, en su carácter de pares.

- **Las emisiones de GEI derivadas de la actividad de los humanos aumentaron un 1.2 % en el año 2022, con respecto a 2021 y con relación a 1990 el crecimiento trepó al 43,8 %. Ver Ilustración 5.**

ILUSTRACIÓN 5
EMISIONES ANTROPOGÉNICAS NETAS DE GEI - 1990 – 2022
MEDIDAS EN GtO2e/año



NOTA – GtO2e significa emisiones GEI en Gigatones de Dióxido de Carbono;
FUENTE – Informe de la Brecha de Emisiones 2023 (Emissions Gas Report, 2023)
UNEP – noviembre de 2023

En los treinta y dos años del período mostrado en la Ilustración 5, un lapso pertinente para el análisis ambiental, se aprecia un crecimiento de la participación en la emisión de GEI de los combustibles fósiles y del gas metano (CH4) y el año 2022 no ha sido una excepción. Es en estos gases donde reside la mayor amenaza para el planeta. La estructura del comportamiento de las emisiones no ha cambiado en tres décadas. Las emisiones de 2022 registran una participación de CO2 y CH4 del 93,6 % del total de GEI.

Todos los sectores de actividad humana generadores de GEI, excepto transporte, recuperaron los niveles de contaminación del momento previo a la pandemia Covid-19 y excedieron las emisiones de 2019. Dos tercios del aumento entre 2022 y 2019 se debió a la combustión de fósiles, destacándose la proveniente de la producción industrial. También el metano (CH4), el óxido nitroso (N2O) y los gases fluorados (Gases-F), que originan un cuarto de las emisiones de GEI, aumentaron interanualmente un 0,9 %, un 1,8 % y un 5,5 %, respectivamente. Los países del G20, en conjunto, son responsables del 76 % de las emisiones globales.

Con relación al gas metano, se verifica que los niveles en la atmósfera siguen aumentando y se sabe de la agresividad de este GEI para con el planeta. Durante los últimos 40 años crecieron un 17 %. A lo largo del siglo XX y en lo que va del siglo XXI

el aumento fue importante y sostenido, mientras que en la primera parte del siglo XXI la tasa de incremento anual se mantuvo prácticamente estable, para retomar un ritmo de aumento fuerte a partir del año 2006, creciendo desde ahí a una tasa creciente.

El aumento del metano en la atmósfera visto a partir de 2006 responde a dos fuentes, una es el uso de combustibles fósiles, tema ya conocido y la otra a la emisión de gas metano de los humedales, conocidos mundialmente como Sitios Ramsar, a partir de la 'Convención Ramsar sobre Humedales'. Los principales son los estuarinos (deltas, manglares), los lacustres y los palustres (pantanos, ciénagas y marismas), los marinos (lagunas y arrecifes de coral) y los ribereños (ríos y arroyos).

La evidencia científica adjudica principalmente a los humedales la generación de metano liviano, dada la característica del átomo componente carbono del gas de pantanos, mientras que los fósiles y los incendios de bosques generan la variedad pesada de metano y, en ese contexto, lo que se contabilizó a partir del monitoreo realizado en los últimos 15 años es el crecimiento del metano liviano. Este tipo de metano también proviene de las tierras de relleno, que explican un 45 % del aumento de las emisiones recientes y de los bovinos, entre otras fuentes menores, dado que el gas originado en estas fuentes es isotópicamente similar.

En ambos casos de gas de metano liviano, el de los humedales es propicio para la provisión de alimentos (vg. arroz, carne vacuna) lo que obliga a encontrar un equilibrio entre la preservación de la oferta de alimentos básicos y el control de la contaminación, para asegurar la limitación del Cambio Climático y, a la vez, garantizar el estándar de bienestar de la vida humana cotidiana.

En el marco de 'hechos' que afectan al planeta desde el punto de vista ambiental, no puede ignorarse que la biodiversidad de los humedales es importante (alimento, empleo, turismo) y que hay que acentuar la protección y el uso correcto de los mismos, evitando la desaparición de las tierras húmedas, que entre 1970 y 2015 vieron retroceder su superficie en un 35 %. Asimismo, también debe asegurarse el uso racional del suelo evitando, entre otros efectos negativos, el abuso en la explotación del recurso que lleve a la desertificación.

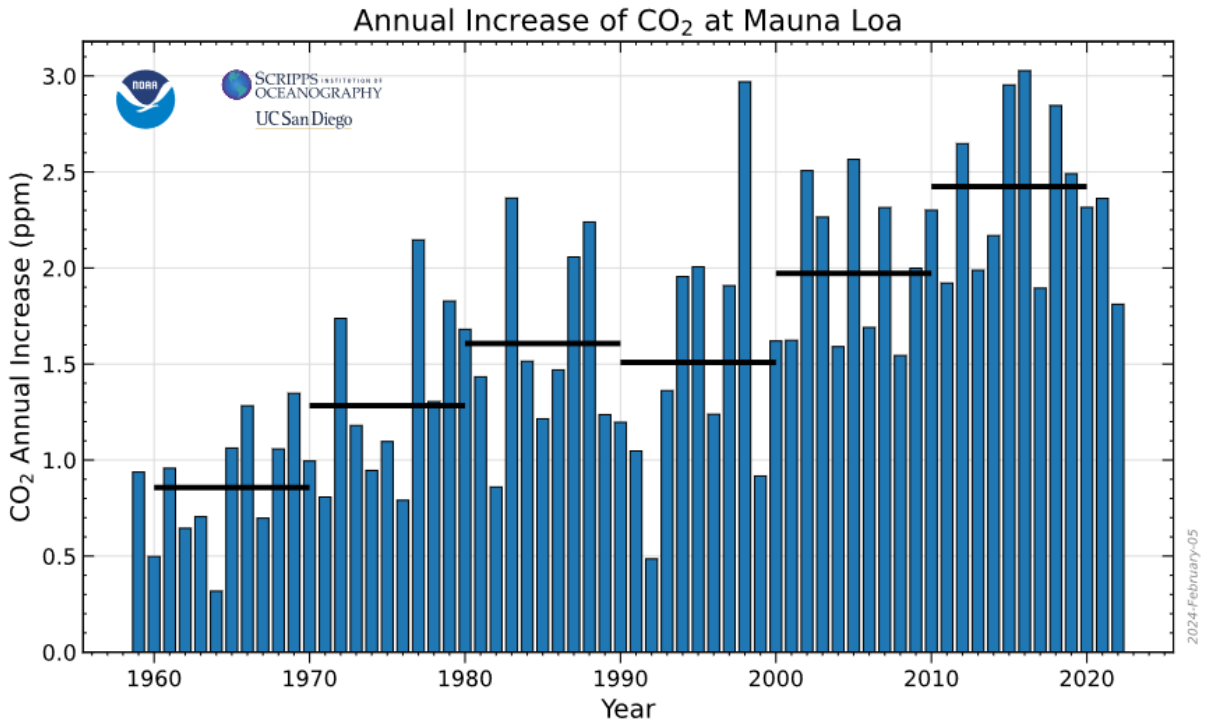
Los Datos del Calentamiento Global

La medición de CO2, el principal GEI en la atmósfera, que toma diariamente el Observatorio Mauna Loa (MLO - Hawaii, 1956) de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los EUA, muestra aumentos continuos en los niveles acumulados.

Esta es la tendencia. La Ilustración 6 informa la evolución del aumento interanual de las emisiones de Dióxido de Carbono ocurrido en las últimas cinco décadas y tres años (1960 a 2022), según las mediciones registradas por la Institución de Oceanografía SCRIPPS de la Universidad de California, San Diego, el brazo operativo del seguimiento de emisiones y concentración de CO2 que usa los datos de Mauna Loa como insumo.

El eje vertical de la Ilustración 6 mide el aumento anual de CO2 en ppm (partes por millón) y el eje horizontal señala el año de la medición. Las líneas en negro, de trazo horizontal, informan el promedio aritmético alcanzado por el CO2 de cada década.

ILUSTRACIÓN 6
CRECIMIENTO ANUAL DEL CO2 EN EL OBSERVATORIO MAUNA LOA



Fuente – Institución Oceanográfica SCRIPPS

La tasa anual media de aumento de concentración decenal de CO2 en la atmósfera es el resultado de promediar los datos de incrementos de ppm desde el día uno del año hasta el 31 de diciembre de ese mismo año.

El registro destaca dos períodos de fuerte crecimiento del CO2, uno para las décadas (siglo XX) de los años ‘60s a los años ‘80s y el otro para el lapso transcurrido entre la década de los años ‘90s (siglo XX) y las dos primeras décadas del siglo XXI más los dos primeros años de la tercera década del siglo XXI.

Importante, grave, los datos informan que al ritmo actual de aumento de CO2, el planeta estaría cruzando la barrera de 450 ppm en menos de ocho (8) años.

Tres impactos destacables en el comportamiento de las concentraciones del CO2 sugiere la Ilustración 6. El primero, el más evidente, es el aumento entre puntas de la serie registrada que, tomado entre promedios de década, resultó en un crecimiento de 3,4 veces entre los ‘60s y los años de la década del 2010. El segundo, un hecho de

mayor criticidad, es que los aumentos entre décadas en el siglo XX fueron de menor magnitud que los registrados entre las décadas del siglo XXI. Un agravamiento de la contaminación ambiental. Un tercer efecto que debe señalarse es que dentro de cada década el comportamiento del CO2 no siguió un patrón regular y en cada lapso tuvo algunos años de explosión de las emisiones.

Pero la importancia de la Ilustración 6 es que visibiliza el movimiento de largo plazo de la acumulación de CO2 en la atmósfera, un continuo creciente. Finalmente, hay que tener en cuenta que los registros de los años 2020 y 2021 están distorsionados por el Covid 19 que paralizó la actividad económica en el planeta.

El dato en foco al 31 de diciembre de 2023 es que las emisiones de CO2 alcanzaban a 423,26 ppm, es decir que quedaban apenas 26,7 ppm para alcanzar el nivel meta de 450 ppm.

En este marco del Calentamiento Global del planeta, tendencia y foco, los eventos climáticos extremos que responden al Cambio Climático se tradujeron en intensas olas de calor, sequías extendidas y prolongadas, incendios de amplias masas boscosas, inundaciones en las costas marítimas y lacustres y, notoriamente, en la reducción de las masas heladas en la Antártida y en el Ártico.

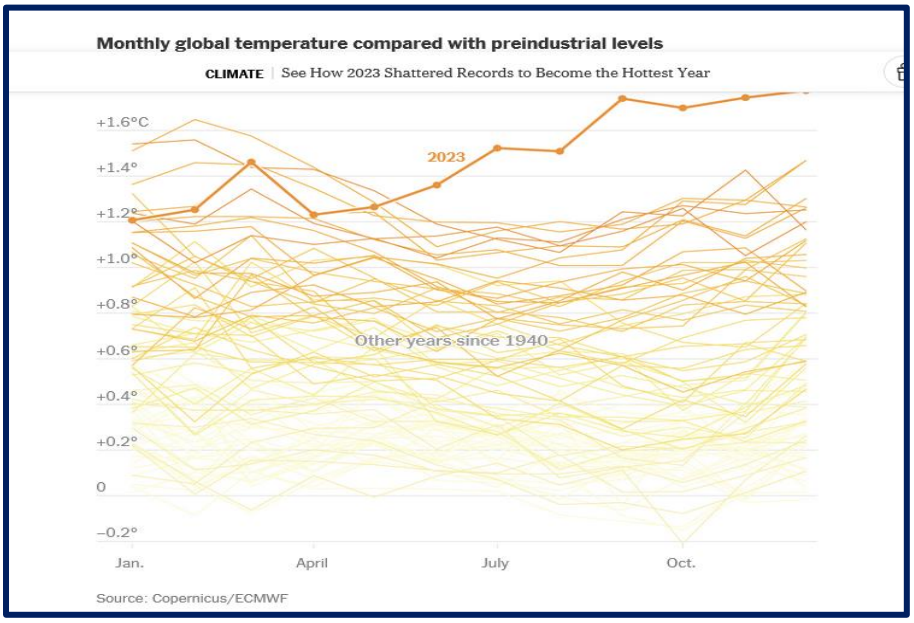
Los datos de temperatura recolectados por el Servicio de Cambio Climático Copernicus de la Unión Europea (UE-C3S), uno de los seis servicios de información que desarrolla el Programa de Observación de la Tierra Copernicus de la Unión Europea (UE), correspondientes al año 2023 confirman que, a partir de junio, todos los meses, consecutiva y crecientemente, la temperatura batió todos los récords históricos disponibles. El año 2023 fue el más caluroso por lejos en la Tierra por más de 150 años. La Ilustración inserta a continuación confirma esta información de Copernicus.

Copernicus es el Programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea, que es gestionado por la Comisión Europea y en cuya ejecución colaboran los Estados miembros, la Agencia Espacial Europea (ESA), la Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos (Eumetsat), el Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Medio Plazo, las agencias de la UE y la empresa francesa (Toulouse) Mercator Océan.

La Ilustración 7 muestra la Temperatura Mensual Global de la Tierra del año 2023 comparada con la Temperatura de la Tierra antes de la Revolución Industrial, medida en el eje vertical en una escala de grados Celsius que oscila entre – 0,2º C y + 1,6 º C, ver línea sólida en color granate suave designada como 2023 y un mapa de líneas de color diluido que grafica la evolución de la temperatura para todos los años desde 1940 a 2022, registrada para todos los meses de cada año (el gráfico destaca las mediciones para enero, abril, julio y octubre de cada año). Cómo lo expresa el mismo gráfico: “Ver cómo 2023 rompe los récords para convertirse en el año más caluroso”.

ILUSTRACION 7

TEMPERATURA MENSUAL GLOBAL COMPARADA CON NIVELES PREINDUSTRIALES



Fuente - Programa de Observación de la Tierra Copernicus (UE)

La temperatura promedio a lo largo del año 2023 en el planeta alcanzó a 1,48 º C, superando a la registrada en la segunda parte del siglo XIX, según informa el Monitor Climático de la Unión Europea el 9 de enero de 2024. Un dato muy superior a la registrada en 2016, el año más caliente anterior y cercana a la meta de seguridad de temperatura del Acuerdo de París, establecida como 1,5 º C por encima de los guarismos pre-industriales.

Los científicos que observan los temas climáticos no se sorprenden de que la temperatura supere récords, sino que se preguntan cuál será el derrotero futuro, si se acelera el crecimiento económico.

Cada décima parte de un grado de Calentamiento Global genera un combustible termodinámico que intensifica las olas de calor y las tormentas, así como aumenta el nivel de los océanos y derrite las masas heladas de los glaciares, informa el New York Times (NYT, 9.1.2024), sobre datos de los estudios científicos que acumula Copernicus.

Los efectos en la Tierra se hicieron sentir en 2023. Irán, China, Grecia, España, el sur de América y el estado de Texas en los EEUU, sintieron el impacto de olas extremas de calor. Canadá sufrió la destrucción más importante de bosques de la historia, habiéndose quemado un área de 182.000 Km2, un 10 % mayor que la superficie de la provincia de Córdoba (Argentina). Las costas de la Antártida mostraron una menor cantidad de hielo marítimo para las mediciones de verano y de invierno.

Esta tendencia a sostener el aumento de las concentraciones de GEI en la atmósfera, a la vez que retrasar el alcance de las metas del Acuerdo de la COP Paris 2015, que el incremento de la temperatura global de la Tierra no supere los 2ºC por arriba de la registrada en tiempos pre-industriales, produce en el planeta una serie de eventos climáticos de rango catastrófico para la humanidad.

Una revisión sumaria de los acontecimientos que el Cambio Climático provocó en la Tierra en 2023, presentado el 6 de diciembre de este año por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), ilustra la gravedad de la problemática del Calentamiento Global y señala que la última década fue una en la que se aceleró el Cambio Climático.

- La última década fue la más cálida de la historia por un claro margen, para la Tierra y los Océanos. Cada década desde los '90's ha registrado más calor que la inmediata anterior.
- La concentración de los tres Gases de Efecto Invernadero en la atmósfera continuó aumentando con el correr de los años de la última década.
- Las tasas de acidificación y calentamiento de los océanos se incrementaron.
- Las olas de calor marinas se volvieron más frecuentes e intensas. En cada uno de los años del período 2011-2020, aproximadamente el 60 % de la superficie de los océanos experimentó un aumento del nivel atribuido a calentamiento y la pérdida de masa de hielo terrestre.
- Desde 2011 a 2020 el nivel de los océanos creció a una tasa anual de 4,5 mm/año.
- Los glaciares en el planeta perdieron superficie a la tasa de un metro por año, promedio, en el lapso 2011 a 2020.
- Groenlandia y la Antártida perdieron un 38 % más de hielo entre 2011 y 2020 que en el lapso 2001-2010.
- Las olas de calor fueron responsables del mayor número de muertes humanas, mientras que los ciclones tropicales causaron el mayor daño económico.

Los Hechos: Revisión de Casos en 2023

a) Olas de Calor Extremas y Largas

Las olas de calor intensas que afectaron el sur de Europa y el sur de los EEUU y México en julio de 2023 hubieran sido "virtualmente imposibles" sin el Cambio Climático producido por la actividad de los humanos y, además, muy seguramente se repetirán cada 2 – 5 años. (World Weather Attribution Network – WWA)

En el Reino Unido de Gran Bretaña las temperaturas treparon a 40º C por primera vez en julio 2022. Este fenómeno hubiera sido 'extremadamente improbable' de no ser por el Cambio Climático, informó la WWA que, a su vez, calificó a este año como el más caliente de la historia.

El periódico The Washington Post (19.7.2023) informó que las temperaturas que venían siendo impulsadas al alza por el Cambio Climático, fueron intensificadas en 2023 por el Modelo Patrón de El Niño, contribuyendo a que este año pudiera ser calificado como el más caluroso desde que se llevan registros globales de temperatura.

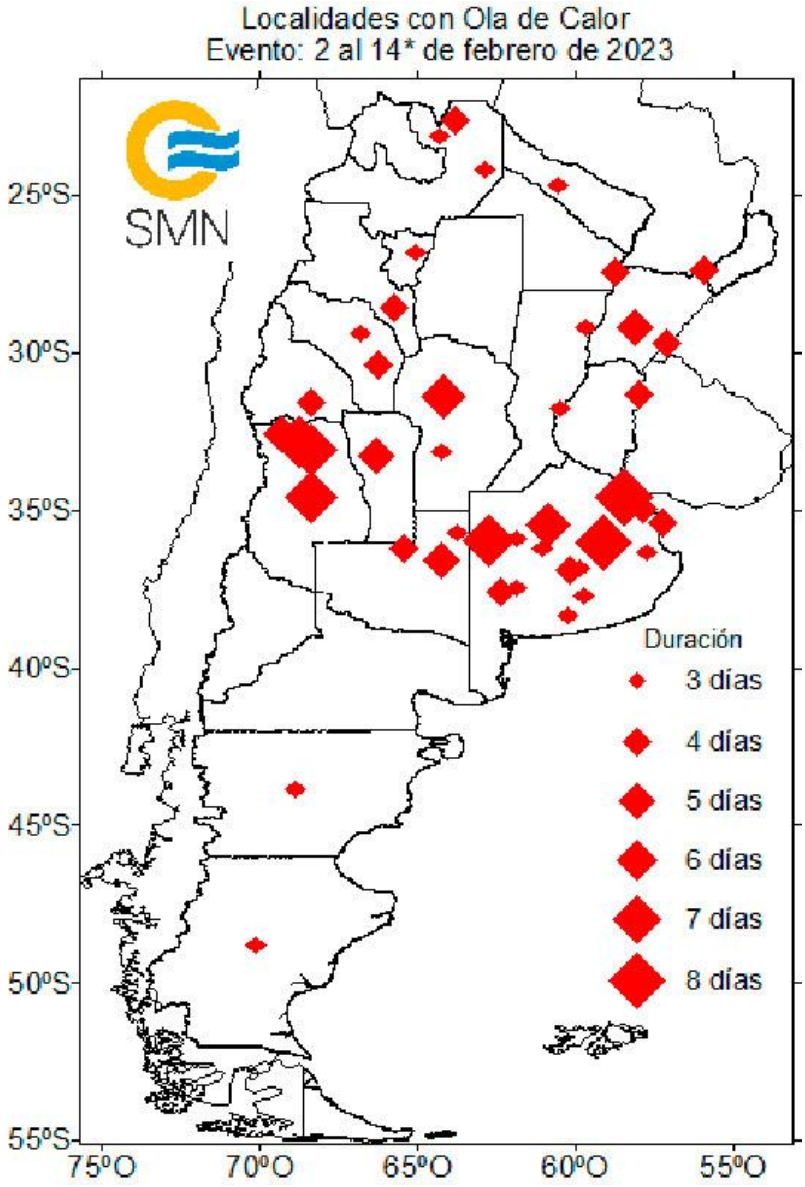
El índice de calor alcanzó a 66,7º C en el Medioeste del planeta, un rango próximo al límite de supervivencia de los humanos. El norte de la República Popular China fue azotado por olas de calor extremas y en el verano experimentó una temperatura de 52,2º C en la Depresión de Turpan, un estrecho espacio desértico en el noroeste chino que se sitúa en una depresión ubicada a 150 mts por debajo del nivel del mar. Una última ola de calor de 2023 registró en Río de Janeiro (Brasil) en octubre de 2023 el nivel de 59º C. Esa misma ola se desplomó en Sicilia con 46,3 º C y en extensas zonas de España, Francia, Italia y Grecia con temperaturas superiores a los 40º C. Aún en Newfoundland, en el noreste de Canadá, las temperaturas de verano fueron 8º C más elevadas que las normales.

En general, los científicos explican que se van formando cúpulas o 'domos' de calor que realimentan el calor extremo, a su vez impulsado a la atmósfera en un ambiente seco y sin viento que, desde allí, es enviado a la Tierra por condiciones de alta presión y lo comprime en el 'domo', generando más calor.

El Centro Europeo para Proyecciones Meteorológicas de Mediano y Largo Alcance informó que la ola de temperaturas extremas en Europa, durante 2023, impactó en cuatro oportunidades gran parte del territorio de España, Francia, Italia, Grecia y Polonia. La comparación de la temperatura registrada entre el 1 y el 20 de julio de 2023, con la del mismo período para el lapso 1991/2020, muestra que la actual es entre 2º C y 5º C más alta que el promedio histórico.

La red de estudios de Modelos de Simulación WWA asegura que estas olas de calor no hubieran existido si los humanos no hubieran enviado GEI a la atmósfera. Los Modelos indican que estas olas deberían repetirse, en principio, cada diez años.

ILUSTRACIÓN 8
DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE OLA DE CALOR
ARGENTINA
Febrero 2023



Fuente – Servicio Meteorológico Nacional (Argentina)

En la Argentina se registraron ocho olas de calor en los años 2022 y 2023. El comienzo de la ola se ubicó en el sur del país, la Patagonia, pero luego se expandió con mayor intensidad, extensión y duración en el tiempo a la franja central del país.

El Servicio Meteorológico Nacional mapeó la ola de calor extremo entre el 2 y el 14 de febrero de 2023, que llegó a abarcar unas 60 localidades distribuidas entre las 23 provincias y afectó con mayor intensidad a Mendoza, La Pampa y Buenos Aires, impactando también en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires que, junto con Las Flores (provincia de Buenos Aires) tuvieron ocho días consecutivos de calor extremo. El Mapa de la Ilustración 8 muestra la distribución del calor en el país.

Mientras continúen las emisiones de GEI (CO2 y Gas Metano, principalmente) las olas de calor continuarán afectando el planeta. Las predicciones decenales del grupo de Variabilidad y Cambio Climático del Barcelona Supercomputing Center (BSC), dan

cuenta que las temperaturas medias anuales en 2024 podrían superar a las temperaturas récord de 2023.

En concreto, el BSC prevé que la temperatura media anual en 2024 se ubicará entre 1,43º C y 1,69º C por encima de la temperatura registrada en los tiempos preindustriales (1850 a 1900), con un promedio de 1,54º C.

Más grave aún son los resultados de la predicción del BSC para los próximos dos quinquenios. Para el período 2024/2028 la temperatura media podría trepar a 1,49º C – 1,79º C, por encima de la temperatura preindustrial y para el lustro 2029/2033 podría alcanzar a 1,67º C – 1,94º C.

Estos guarismos, de cumplirse, implicarían no alcanzar las metas de Paris 2015.

b) Incendios Forestales

De acuerdo con los estudios del IPCC (Naciones Unidas) el Cambio Climático produce las condiciones necesarias para que, 'muy probablemente', los fuegos se extiendan por bosques y malezas. Calores extremos y duraderos traen más humedad al suelo y la vegetación, creando condiciones favorables para los fuegos que si ocurren en zonas de viento pueden extenderse fácilmente por kilómetros.

Los incendios se originan a partir de combinar tres elementos: material combustible, oxígeno y calor, el 'triángulo de los incendios', que pueden responder a (i) condiciones extremas de sequía y calor o (ii) impactos del sol o rayos, ambos casos caracterizados como fuegos naturales y (iii) incendios provocados por acciones de los humanos (vg. campamentos, cigarrillos aun encendidos).

Sin embargo, el clima, el Cambio Climático, tiene una estrecha relación con los incendios forestales. La sequía y falta de lluvias, más aún si se asocian a corrientes de vientos es facilitadora de los eventos. En presencia de bosques con material maderable abundante y cubierto de malezas en las zonas de menor densidad maderable, el 'triángulo de los incendios' opera en condiciones aún más favorables.

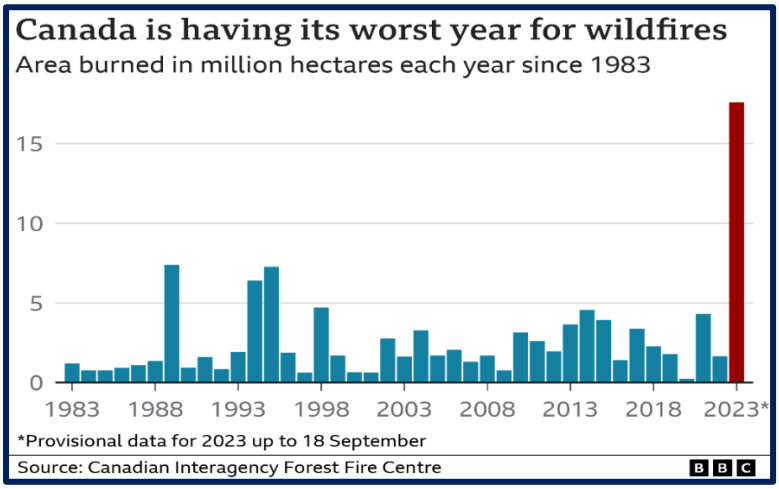
El Caso de Canadá - 2023

El evento de fuego más relevante a nivel global en el año 2023 ocurrió en Canadá, que sufrió el mayor ataque de incendios forestales de su historia. En los últimos cuarenta años no hubo incendios de similar porte. Según el Centro Canadiense de Interagencias para Incendios Forestales (CIFFC) hubo 6.669 incendios que destruyeron un área de 18,5 millones de hectáreas, un área más extensa que el Estado de Florida (EEUU).

La Ilustración 9 a continuación, titulada "Canadá está Viviendo su Peor Año de Incendios Forestales", muestra la superficie incendiada, en millones de hectáreas, eje vertical, para el período 1983 a 2023, eje horizontal y destaca en barra colorada el impactante alcance de las quemas solo para los primeros nueve meses de 2023 (datos disponibles) que sumaban al récord de esa fecha unos 17,5 millones de hectáreas. Los récords anteriores

ocurrieron en los años 1989 y 1995 con un registro de 7,5 millones de hectáreas y 7,6 millones de hectáreas, respectivamente. El promedio anual de incendios forestales en los últimos diez años fue de 2,5 millones de hectáreas.

ILUSTRACIÓN 9
CANADÁ: EL PEOR AÑO EN INCENDIO DE BOSQUES



Fuente – BBC (Londres) sobre CIFIC

El carácter de fenómeno extremo no vino dado por el número total de incendios, sino por el conjunto de 'mega fuegos'. Cientos de focos ígneos excedieron las 10.000 hectáreas y cubrieron desde Columbia Británica y Alberta en el oeste a Quebec en el este y las provincias Atlánticas en el norte.

En particular y según el Centro Canadiense de Interagencias para Incendios Forestales (CIFFC), en octubre 2023 se registraban 68 fuegos fuera de control, 65 fuegos en acción pero no en expansión y 163 otros fuegos bajo control.

También hubo extensos e intensos incendios forestales en Grecia, en Chile y en Australia durante el año 2023.

El Caso de la Patagonia Argentina - 2024

Otro caso crítico y extremo es el de los incendios forestales en la Patagonia Argentina. En 1999 sorprendió un incendio de magnitud nunca visto antes en el lago Mascardi. En 2015 se produjo el fuego que destruyó 30.000 hectáreas de bosque en Lago Cholila, el mayor desastre en la historia hasta entonces.

En el año 2021 sucedió el incendio en el lago Steffen-Martin, que estalló el 7 de diciembre. Al 31 de diciembre de 2021, el fuego había avanzado y afectaba una superficie de 5.935 hectáreas**.** El fuego consumió los alrededores del lago Martin en sus dos orillas, sur y norte, una porción del sector norte del lago Steffen y la totalidad de la zona sur,

sumando una amplia superficie hacia el cerro Santa Elena, continuando en dirección este.

Entre el 26 de diciembre 2021, en que se emitió el primer reporte dando cuenta de la pérdida de 2.972 hectáreas y hasta el 31 de diciembre, cuando se informó que el área destruida por el fuego alcanzaba a 5.935 hectáreas, se constató la gravedad del fenómeno exponiendo una velocidad de expansión tal que, en solo cinco días, el fuego duplicó el área quemada. El 4 de marzo de 2022 el informe del Comité de Emergencia Regional dio cuenta que de los ocho sectores que conformaban la zona de incendio, aún quedaba activa la mitad del sector 1B. No sólo avanzó rápido, sino que fue duro de someter, demorando más de 90 días.

El 26 de enero de 2024 se produjo un incendio en el Parque Nacional Los Alerces (Provincia de Chubut), cuya voracidad produjo la destrucción de más de 8.000 hectáreas de bosque nativo en los primeros 16 días del fenómeno. En este caso, el origen del fuego se debió a actos irresponsables de visitantes, pero los investigadores del CONICET – Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente consideraron que el avance y descontrol de la línea de fuego se debe a la ola de calor extremo que afecta a la zona, provocada por el Cambio Climático, que genera condiciones ideales para la propagación del fuego.

A sólo dos semanas del incendio en el Parque Nacional Los Alerces, al sur de Bariloche en la provincia de Chubut, estalló otro incendio en el Parque Nacional Lanín, al norte de Bariloche, en la provincia de Río Negro, una distancia de 540 Km entre ambas localizaciones, que se cobró unas 1000 hectáreas de bosque y pudo ser dominado por los brigadistas. **Aquí también se explica que el Cambio Climático con su aporte de sequía abre una ventana de oportunidad para la expansión de los incendios forestales, porque el fuego encuentra ramas y troncos secos en su ruta de avance y este contacta con el follaje de las plantas vivas que está sin humedad y arde en su totalidad**.

El Caso del Centro-Sur de Chile - 2024

Chile ha venido sufriendo incendios durante la temporada de verano que, en la última década, alcanzaron a cubrir 1,7 millones de hectáreas, una superficie tres veces superior a la registrada en la década inmediata anterior. Desde el gobierno han instalado sistemas de vigilancia y de atención de emergencia que pensaron eran acordes con el fenómeno.

En consonancia con la experiencia, impusieron en este verano chileno de 2024 una condición de ‘alerta roja’ para las provincias de Concepción y de Bíobío, localizadas unos 500 Km al sur de Santiago de Chile. Estas provincias fueron las más afectadas por los fuegos a inicios de 2023. Actualmente, se registran 260 focos de incendio (51 en

combate, 140 controlados y 69 en observación), fallecieron 26 personas y algo más de un millar resultaron heridos.

En lo institucional, el presidente de la Nación, Gabriel Boric, presentó el Plan Nacional contra los Incendios Forestales, asignando responsabilidades al Servicio Nacional de Prevención y Respuestas ante Desastres (Senapred), incorporando brigadistas nocturnos, cámaras de vigilancia e instrumentos de la inteligencia artificial.

En enero 2024, una publicación de la revista Nature informó que la “coincidencia de El Niño y las sequías, resultado del Cambio Climático y las olas de calor aumentan el riesgo de incendios locales y, en definitiva, han contribuido a los incendios tan intensos que se han visto en la parte central de Chile”. Se repite la tragedia de los incendios forestales, pero esta vez abarca zonas periurbanas y urbanas. La provincia de Valparaíso y la ciudad marítima de Viña del Mar son las localizaciones más afectadas.

Chile ha estado bajo condiciones climáticas extremas facilitadoras de incendios, debido a que una sequía extendida en el tiempo que operó a lo largo de la década de 2010 provocó una profunda sequedad en los bosques y agotó las reseras de agua. Sobre este contexto, a finales de enero de 2024 arribó una ola de calor, consecuencia del Cambio Climático, que coincidió con una fase de El Niño que generó alzas en la temperatura de varias partes del océano Pacífico que afectaron los patrones climáticos a nivel global, aumentaron las precipitaciones en algunas zonas y agravaron las sequías en otras.

c) Inundaciones y los Casos de Lluvias Torrenciales

Dos visiones encontradas se pronuncian sobre la relación entre el Cambio Climático y las tormentas y lluvias torrenciales. Una es la opinión del IPCC (Naciones Unidas) que, basándose en los estudios científicos recolectados, afirma que globalmente la frecuencia y la intensidad de las precipitaciones densas, pesadas, han venido incrementándose en el tiempo y extendiéndose en los territorios, respondiendo a la actividad humana. La otra responde a los análisis de la WWA que cree que el Cambio Climático sólo tiene un papel ‘limitado’ en las tormentas.

A finales del año 2023 en el norte de Libia y como consecuencia de precipitaciones extremas se produjeron inundaciones y la destrucción de dos represas. En el norte de Italia, las lluvias extremas produjeron inundaciones en población que nunca habían experimentado ese desastre. En el primer caso, la WWA lo atribuyó al Cambio Climático basándose en el hecho de que, por cada aumento de la temperatura de 1º C, la atmósfera retiene aproximadamente un 7 % de humedad y esto provoca precipitaciones más intensas, cubriendo áreas específicas y de duración breve y en el segundo a una combinación de circunstancias naturales y el Cambio Climático.

Inundaciones en California – febrero 2024

En California, los meteorólogos habían estado advirtiendo que una tormenta de dimensiones atípicas, conocida como 'río atmosférico', estaba creciendo debido a las temperaturas fuertemente elevadas en el Océano Pacífico.

Los 'ríos atmosféricos' se ubican a kilómetros de altura de los mares y la tierra, no se desplazan por la tierra, tampoco contienen agua líquida, sino que transportan vapor de agua y son impulsados por las corrientes de aire. Se extienden más allá de los 400 kilómetros de ancho y arrastran consigo una cantidad de agua que representa una media de once veces el caudal diario del río Mississippi y contribuyen a regular el clima del planeta.

Los Ángeles, Santa Mónica y la población de Santa Mónica que habita en zona de montaña, tuvieron impactos fuertes, inundaciones, desprendimientos de tierra, destrucción de viviendas y quiebres de edificios, etc.

El fenómeno se originó en una tormenta importante en Hawaii y se movió a la costa del Pacificó en el norte de California, donde llegó con formato de 'ciclón bomba'.

Kyle Clem, profesor de Ciencias Climáticas en la Universidad Victoria, Wellington, Nueva Zelanda, informó que los 'ríos atmosféricos' son responsables de alrededor del 90% del transporte de humedad desde latitudes bajas a altas y que, por medio de su incidencia en lluvias y nevadas, son importantes para mantener fuentes de agua dulce, flujos de los ríos y arroyos y la capa de nieve. También son determinantes en el mantenimiento del nivel del mar y en este campo y con referencia a la Antártida, los 'ríos atmosféricos' explican entre el 40% y el 60 % acumulación 'extrema' de nieve (nieve acumulada).

Clem asegura que 'Los ríos atmosféricos no están relacionados con el Cambio Climático. Ocurren naturalmente, pero tienen relación con algunos efectos del Cambio Climático". Por ejemplo, "la cantidad de humedad que la atmósfera puede retener y, por lo tanto, la cantidad de humedad que los 'ríos atmosféricos' tienen disponible para transportar, aumenta con el incremento de la temperatura del aire. De ahí que los aumentos en las temperaturas atmosféricas y oceánicas globales permiten que los 'ríos atmosféricos' se vuelvan más fuertes y, por consiguiente, aumenten el potencial de eventos de precipitación intensa más severos en forma de nevadas y lluvias".

d) El Crecimiento del Nivel de los Océanos

El crecimiento del nivel de los océanos produce inundaciones en zonas costeras que no han sido protegidas por inversiones en Adaptación al Cambio Climático.

Altas temperaturas causan la reducción y desaparición de importantes capas de hielo en la Antártida y en Groenlandia, así como en el resto de la Tierra y aumentan el nivel de los océanos. También la alta temperatura en la superficie terrestre aumenta el volumen del agua de los mares, con una suerte de efecto 'hervor'. Ambos factores han provocado una elevación de los niveles de 20 cms desde el inicio del siglo XX.

Las tormentas marinas también incrementan el nivel de las aguas e inundan zonas costeras, humedales y ciudades emblemáticas, como Venecia.

e) Pérdida de Biodiversidad, Disponibilidad de Alimentos y Agua Potable

En el caso de los océanos, el aumento de la temperatura daña la vida vegetal y animal. La Gran Barrera de Coral, ubicada en aguas poco profundas, ha disminuido su tamaño en un 50 % desde el primer incidente ocurrido en 2016 y es impactado por el calentamiento de las aguas marinas cada tres años, circunstancia que el IPCC clasifica como de 'alta improbabilidad' en tiempos previos a la Revolución Industrial.

Los estudios científicos muestran que las condiciones de temperatura de los océanos no existían en 'al menos los últimos 65 millones de años'.

Las evidencias de las últimas décadas han mostrado que la modificación del patrón de precipitación pluvial afectó el rendimiento de los *commodities* agrícola de cultivos extensivos, a pesar del aumento en gastos de producción, como ser en fertilizantes y agroquímicos y, por ende, impactó negativamente en el potencial de productividad esperado.

Además, cultivos del tipo agroindustrial como el café, el mayor proveedor de cafeína del planeta, que se produce en más de setenta países y genera ocupación para unos 125.000 puestos de trabajo, dando lugar a algo más que 2.000 millones de tazas de bebida por día, están amenazados por el Cambio Climático.

El aumento de la temperatura en la superficie de la Tierra y la modificación del patrón de lluvias en Sudamérica, África Central y el Sudeste de Asia, lugares donde se concentra la producción de café, impactan negativamente en los rendimientos y permiten suponer que a corto plazo comenzarán a dar caídas en la productividad.

Un estudio de Cássia Gabriele Días[11], ingeniera agrícola por la Universidad Federal de Itajubá, Brasil, sostiene que para el final del siglo XX entre el 35 % y el 75 % de la tierra apta para plantaciones de café en Brasil, el mayor productor del mundo, serán inusables.

Otro estudio publicado en 2015 concluye en que hacia el año 2050, entre un 43 % y un 58 % de las tierras aptas para cafetales serán inusables y que el rango exacto dependerá del grado de contaminación con GEI. En compensación, otros estudios esperan que el aumento de temperatura del planeta incorpore como regiones aptas al sur de China y la costa norte del Golfo de México, pero su poder de producción lo estiman muy reducido en comparación con lo que se pierde.

[11] Dias, Cássia & Martins, Fabrina & Martins, Minella. Climate risks and vulnerabilities of the Arabica coffee in Brazil. Journal Science of the Total Environment, October 2023.

El problema más grave afecta a la variedad dominante del grano, el Café Arábigo, que abastece el 70 % del consumo mundial y que necesita una temperatura estable en el rango de 18ºC a 23ºC, todo el año.

En 2023, Nicholas Girkin, científico ambiental de la Universidad de Nottingham (Inglaterra), analizó una alternativa de mitigación para este café consistente en mover los cultivos a tierras en las que hubiera cobertura de árboles y sombra que evitaran la quema de plantas ante temperaturas superiores al rango mencionado.

Otra alternativa estudiada en Brasil busca suplantar la pérdida de la variedad arábiga por otras en estudio en la Universidad de Itajubá, lo que llaman agroforestación, pero esta posibilidad, de tener éxito, necesitaría de más de una década para ser habilitada para el uso comercial. En la propia universidad otros científicos prefieren mover los cultivos colinas arriba en busca de climas más frescos. El caso es que el Calentamiento Global está realmente amenazando el cultivo de la droga (cafeína) planetariamente más popular.

Un comentario sobre la disponibilidad de agua potable. La disminución de los glaciares en áreas como los Alpes europeos, un proceso en operación debido al Cambio Climático, llevada a la totalidad de la Tierra amenaza con reducir la disponibilidad de agua para un tercio de la población.

Fenómenos Extremos

Los años 2021 a 2023 han estado invadidos por los llamados ‘fenómenos extremos’ (vg. sequías, inundaciones, olas de calor, cambios en el patrón de lluvias, etc.) y se extendieron por el planeta cruzando Europa, los EEUU, Canadá, China y el sur de Asia y esto responde a un hecho en común: un formato peculiar en el *jet stream*, conocido como ‘*wavenumber 5*’ (ola número 5), planteado por Hayley Fowler, Profesor de Impactos del Cambio Climático en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Newcastle, Escocia.

El 'jet stream' es una corriente de aire en altura (7.000 a 16.000 metros) que recorre varios miles de kilómetros alcanzando una velocidad de 400 km/h**.** Es una de las cinco corrientes de aire existentes en la Tierra, que sopla de oeste a este, que tienen la propiedad de separar la masa polar de la más templada, para el caso de las más próximas a ambos polos. Estas son utilizadas en la aviación para tomar impulsos y ahorrar combustible.

Según la organización americana NOAA (Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica, una agencia científica del Departamento de Comercio de los Estados Unidos), *jet stream* son corrientes que impactan en el clima, en el transporte aéreo y

generan otros casos ambientales. En general, la Tierra sufre dos corrientes climáticas, una polar en cercanías del polo norte y del polo sur y otra subtropical en cercanías del ecuador.

Siguiendo las investigaciones científicas, esta corriente de vientos operó en julio y agosto de 2022 y en el verano de 2021 produciendo en distintos continentes centros de baja presión que dieron lugar a olas de calor e inundaciones, se establecieron por semanas o meses y conectaron zonas húmedas con otras muy húmedas. Esto es un movimiento propio del Cambio Climático: aire más caliente conlleva más humedad, produce eventos extremos de precipitaciones, inundaciones y olas de calor extremos.

El año 2022, últimos datos disponibles, fue récord en eventos climáticos extremos y también en el costo de estos sucesos, que abarcaron los cinco continentes y atravesaron todos los desastres del Calentamiento Global atribuibles al Cambio Climático. La firma consultora inglesa-americana Aon plc informó[12] que las catástrofes naturales y climáticas causaron pérdidas económicas por U$S 313.000 millones. Aon plc es una consultora británica-americana que se especializa en relevar y estudiar productos que constituyen alternativas para cobertura de riesgos y mitigación, emplea 50.000 trabajadores, opera en 120 países y facturó en 2022 un total de U$S 12.480 millones. Con sede central en Londres (UK), es una compañía que cotiza en bolsa. Ver https://www.aon.com.

Perdieron la vida en estos acontecimientos trágicos un total de 31.300 personas y más de 19.000 de ellas fallecieron en Europa por las olas de calor extremo. La consultora enfatizó la necesidad de invertir en recursos que mitiguen los riesgos del Cambio Climático en todos los frentes.

Las principales conclusiones del informe sobre los acontecimientos del año 2022 son:

- Hubo 421 catástrofes notables naturales, cifra 6 % mayor que la media del siglo XXI.
- Las sequías y las olas de calor afectaron gravemente a Europa, Estados Unidos, China y otras regiones, y las indemnizaciones globales por el riesgo de sequía fueron las segundas más elevadas de la historia, con U$S 12.600 millones.
- Las pérdidas por inundaciones en Australia batieron el récord histórico al persistir las condiciones de La Niña por tercer año consecutivo y registrarse en Sydney la mayor pluviosidad anual.
- Las inundaciones monzónicas en Pakistán tuvieron un impacto humanitario de gran alcance en el país. En un resumen de la temporada de monzones de 2022, el Departamento Meteorológico de Pakistán señaló que las precipitaciones en todo el país entre julio y septiembre superaron la media en un 175%.

[12] 'Informe sobre Clima, Tiempo y Catástrofe, 2023' - World Energy Transitions Outlook 1.5º C Pathway - International Renewable Energy Agency, IRENA, Abu Dhabi, disponible en: www.irena.org/publications

- Tanto las graves condiciones de sequía como la prolongada temporada de lluvias en diferentes regiones de América Latina redujeron el rendimiento de los cultivos agrícolas en toda la región.
- La tormenta de viento Eunice fue la tormenta de viento europea individual más costosa desde 2010, con U$S 3.400 millones de dólares en pérdidas aseguradas.
- Las tormentas de granizo generalizadas en Francia contribuyeron al segundo mayor pago por catástrofes naturales registrado en el país, de U$S 7.400 millones.

En todos los casos, el IPCC (N.U.) reitera la necesidad de generar fondos para afrontar gastos de Mitigación y Adaptación y enfatiza la difícil situación actual en la que la brecha entre los recursos aportados por el mundo desarrollado y las necesidades de los países en desarrollo, que continúa sin cerrarse. Diferentes estimaciones circulan en las organizaciones públicas y en los *think tank* del rubro, pero el rango de variación de los recursos anuales requeridos para el planeta va de U$S 300.000 millones a U$S 600.000 millones.

Una síntesis de los desastres climatológicos que afectaron recursos naturales y fabricados, urbanos, rurales y costeros, permite conocer el grado de riesgo que corre la Tierra si no se cumpliera con las metas de Paris 2015 en 2050.

SEQUIAS

Sequía extrema en Europa

El verano de 2022 fue el más caluroso en Europa, según explicó El Servicio de Cambio Climático de Copernicus (C3S), de la Comisión Europea, siguiendo las mediciones de Calentamiento Global registradas desde el año 1880.

Las altas temperaturas coincidieron (en algunos estudios se planteó una situación de 'causa y consecuencia') con una sequía con pocos precedentes que redujo los niveles de agua en varios de los principales ríos europeos, por ejemplo, el Rin en Alemania, el Loira en Francia y el Po en Italia.

España no ha sido tampoco ajena a esta situación y sus reservas de aguas bajaron hasta unos niveles nunca vistos desde la gran sequía de mediados de los años noventa. Todo ello ha causado impactos económicos en la agricultura, la ganadería y la generación de energía cuyo costo fue estimado por la World Weather Attribution (WWA)[13] en U$S 22.000 millones.

[13] La WWA es una ONG organizada como Fundación, con base en Londres (UK) coordinada por el Imperial College London, que convoca a científicos de todo el mundo (i.e. Físicos, Químicos, Bioquímicos, Ingenieros, Meteorólogos, Matemáticos, etc.) para investigar fenómenos climáticos extremos propios del Calentamiento Global y su vinculación con la intensidad y probabilidad de que sean responsables de

El grupo de científicos especializados en la atribución de fenómenos extremos al Cambio Climático pertenecientes al WWA, elaboró un informe sobre el caso de la extrema sequía ocurrida no sólo en Europa sino en el Hemisferio Norte y concluyó en que este tipo de accidente climático-natural se puede dar cada 20 años, mientras que en ausencia de Cambio Climático la frecuencia se extendería a una vez cada 400 años.

Es cierto que vincular una sequía particular, localizada y limitada en tiempo, con el Cambio Climático no es simple, dado que la abundancia de agua no depende solamente de la temperatura ambiente y la lluvia, pero sí es claro que las olas de calor extremo y persistentes secan los suelos, vuelven el aire más caliente e impulsan la demanda de agua para uso consuntivo de forma permanente, agudizando los problemas que genera la sequía y la reducción de la oferta de agua potable.

Sequía extrema en África del Este

En algunas partes del este de África hubo sequía por cinco temporadas de lluvia consecutivas, entre 2020 y 2022, provocando la mayor sequía por 100 años. Los estudios de la WWA explican que el Cambio Climático hizo que este fenómeno extremo se volviera 100 veces 'más probable'. El efecto fue devastador en términos de hambre y enfermedades para unos 36 millones de personas.

Sequía en China

A pesar de haberse beneficiado con lluvias esporádicas e intensas, una parte importante de China ha sufrido en 2022 altas temperaturas y escasez de lluvias y el caudal en las cuencas de importantes cursos fluviales se redujo drásticamente, como ocurrió en el río Yangtze, el más significativo de la República Popular China, limitando el transporte fluvial y la generación de energía hidroeléctrica.

Las autoridades de la provincia de Sichuan (Suroeste chino) informaron que las fábricas de 19 de las 21 ciudades principales de la región cerraban por una semana, con el objetivo de racionar la provisión y uso de electricidad. No sólo fue un problema de producción manufacturera, sino que hubo que reemplazar la hidroelectricidad por la quema de carbón. Según la consultora británica-americana Aon, el costo de la sequía en China alcanzó a los U$S 7.600 millones.

Sequía en Brasil

impactos negativos en la sociedad. Utilizan modelos computables matemáticos y mecanismos de observación climática científicos para sus estudios.

La sequía que afectó a Brasil en 2022, vinculada al fenómeno La Niña, un evento meteorológico cíclico que afecta al sur de Sudamérica desde 2020, costó unos U$S 4.000 millones. En la misma región, en la Argentina, el costo medido por la pérdida de exportaciones solamente sumó unos U$S 10.400 millones, sólo para los productores de Soja, Maíz y Trigo.

En el caso de Brasil, los estudios del IPCC, de la IEA, de la OECD y de la organización Christian Aid, vinculan la sequía no solo a La Niña, sino a la deforestación salvaje de la Selva Amazónica.

Los efectos castigan la provisión de bienes, el comercio, el transporte fluvial, la seguridad alimentaria y, en Manaos propiamente, el abastecimiento de insumos para las fábricas de manufacturas industriales. En la ciudad de Tefe (60.000 habitantes) no se han recibido barcos con aprovisionamiento por semanas. Muchos lagos y arroyos se han secado, eliminando el acceso al río Amazonas, aislando ciudades próximas.

El bajo nivel del río Amazonas afecta a los 62 municipios que componen el Estado de Amazonia. En algunos puntos en los que el río todavía fluye el nivel de agua llega solamente a 35 centímetros. Un conjunto de 41 municipios declaró el estado de alerta y otros 3 se declararon en emergencia.

En Manaos, la capital regional y centro productivo de la Amazonia, el nivel del agua llegó en el puerto fluvial a 16,6 metros de profundidad, la cota más baja desde la sequía de 2010, cuando alcanzó los 13,6 metros.

INUNDACIONES

Inundaciones en Australia

Entre febrero y abril de 2023, buena parte del este de Australia resultó afectada también por las intensas lluvias, que llevaron a unas importantes inundaciones en el país. El balance final fueron 27 muertos, más de 60.000 desplazados y unas pérdidas de U$S 8.000 millones, según el estudio de WWA.

La inundación de Brisbane (2,6 millones de habitantes) fue la peor desde 2011, cuando el fenómeno fue caracterizado como un evento que ocurriría una vez en 100 años y sólo pasaron once. En esta ocasión se contabilizaron 2.145 casas y 2.356 oficinas y negocios como sumergidos en la inundación suburbana y otras 10.827 propiedades fueron solo parcialmente inundadas. El río Brisbane subió hasta 3,85 metros por encima del nivel de seguridad.

El Cambio Climático acelera y agrava los desastres y el Servicio de Emergencia de Queensland advirtió que las inundaciones también se producían en diferentes lugares de la Costa de Oro.

Inundaciones en Pakistán

Entre junio y octubre de 2022, Pakistán sufrió el impacto del monzón bajo una condición extremadamente intensa que inundó un 30 % de la superficie del país. Las inundaciones mataron 1,1 millones de cabezas de ganado y destruyeron los cultivos de 3,8 millones de hectáreas. Fallecieron 1.739 personas y 7 millones más tuvieron que dejar sus hogares. El informe de la WWA estima en U$S 15.000 millones los daños directos que han causado estas inundaciones, calificadas de “bíblicas” por el primer ministro de Pakistán, Shehbaz Sharif. Otra estimación del costo del daño, esta vez del Banco Mundial, lo ubica en más de U$S 30.000 millones.

Desde el comienzo de la lluvia el gobierno tuvo que declarar ‘zona de desastre’ a 72 de los 160 distritos del país.

Esta tragedia ha sido considerada por el IPCC como vinculada al Cambio Climático y asociada a la presencia de La Niña, el fenómeno oceánico basado en la existencia de temperaturas del mar más frías que lo normal en la zona este y central del Pacífico. La Niña apareció en la región en el año 2020 y se repitió por tres inviernos consecutivos en el hemisferio norte, suave las más de las veces, pero persistente, provocó las inundaciones en Pakistán.

A lo largo de los tres desplomes obligó a desplazarse y afectó a unos 33 millones de personas. La producción de algodón, uno de los *commodities* de exportación líderes se perdió en más de un 70 %. Las ciudades fueron afectadas con inundaciones y se estimó que un millón de viviendas tuvieron que ser reconstruidas. Las rutas que vinculan con Karachi desaparecieron.

Para la comunidad científica que estudia el Cambio Climático, este es un caso típico de Calentamiento Global. Es la cuarta vez que sucede un ‘triple desplome’ de La Niña desde el comienzo de los años ‘50s (siglo XX) y entre el primer desastre y el segundo transcurrieron 20 años, al igual que entre el segundo y el tercero (1998-2001) y entre este y el actual pasaron otros veinte años. Más aún, las inundaciones masivas más recientes fueron en 2010 y con características similares a esta. En ambos casos, la investigación científica denota que operó una fuerte interacción tropical - extratropical.

Los expertos climatólogos del WWA realizaron un informe de atribución de este evento y concluyeron que el cambio climático causado por el ser humano con sus emisiones de efecto invernadero “probablemente aumentó” las intensas lluvias que padeció este país. Sin embargo, si se repasa la lista de las naciones que más han contribuido al problema con sus emisiones históricas, Pakistán es responsable de apenas el 0,3% de los gases emitidos desde la Revolución Industrial, aunque está en la zona roja de los riesgos climáticos.

Mientras faltan fondos en el país para lidiar con las secuelas de las catástrofes naturales, Rehman indicó recientemente que Naciones Unidas ha recibido solo el 30 %, o 262 millones de los 816 millones de dólares, bajo el plan de respuesta a inundaciones.

Inundaciones en Sudáfrica

En abril de 2023, Sudáfrica sufrió varios días de intensas lluvias que desencadenaron inundaciones y deslizamientos de tierra. Al menos 459 personas murieron y más de 40.000 fueron desplazadas de sus hogares. El coste de los bienes asegurados superó los U$S 3.000 millones y, de nuevo, un informe del WWA apuntó al cambio climático inducido por el ser humano como impulsor del incremento de este tipo de lluvias en la región.

Inundaciones en Nigeria

Nigeria, que se extiende desde la franja del Sáhara hasta el golfo de Guinea, es uno de los países más vulnerables del mundo al cambio climático. El desierto invade sus pastos septentrionales y las lluvias irregulares y la sequía amenazan sus tierras de cultivo. El océano Atlántico sigue ganando terreno en amplias zonas a lo largo de sus 850 kilómetros de costa. Según un informe del Banco Mundial, de aquí a finales de siglo, una subida de medio metro del nivel del mar podría obligar a trasladarse a una población de entre 27 y 53 millones de nigerianos que habitan las zonas costeras.

Las devastadoras inundaciones de 2022 desplazaron a 1,4 millones de personas y provocaron la muerte de unas 650 personas, cubriendo con fallecimientos y desplazamiento a un total de 33 de los 36 Estados de Nigeria.

La ciudad ‘feliz’, como se la llamaba a Ayetoro, en las costas del sudoeste de Nigeria, en el Estado de Ondo, sufre la invasión de las aguas, paulatina y permanente, desde hace más de una década. En su tiempo de esplendor el turismo poblaba su zona y sostenía actividad industrial (vg. calzado, carpintería y madera y textiles), fomentaba la pesca y las artes.

Sin embargo, en los últimos 20 años, el aumento del nivel del mar y la intensificación de las tormentas han azotado Ayetoro. Las inundaciones recurrentes han dañado centenares de edificios —incluidas viviendas, escuelas e incluso cementerios— y han arrasado más del 50% de la ciudad, que ahora está bajo el mar. La población se ha reducido de unas 30.000 personas en 2006 a solo 5.000 en la actualidad.

Inundaciones en China

La temporada de lluvias de 2022 en China ha sido intensa y ha generado grandes inundaciones, informa Christian Aid. Según los análisis de WWA el costo directo por daños causados a la infraestructura por las tormentas que inundaron el territorio entre junio y septiembre, alcanzó a U$S 15.000 millones. El informe recuerda que el cambio climático también tiene impactos en los cambios de los patrones de lluvias y que en el

caso de China se esperan más lluvias torrenciales, que a su vez causarán más inundaciones.

TORMENTAS Y HURACANES

Tormenta 'Eunice'

La tormenta Eunice comenzó azotando a Irlanda en febrero de 2022, para avanzar sobre el territorio de Gales e Inglaterra, camino al Benelux y al norte de Francia, continuando hacia Dinamarca y Alemania donde particularmente se desplomó en la región norte y finalizando en Polonia.

Los costos directos provocados por la tormenta alcanzaron a unos U$S 4.500 millones, según la estimación de la WWA. Curiosamente, el fenómeno es conocido con diferentes nombres según el país, pero el más popular es el usado en el Reino Unido, Eunice. En total se cobró 16 vidas y desplazó más de 100.000 personas a su paso por Europa.

Huracán 'Ian'

Después de azotar la isla de Cuba, el 26 de septiembre de 2022, descargando una tormenta de Categoría 3, lo que provocó la muerte de 3 personas y la evacuación de otras 30.000, el huracán Ian se desplazó a los EEUU, pero aumentando su Categoría a 4 y llegó a Florida. En total, 130 personas fallecieron en Estados Unidos; se considera a *Ian* el segundo huracán más mortífero en este país (el primero fue *Katrina*). Además, produjo el desplazamiento de más de que 40.000 personas que fueron evacuadas.

El costo medido por daños del huracán IAN, según lo informado por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), alcanzó a U$S 112.900 millones, el tercero en términos económicos en la historia de los EEUU, detrás del huracán Katrina (2005) y el huracán Harvey (2017).

El IPCC, el grupo de expertos que sienta las bases sobre el conocimiento científico del cambio climático, advertía en su último informe de que el calentamiento global causado por el ser humano está llevando ya a que los ciclones y huracanes sean más fuertes y frecuentes en el mundo.

Huracán 'Fiona'

En septiembre, el huracán *Fiona* primero golpeó Puerto Rico, donde el 90% de la población se quedó sin electricidad. Luego avanzó hacia la República Dominicana, donde 13.000 personas fueron desplazadas y 1,2 millones tuvieron cortes de agua. Y, tras crear más problemas en varias islas del Atlántico, acabó afectando a Canadá, convirtiéndose en el ciclón tropical más intenso de la historia de ese país norteamericano.

El coste estimado de este evento, que acabó con la vida de 25 personas, supera los U$S 3.000 millones.

En Foco: El Caso de EEUU 2022

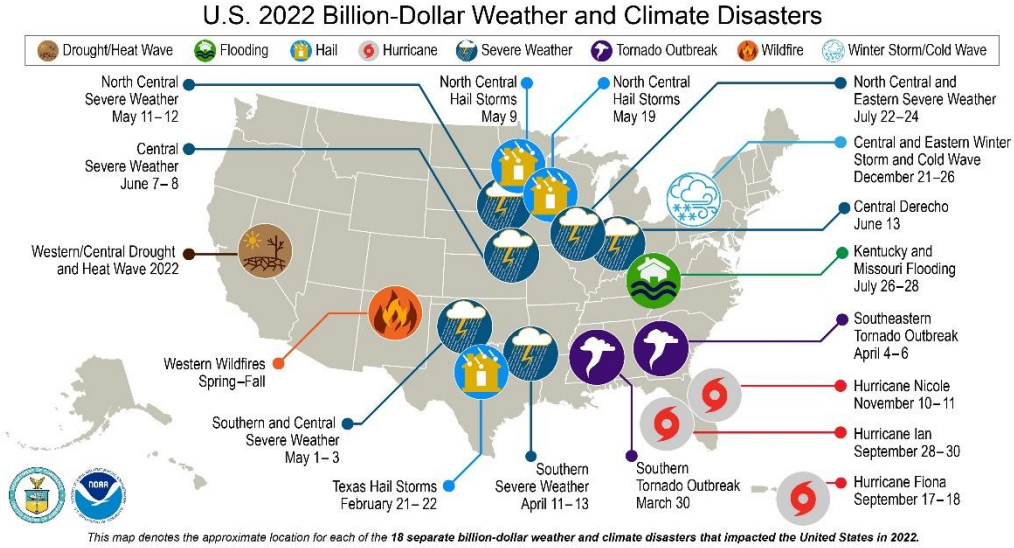
La NOAA ha inventariado (ver Ilustración 10) que en 2022 los Estados Unidos experimentaron diez y ocho (18) desastres climáticos a un costo, cada uno de ellos, superior a U$S 1.000 millones y mataron al menos 474 personas. Este número de fenómenos es tercero en un ranking de tragedias que lidera el año 2020 (22 eventos), seguido de 2021 (20 eventos).

Los fenómenos extremos fueron:

- Una tormenta de invierno y ola de frío a lo ancho del Centro y del Este del país
- Un incendio forestal en el oeste de los EEUU que incluye a Alaska
- Una sequía y ola de calor cruzando el Centro y el Oeste de los EEUU
- Una Inundación en los Estados de Missouri y Kentucky
- Dos Tornados en el sur y el sudeste de los EEUU
- Tres ciclones tropicales (Fiona, Ian y Nicole)
- Nueve eventos severos de clima y lluvias con daño a población y edificios

ILUSTRACIÓN 10

DESASTRES DEL TIEMPO Y EL CLIMA - MIL MILLONES U$S 2002



El costo estimado de este evento, que acabó con la vida de 25 personas, supera los U$S 3.000 millones.

Riesgo, Resiliencia y Cambio Climático

Planteo

Al margen de los desastres meteorológicos que más le han costado al mundo, el informe de la organización WWA recoge otra decena de eventos que también han causado numerosas víctimas humanas y daños medioambientales masivos, principalmente en los países pobres. En esa lista está, por ejemplo, la sequía devastadora que ha afectado a más de 36 millones de personas en África oriental, empujando a muchos al borde de la hambruna. También están las inundaciones vividas en África occidental, con 1,3 millones de desplazados y más de 600 muertos en Nigeria, Camerún, Malí y Níger. También los 850.000 desplazados en octubre 2023 por la tormenta tropical *Nalgae* en Filipinas y el millón de personas que tuvieron que abandonar su hogar también en octubre por el ciclón *Sitrang* en Bangladesh.

Christian Aid, una ONG que es parte de la Red de Acción por el Clima (CAN), que congrega a más de 1900 organizaciones de la sociedad civil distribuidas en 130 países y lucha contra el Cambio Climático, adhiriendo a las metas de París 2015 y sigue la línea del IPCC, que aprueba el acuerdo con el que se cerró la cumbre del clima de Sharm el Sheij (COP 27, Egipto 2022) por el que se creó el fondo de pérdidas y daños, recuerda que los países, ahora, deberán establecer cómo funciona ese mecanismo y ponerlo en marcha sin demora.

“El principio de quien contamina paga debería ser la piedra angular”, sostiene esta ONG en referencia a las naciones más ricas. António Guterres, secretario general de la ONU, también ha propuesto a los gobiernos que graven los beneficios extraordinarios que están teniendo las empresas de combustibles fósiles y que esa tasa sirva para compensar los daños de la crisis climática.

Además, entre las recomendaciones del informe está que “todos los gobiernos” inviertan “en la transición energética hacia las energías renovables” para limitar los alcances del Calentamiento Global. Pero “los países más ricos deben apoyar a los países” con menos recursos para que se puedan desarrollar sin los combustibles fósiles, al contrario de lo que han hecho las naciones occidentales.

Sistematización de la Amenaza del Cambio Climático: ‘Tipping Point’ Ambientales

El mundo ha estado sometido en 2022, con antecedentes en 2021 y consecuencias en 2023 a la concreción de diferentes *Tipping Points* ambientales.

Tipping Points (expresión de uso universal para fenómenos ambientales), de acuerdo a la definición del IPCC de Naciones Unidas, son “umbrales críticos en un sistema

ambiental que, si se exceden, pueden llevar a cambios significativos en el estado del sistema que, frecuentemente, generan cambios irreversibles".

El informe de la OECD sobre los *Tipping Points*[14] señala que algunos de los puntos de quiebre o de inflexión más importantes son el colapso de capas de hielo en el oeste de la Antártida y en Groenlandia, el derretimiento del Permafrost Ártico, el colapso de las corrientes en el Atlántico Meridional y la deforestación en la Selva del Amazonas.

El Permafrost situado en áreas circumpolares de Canadá, Alaska o Siberia, entre otras, ha actuado como sumidero de carbono durante miles de años y de descongelarse podría liberar grandes cantidades de ese gas, amplificando el problema del Calentamiento Global y contribuyendo a la elevación del nivel de los océanos. Este es señalado como un *Tipping Point* que ya está en acción desde hace años, a pesar de que la temperatura de la superficie de la Tierra estaría superando en 1ºC la de la era preindustrial.

Permafrost: Suelo permanente congelado que está debajo de una franja más delgada de vegetación y tierra, conocida como "capa activa", que se congela cuando tiene nieve o hielo encima y se descongela cuando hace más calor. Esa capa protege al Permafrost, que está compuesto de tierra, rocas, arena y materia orgánica (restos de plantas y animales), unidos por hielo y que, en conjunto, adquiere propiedades del cemento.

Una novedad que expone el informe de la OECD y debe ser motivo de alarma para los gobiernos, es que no se sostiene la creencia acumulada por las investigaciones de años anteriores, que informaban de una baja probabilidad de que los *Tipping Points* pudieran provocar una intensificación del Cambio Climático en casos de que la temperatura de la Tierra fuera tan baja como la que proclama la meta del Acuerdo de París 2015.

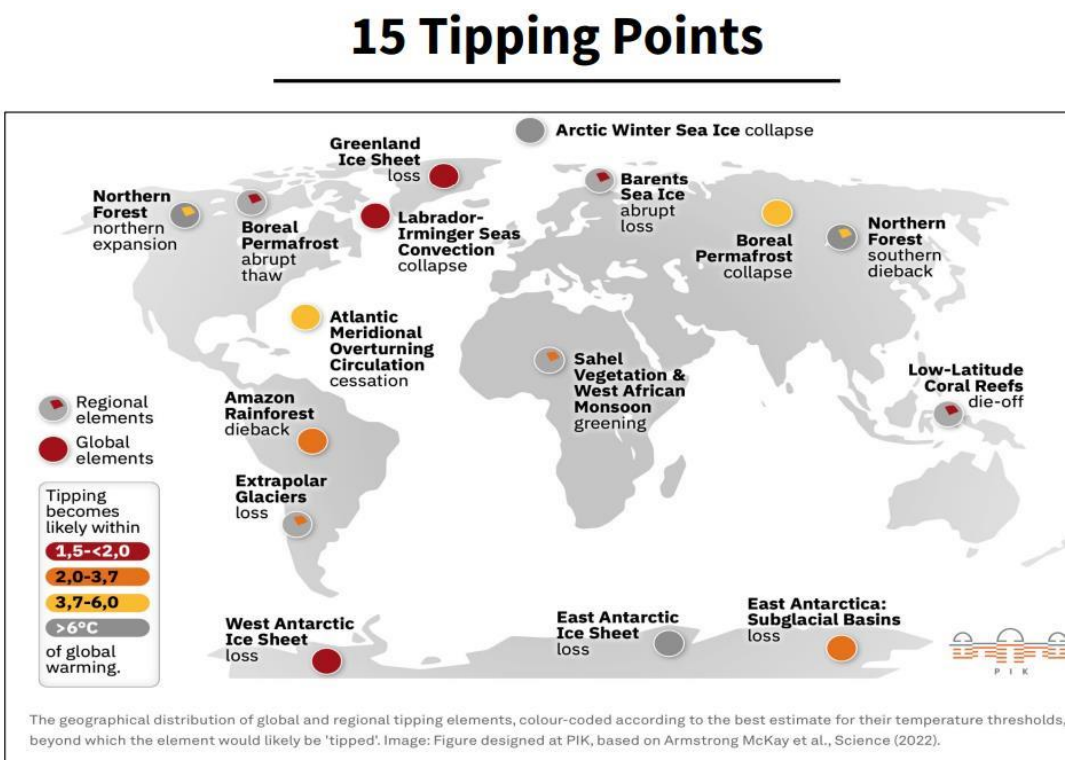
Las investigaciones actuales muestran que aún en presencia de Calentamiento Global en rangos similares a las temperaturas actuales es '**posible**' que estos *Tipping Points* impacten en la Tierra y que, para las temperaturas de las metas de Paris, es '**probable'** que realmente sucedan y afecten el planeta.

Lo más preocupante, refiere el estudio, es que "virtualmente no existen políticas globales que apunten a controlar los *Tipping Points*" y que para los cinco casos seleccionados en el estudio hay evidencia de que ya han cruzado o están a punto de cruzar el límite de aplicación de los TP si la temperatura ha crecido por encima de 1,5ºC.

La OECD focaliza el estudio en estos cinco Tipping Points, pero no ignora que hay investigaciones que suman otros fenómenos que elevan el número a 15 casos ambientales críticos.

[14] OECD - Climate Tipping Points: Insights for Effective Policy Action (2022).

ILUSTRACIÓN 11
PUNTOS DE INFLEXIÓN AMBIENTALES



Fuente - Armstrong McKay et al, Science, 2022. Note: Current global heating temperature rise 1.1C Paris agreement targets 1.5-2.0C

Mc Kay, Armstrong David I. et al (2022), “Exceeding 1.5ºC global warming could trigger multiple climate *tipping points*”, Science, Vol. 377/6611. El informe sostiene que el compromiso de alcanzar la Emisión Cero Neta para 2050 no es suficiente garantía de éxito y cumplimiento de la meta de Paris 2015. Se necesitan políticas y acciones de Mitigación en coincidencia con las metas de NDC de cada Estado Parte de las COP de Naciones Unidas y se necesita que se pongan en práctica antes del control de medio término de 2030.

Más claro, el informe concluye en que las investigaciones científicas actuales acerca de los *Tipping Points* desafían el concepto vigente con base en investigaciones históricas, de que a bajas temperaturas se reduce la probabilidad de que el planeta sea atacado por los TP y conmina a los países a diseñar y aplicar políticas que reduzcan las emisiones en esta misma década, apoyadas por NDC mejoradas, por medidas de Mitigación y también de Adaptación que apunten al Cero Neto.

Es posible que los cinco *Tipping Points* señalados por la OECD, una vez instalados en la Tierra bajo condiciones de temperatura de superficie que los habilite, no sólo crezcan en su poder de daño, sino que desaten un desarrollo cruzado con otros *Tipping Points*

que, aunque por debajo de los cinco en su vigencia, tengan un alto potencial de despliegue. Esta es la hipótesis de trabajo de los investigadores coordinados por Mc Kay.

Una sistematización de la visión presentada por Mc Kay et al en Science, organizada en un gráfico del planeta, permite obtener una impresión más potente del riesgo en que está el caso ambiental en la Tierra actualmente. Ver Ilustración 22.

Siguiendo el estudio de McKay et al y teniendo en cuenta que la temperatura actual global se sitúa en 1.1ºC y la meta de París en 1.5ºC – 2.0ºC, los *Tipping Points* con mayor probabilidad de impacto en la Tierra son: (i) Colapso de la Capa de Hielo de Groenlandia; (ii) Colapso de la Capa de Hielo del Oeste de la Antártida; (iii) Destrucción de la barrera de Coral Tropical; (iv) Deshielo abrupto del Permafrost del Norte; (v) Pérdida de hielo en el mar de Barents; (vi) Colapso de la Corriente del mar de Labrador y (vii) Pérdidas de Glaciares en Montañas.

El estudio de McKay et al explica que a una temperatura de 1.5ºC (meta de Paris), cuatro de los siete TP se transformarían de 'posibles' en 'probables' y con 2ºC los siete se considerarían 'probables'. Los científicos creen que los TP pueden instalarse en lapsos que van desde unos pocos años a centurias.

Casos de Daños en Glaciares y Permafrost: Tipping Points en Foco

(i) Investigación en la Antártida

Una investigación del Instituto Nacional de Geofísica y Vulcanología italiano INGV, con el aporte del centro GNS Science y la Universidad de Otago de Nueva Zelanda, la Universidad de Oslo de Noruega, así como las universidades italianas de la Sapienza y de Padua y el IGAG[15], verificó que el derretimiento de los hielos y específicamente la descongelación del permafrost de la Antártida, un tipo de suelo que hasta ahora permanecía permanentemente congelado, está liberando a la atmósfera grandes cantidades de gases de efecto invernadero. Estos, que permanecieron atrapados durante siglos, ahora están contribuyendo negativamente al cambio climático.

El fenómeno, que está afectando a algunas de las regiones antárticas cercanas a la costa que quedaban libres de hielo debido al clima extremo, podría extenderse a lo largo de los 24.000 kilómetros de litoral del continente y liberar miles de toneladas de dióxido de carbono enterradas, alertó el INGV.

En el área de 21,6 km2 de permafrost analizado por el estudio, situada en la mayor zona libre de hielo del continente, la región de los Valles Secos de McMurdo, se liberaron unas 15 toneladas diarias de dióxido de carbono, 448,5 en todo el periodo del verano austral.

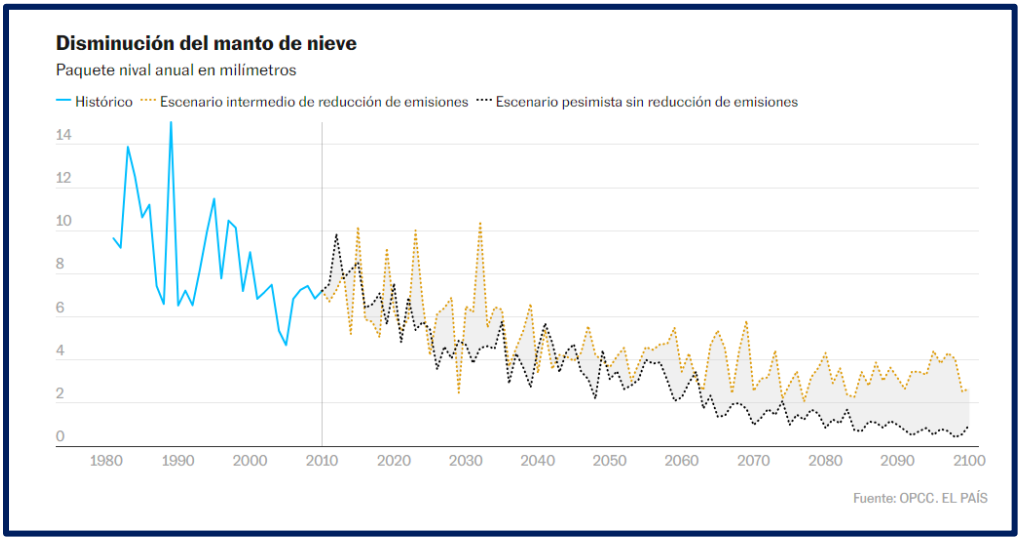
[15] Investigación sobre Efectos Cambio Climático en la Antartida – Revista Cambio Climático - Santiago de Chile – 1.2.2023

El caso “sugiere la presencia de elevadas cantidades de gases disueltos en el sistema de salmuera subsuperficial sobre presurizado bajo el permafrost”.

(ii) Impacto del Cambio Climático en el Esquí en los Pirineos

En treinta años la región experimentará temperaturas cálidas y la nieve se reducirá a la mitad y el espesor del manto de nieve también disminuirá un 50 %, efecto medido a 2.000 metros, la cota media de estas instalaciones, según informa el Diario El País (España), julio 2023. Ilustración 12.

ILUSTRACIÓN 12
REDUCCIÓN DEL MANTO DE NIEVE EN LOS PIRINEOS



Fuente – Diario El País

Según las proyecciones del Observatorio Pirenaico de Cambio Climático (OPCC), una entidad científica de cooperación entre España, Francia y Andorra perteneciente al consorcio público de la Comunidad de Trabajo de los Pirineos (CTP), en 2050 habrá un espesor de nieve un 50% menor al actual en cotas de 1.800 a 2.200 metros, franja que ocupan la mayoría de las estaciones. Y eso teniendo en cuenta un escenario intermedio de GEI en el que las emisiones alcanzarían su punto máximo en torno a 2040 para luego disminuir progresivamente (según la clasificación del IPCC, el grupo de expertos en cambio climático de la ONU).

Si el escenario fuera el más pesimista (sin reducción de emisiones), la disminución del espesor de la nieve podría llegar al 70% y ser aún mayor en las cotas bajas.

Siguiendo el OPCC, eso se traducirá en que parte de las precipitaciones pasen de caer en forma de nieve a hacerlo como lluvia, mientras que las primeras nevadas llegarán más tarde y el deshielo se producirá antes. Un ejemplo es la reducción prevista del manto nival (el volumen de nieve disponible en un lugar).

(iii) *Las Temperaturas de Superficie de los Océanos son Récord*

Las mediciones de la temperatura de la superficie de los océanos, usualmente realizadas a nivel de un metro por debajo del nivel del agua y recolectadas por tomas satelitales y controles desde buques y boyas marinas meteorológicas y oceanográficas de recolección de datos, muestran que en los primeros cinco meses de 2023 se superó la temperatura del año récord 2022, mismos cinco primeros meses, en un 8 % del nivel medio; a su vez, la temperatura mensual media de los cinco primeros meses de 2023 superó en un 10 % a la media de 2012-2021 y en un 40 % al promedio 1982-2011[16]. (

Los océanos han absorbido (efecto 'esponja') aproximadamente el 90 % del calor excedente generado por los GEI durante las últimas décadas, provocando un aumento paulatino de la temperatura de los mares, volviéndose más ácido y menos oxigenado. En 2023, para el mes de abril, las mediciones alcanzaron a 21,1º C, medio grado de calor por encima del promedio de 1982 a 2011, según el Informe sobre el Estado del Océano (OSR), del Servicio Marino Copernicus, responsable de relevar el estado del océano azul (físico), blanco (hielo marino) y verde (biogeoquímico) a escala regional y mundial.

La temperatura de la superficie de los mares está intervenida por la 'Oscilación Sur El Niño' (ENSO), un fenómeno natural. Según los estudios de la NOAA, con La Niña activa las temperaturas tienen a disminuir porque en ese tiempo el calor se deposita en las capas profundas del mar y cuando La Niña va terminando, una parte de ese calor sube a superficie. Por esto, la NOAA supone que al retirarse La Niña se posibilitó que la superficie se caliente.

Con la llegada de El Niño en el invierno 2023, la temperatura del mar en superficie vuelve a subir, sumándose a la que dejó La Niña. En esto coinciden el Servicio Nacional Meteorológico USA y científicos de la Met Office de Gran Bretaña. Cualquiera sea la razón por la que el océano en el hemisferio sur registra mayor calor en superficie, lo importante es que esto ocurre.

Cuando esto sucede, se impulsa el derretimiento de capas de hielo, blanqueo de corales, tormentas marinas y niveles más altos en los mares. Los mares más calientes absorben menos calor y menos Dióxido de Carbono (CO2) lo que acelera el Calentamiento Global. Importante, los efectos negativos de océanos con más temperatura también afectan la Tierra.

Las imágenes satelitales muestran que el océano en zona Antártida tiene menos hielo que lo que muestran los registros históricos, según las mediciones anteriores a julio 2023. El 24 de julio de 2023 el área cubierta por hielo, una vez y media la superficie de los EEUU, era casi 10 % más chica que en julio de 2019 lo que significa haber perdido un

[16] Ver el semanario económico-político The Economist – Inglaterra, 5.5.2023 y el diario La Nación - Argentina, 27.10.2023).

tamaño similar a la superficie de México y casi un 20 % menor que el área promedio de capa helada de 1991 a 2020.

El informe del OSR destaca que el hielo marino antártico se redujo drásticamente y que las mediciones de mayo y junio de 2023 señalan que perdió un área de un tamaño siete veces más grande que la superficie de Polonia (2,2 millones Km2).

También da cuenta el reporte del OSR que el hielo marino del Ártico perdió un área de 3,5 millones de Km2 desde 1979, un tamaño 7 veces mayor que la superficie de España.

Como sostiene el informe del OSR, "El océano desempeña un papel vital en la regulación del clima de la Tierra. Actúa como un enorme disipador de calor, absorbiendo y almacenando grandes cantidades de calor excedente acumulado en el sistema terrestre por las actividades humanas. Absorbe cantidades significativas de carbono antropogénico a través de procesos físicos y biológicos, lo que ayuda a 'mitigar' el Cambio Climático al reducir la concentración de GEI en la atmósfera".

(iv) *Los Glaciares del Himalaya podrían desaparecer en el siglo XXI*

El hielo de las montañas más altas del mundo está desapareciendo y mucho más rápido de lo que se pensaba. Un nuevo descubrimiento anticipa que los glaciares en la región montañosa del Hindu Kush Himalaya, en Asia, se derritieron un 65% más rápido entre 2010 y 2019, en comparación con la década anterior. A este ritmo, se estima que podrían perder el 80% de su volumen total antes de 2100[17].

El Centro Internacional para el Desarrollo Integrado de las Montañas, con sede en Katmandú (Nepal), advirtió que el derretimiento de los glaciares podría afectar a unos 2.000 millones de habitantes de la región.

El hielo y la nieve en las cadenas montañosas del Hindu Kush Himalaya son una fuente fundamental de agua dulce, ya que nutren un conjunto de 12 ríos que fluyen a través de 16 países de Asia.

La región Hindu Kush-Himalayan (HKH) comprende un área de montañas de ocho países: Afganistan, Bangladesh, Bhutan, China, India, Myanmar, Nepal y Pakistán. Cubre un área de 800 Km de longitud al oeste del Himalaya, en el centro y el sur de Asia. En este espacio se ubican picos de nieves eternas de altitud récord: Mt. Everest en Nepal con 8.850 mts sobre el nivel del mar; K2 en Pakistán y China con 8.611 mts y otros 30 picos que superan los 7.620 mts.

Los estudios evaluaron la incidencia del Cambio Climático en los recursos naturales de esta región y el impacto en la población. Apoyados en investigaciones anteriores que mostraron la reducción de la dimensión de la criosfera (zonas cubiertas por nieve y hielo) y alarmaron al proclamar que el Monte Everest perdió 2000 años de hielo en los últimos

[17] Juan Carlos Figueroa, Hipertextual, 21.6.2023.

30 años y concluyeron en que el complejo HKH está siendo dañado por el Calentamiento Global provocado por la quema de combustibles fósiles.

(v) Contundente: Los Glaciares de los Alpes Europeos También

El informe publicado por la Organización Meteorológica Mundial y el Servicio de Cambio Climático Copérnico de la Unión Europea, “European State of the Climate 2022”, advierten, además, de una pérdida significativa en los glaciares de los Alpes europeos en 2022, otro de los diversos síntomas de los impactos negativos del Calentamiento Global en el viejo continente.

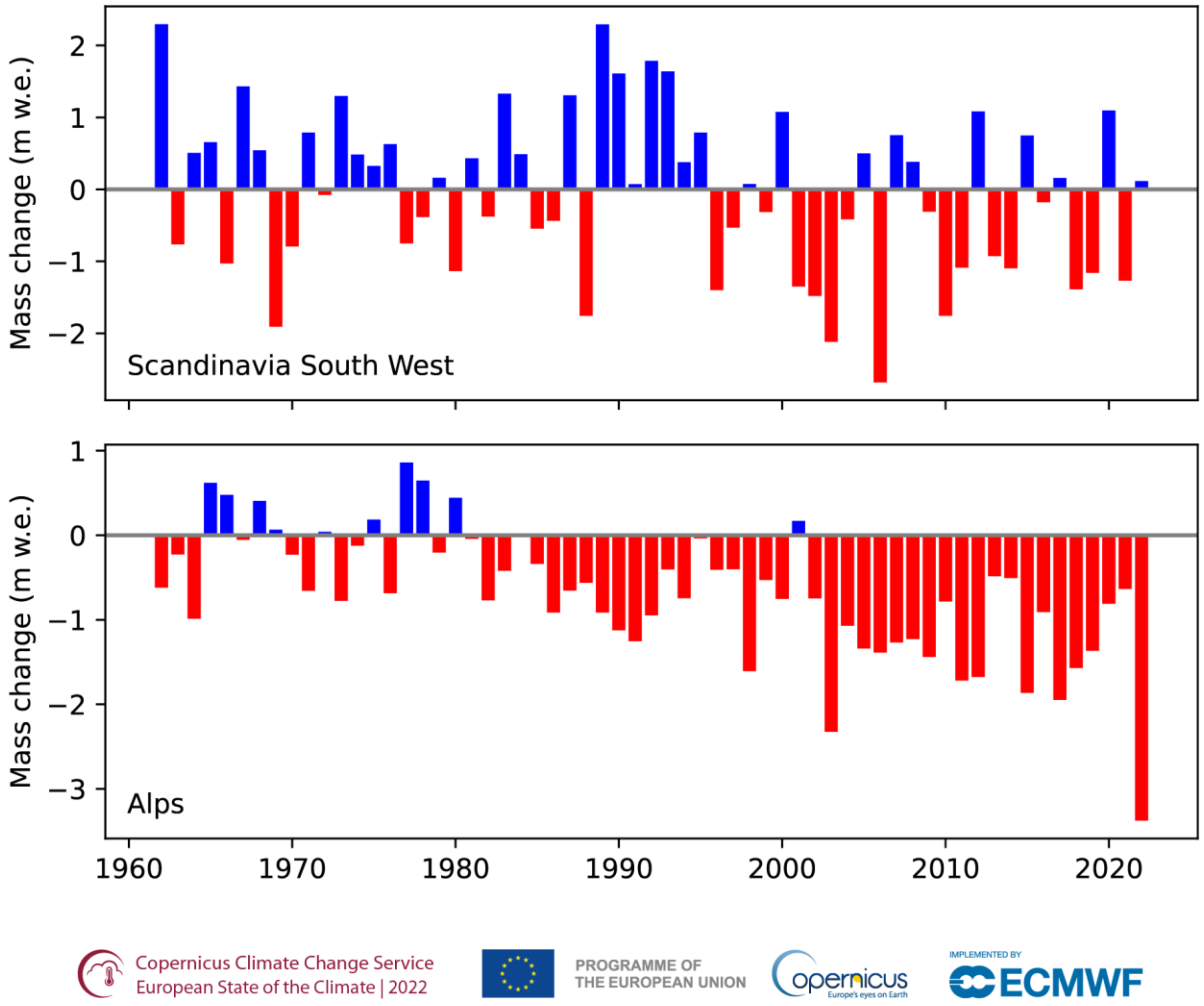
El deterioro derivado del Cambio Climático opera sobre la criosfera, espacio que comprende todas las partes del sistema Tierra donde el agua adopta la forma sólida, incluyendo capas de hielo, glaciares, coberturas de nieve, permafrost y hielo marítimo. El enfoque del estudio se centró en analizar la cobertura de nieve y los glaciares en toda Europa.

Los hallazgos que destaca el informe, en síntesis, son:

- Un invierno con grandes déficits de nieve seguidos de un verano excepcionalmente cálido, resultaron en una pérdida de hielo en los glaciares de los Alpes, equivalente a la pérdida de profundidad en la capa de hielo de más de 3,5 metros.
- La mayor parte de Europa experimentó un invierno con menos días de nieve que el promedio; hasta 20 días menos en las áreas mayores y hasta 50 días menos en algunas localizaciones.
- La falta de nieve al comienzo del año 2022 contribuyó a crear condiciones de sequía y a exacerbar el derretimiento de los glaciares.
- En todas las regiones de Europa, excepto en el sudoeste de Escandinavia, se verificó una pérdida de masas de hielo y glaciares.

La Ilustración 13, que presenta la evolución del deterioro de la criosfera y su impacto en la formación de hielo y nieve en Europa, muestra en el gráfico superior la variación en la masa de hielo de los glaciares, medida en ‘metros de agua equivalente’ (m.w.e.), en el sudoeste de Escandinavia y lo mismo en el gráfico inferior correspondiente a los Alpes Europeos, para el período 1962 a 2022. La medida (m.w.e) se obtiene para un glaciar representativo de 1000 kg/m3 de ancho y una densidad de hielo de 1.1 m de profundidad. Las barras azules indican incrementos de la masa de hielo y las barras coloradas muestran pérdidas de hielo. El eje vertical mide los cambios en la masa de glaciar (m.w.e.) y el eje horizontal indica los años del período.

ILUSTRACIÓN 13



Fuente – WGMS 2022 en base a observaciones de 'Recursos de Agua de Noruega', del 'Directorio de Energía' y de 'Monitoreo de Glaciares de Suiza'. La publicación es de Copernicus – UE.
Los textos de la Nota y la Fuente resultan de una traducción del texto original, hecha por los autores.

Un glaciar es una gruesa masa de hielo que se origina en la superficie terrestre por acumulación, compactación y recristalización de la nieve, mostrando evidencias de flujo en el pasado o en la actualidad que se extienden por cientos de años. El agua líquida de los glaciares puede provenir de dos fuentes: de la fusión de nieve o hielo. Su existencia es posible cuando la precipitación anual de nieve supera la evaporada en verano, por lo cual la mayoría se encuentra en zonas cercanas a los polos, aunque existen también en montañas. Y por supuesto forma parte del ciclo del agua. Los glaciares del mundo acumulan más del 75 por ciento del agua dulce de la Tierra y son un elemento imprescindible dentro del ciclo hidrológico. Una masa de agua líquida de los glaciares en

una capa de hielo que se sitúa en tierra con una extensión de 50.000 Km2, equivalente al 10 % de España o el total de Eslovaquia.

Los últimos ocho años han sido los más calurosos registrados, según una alerta de la Organización Meteorológica Mundial publicada en enero de 2023. La temperatura media mundial se sitúa alrededor de los 1,2 °C por encima de los niveles preindustriales de referencia. La comunidad científica ha alertado que el umbral de 1,5 °C podría superarse en 2027.

(vi) El Cambio Climático está Afectando el Comercio Global

Un informe del Fondo Monetario Internacional (noviembre 2023) alerta sobre el impacto de la sequía en Panamá con relación al transporte naviero y el desarrollo normal del comercio internacional.

Todo deviene de la falta de lluvias sobre el lago Gatún que alimenta el Canal de Panamá que perdió en los primeros once meses del año 2023 un total de 15 millones de toneladas de agua. Esto provocó una demora en el tránsito de navíos de seis días.

Además de Panamá, los puertos de Nicaragua, Ecuador, Perú, El Salvador y Jamaica, sufrieron la misma restricción. En total, esta falta de agua afectó entre un 10 % y un 25 % del comercio naviero.

Asimismo, lugares lejanos como Asia, Europa y Norte América, padecen restricciones de nivel de agua, siempre debido a la extensión de la sequía. Distintos canales han visto reducir el pasaje de buques de un total de 36 por día a otro de 18 buques.

CAPÍTULO III

TRANSICIÓN ENERGÉTICA: ACTUALIDAD; HOJA DE RUTA AL CERO NETO Y LA REALIDAD AMBIENTAL EN 2023-2024

Planteo

El estado del Calentamiento Global a comienzos de 2024 es crítico. Los análisis científicos indican que las emisiones de GEI en el año 2030 tienen que ser 45 % inferiores que las registradas en el año 2010, para garantizar el curso hacia el objetivo de 'Cero Neto' en 2050. Este es el umbral crítico. Los datos actuales no son alentadores: la brecha no sólo no se está reduciendo, sino que está aumentando.

La solución es afrontar el camino de una 'transición energética', proceso que consiste en la transformación del sistema de generación de energía basado en el

uso de combustibles fósiles (i.e. carbón, petróleo y gas natural) que domina la matriz energética primaria actual, en otro sistema fundado básicamente en el uso de fuentes de energía de 'cero carbono'.

Se trata de un camino de escala global que conduzca a la mitigación del Cambio Climático, es decir a una reducción drástica del Calentamiento Global en línea con las metas del Acuerdo de París (COP 21, 2015) de limitar la temperatura de la superficie de la Tierra a 1.5º C por encima de los niveles que regían en la era pre-industrial.

La descarbonización de la energía requiere eliminar o reducir drásticamente las emisiones de Dióxido de Carbono (CO2), de gas Metano (CH4) y de otros gases de efecto invernadero (GEI). Las inversiones en 'Mitigación' y 'Adaptación' son necesarias como marco y complemento de las políticas de reducción del uso de combustibles fósiles, para el logro de las metas de Paris. La quema de combustibles generadores de GEI debe ser reemplazada por energías limpias, i.e. Renovables (solar, eólica, entre otras), hidráulica, biomasa, hidrógeno. 'Mitigación y Adaptación', por sí solas no son herramientas suficientes.

El 8 de febrero de 2024, el Servicio de Cambio Climático Copernicus de la Unión Europea informó que entre el 1 de febrero de 2023 y el 31 de enero de 2024, la temperatura media de la superficie de la Tierra se ubicó, en promedio, en 1.52º C por encima de los niveles preindustriales.

Este hecho indica que para sostener la meta de temperatura de la Tierra por debajo de 1.5º C con respecto a la temperatura de los años 1750/1800, como máximo un posible de lograr en el año 2050, las emisiones deben comenzar a reducirse de inmediato.

Tal como informa IRENA[18], la condición impuesta por el IPCC de Naciones Unidas requiere que para asegurar la meta de Paris 2015 el uso de carbón y petróleo ya debería haber alcanzado un máximo (i.e. un pico) y el gas natural tendría que tocar su máximo (i.e. pico) en 2025. Estos objetivos no se han concretado, aunque seguramente se podrían obtener en 2030 en la medida que se reduzca la línea de tendencia de contaminación del CO2 tal que, efectivamente, las emisiones caigan en un 45 % con relación al nivel de 2010. Tecnología y recursos están disponibles para ser aplicados ya mismo en procura de consolidar el objetivo de 'Cero Neto' en 2050.

Una 'transición energética' accesible y sostenible hacia la meta del Acuerdo de París debe garantizar mantener la temperatura por debajo de los 1.5º C. En el año 2024, según informes del IPCC, la temperatura osciló en torno a un 1.2º C en comparación con la de los años preindustriales y las emisiones GEI globales no han alcanzado aún su máximo.

[18] Informe sobre Clima, Tiempo y Catástrofe - World Energy Transitions Outlook 1.5º C Pathway - International Renewable Energy Agency, IRENA, Abu Dhabi, disponible en: www.irena.org/publications.

La Agencia Internacional de Energía ha estudiado distintos escenarios de evolución a 2030, 2050 y 2100 para (i) la producción y consumo de los energéticos sólidos, líquidos y gaseosos, los 'tradicionales' y los modernos-tecnológicos, los que contaminan poco y los contaminadores; (ii) sus efectos en cuanto a emisiones de GEI; (iii) la concentración atmosférica de los Gases de Efecto Invernadero y (iv) diferentes mecanismos de mitigación de los GEI.

Uno de los escenarios es el desplegado a partir de mantener el funcionamiento en condiciones BAU (*Business As Usual*, STEPS en la denominación del IEA), en cuanto al *mix* de combustibles y energía para todo destino y uso en las actividades de los humanos en la Tierra. En ese escenario la temperatura de la Tierra en 2050 será de 1.9º C y trepará a 2.4º C en 2100, superando el límite de las metas del Acuerdo de París.

Un segundo modelo presentado por IEA como 'Escenario de Compromisos Anunciados' (i.e. las NDC informadas por los países) da cuenta que la temperatura de la Tierra subirá a 1,7º C en 2100, ubicando el Calentamiento Climático en el medio de los extremos definidos por la COP 21 (París, 2015). Este escenario no ha sido considerado como 'razonablemente posible' porque la revisión del grado de cumplimiento de las políticas y la puesta en disponibilidad de instrumentos suficientes, muestran un alto grado de divergencia entre lo presentado como NDC y los resultados efectivos alcanzados, siendo estos superiores a los compromisos, por otra parte, un acto voluntario de los gobiernos.

El tercer planteo, presentado con detalle, es el llamado 'Escenario de Cero Neto', es decir el que cumple con las metas de la COP 21, en el que la temperatura de la Tierra alcanzará un máximo (i.e. pico) en 2050 y declinará hasta un 1.4º C en 2100, un límite menor que la cota más exigente de temperatura de la Tierra.

Cambio Climático y la Energía en el Mundo: la Transición Energética

Nunca antes el escenario global para una 'transición energética' positiva estuvo tan abierto y disponible: (i) El costo de las energías renovables ha venido cayendo y la inversión se ha vuelto competitiva comparada con la energía térmica, la que proviene de quemar Fósiles; (ii) también se ha desarrollado la manufactura de uso final de las energías y la oferta de 'renovables' para su instalación en industrias, transporte, edificios y familias y (iii) se ha conformado en el planeta un consenso acerca de que la 'transición' está a la mano y los gobiernos, las ONGs y hasta la industria propia reconocen que la energía limpia está disponible, tal como mostró la concurrencia y el consenso obtenido en diciembre ppdo. en la COP 28 de Abu Dabi.

No obstante, el tiempo de actuar para limitar la producción y el uso de combustibles fósiles es 'ahora'. Las emisiones de CO2 crecieron, en promedio, un 1.3 % anual entre 2014 y 2019 (IRENA, Nota a pie de página número 16).

No solo se requiere limitar el consumo de Fósiles, sino aumentar la 'eficiencia energética' a una tasa tal que en 2030 sea el doble de la actual. En la COP 28, los países suscribieron el Compromiso Global de Renovables y Eficiencia Energética, responsabilizándose que trabajarían en conjunto para duplicar la tasa global media anual de eficiencia energética, llevándola a más de 4 % entre 2024 y 2030, haciendo de este objetivo el centro de las decisiones de política energética, de la planificación y de las grandes inversiones necesarias, según informa IRENA (ver Nota a pie de página número 16) a partir de los informes del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP).

El objetivo es mejorar el resultado productivo de la intensidad energética global, es decir el volumen de energía que se requiere para producir una unidad de Producto Bruto Interno (PBI). Según la Agencia Internacional de la Energía (IEA), la 'intensidad energética' se calcula para la oferta de energía primaria, la que toma en cuenta el uso general y también el consumo de la propia industria que produce la energía y se mide en MJ (mega Joules, o sea un millón de Joules), con relación al PBI ppp a precios constantes. La medición en 'ppp', es decir precios de paridad del poder adquisitivo, permite la comparación entre valores de diferentes países, para un mismo momento en el tiempo.

La Tabla 1 muestra que actualmente los Fósiles dominan la estructura de uso de energía total con más del 80 % del aporte de energéticos y es de allí de donde parten las emisiones de Dióxido de Carbono (CO2) que explican, aproximadamente, dos tercios de los GEI acumulados en la atmósfera. Este punto de partida para el Escenario de 'Cero Neto' mostrado por los datos del año 2022 señala que todo está por hacerse aún, en términos de la 'transición energética'.

El consumo del subtotal Fósiles para cada uno de los años es: 81,79 % en 2022; fue un 85,12 % en 2015, el año de la COP París y era de 85,61 % en el año 1995, justo cuando se produjo la primera COP de las Naciones Unidas.

Entre 1995 y 2015, una década en la que fue confirmándose que el Calentamiento Global provocado por la quema de combustibles fósiles era una tragedia global, el peso de los Fósiles en la matriz energética del Planeta sólo se redujo en 4,0 % en siete años, una disminución no significativa para el reclamo que la emergencia ambiental plantea, no hubo un cambió con la profundidad que el tránsito a las metas de Paris reclama.

Además, hay que tomar en cuenta que el total de energía primaria consumida fue aumentando de año en año, incrementando la 'intensidad energética', hecho que implica más volumen de emisiones, en valor absoluto, depositado en la atmósfera. En concreto y para los años de la Tabla 1, el 'consumo de energía primaria', pasó de 364 EJ en 1995 a 547 EJ en 2015 (tasa anual acumulada media de aumento = 2.05 %) y subió a 604 EJ en 2022 (tasa anual acumulada media de aumento entre los dos últimos años = 1,42 %). A pesar de la mejora que significa para el Calentamiento Global que en el período 2015/2022 el uso de energéticos disminuyó su tasa de crecimiento acumulado anual

medio, los datos de Banco Mundial de 'intensidad energética' (i.e. oferta de energéticos dividida el PBI ppp, a precios constantes) un *proxy* de 'eficiencia energética', se mantuvo en niveles altos, pasando de un ratio de 4,8 (2015) a otro de 4,6 (2022).

TABLA 1
Consumo de Energía Primaria Global por Fuente de Energía
En % del Total de Consumo – Datos en Terawatts-hora

Energías	**1995**	**2015**	**2022**
	Primera COP	**COP 21 Paris**	**COP 27 Egipto**
Solar, Eólica, Biocombustibles	0,15	2,52	6,04
Hidro	7,27	6,87	6,73
Nuclear	6,52	4,38	3,99
Biomasa y Otros Renovables	0,45	1,11	1,45
Subtotal Renovables	14,39	14,88	18,21
Petróleo	39,04	33,52	31,57
Carbón	25,69	28,72	26,73
Gas	20,88	22,88	23,49
Subtotal Fósiles	85,60	85,12	81,79
Total	100	100	100

Fuente – Autores, sobre datos del Energy Institute – Statistical Review of World Energy 2023

Para poner estos datos en contexto hay que comparar con la 'intensidad' de China en 2022 (3,60) y de EEUU con 4,21, los dos mayores contaminadores del planeta y, también, recordar que la recomendación consensuada en la COP 28 (Dubai) fue instalar una 'intensidad energética' global de 4.

Si el foco del análisis se posa en las emisiones de CO2 (millones de toneladas) y su relación con el Consumo de Energía Primaria (Exajoules-EJ) entre 2022 (COP 27) y 2015 (COP 21) resulta que el aumento de CO2 en ese período septenal fue de 4,88 % y el incremento del Consumo fue de 10,42 %. Es decir que hubo un crecimiento de la 'eficiencia energética', el mundo obtuvo más rendimiento en valor agregado por unidad de energía utilizada. Un dato positivo.

Este resultado fue un aporte en la dirección de mejorar el combate al Cambio Climático y sin embargo la tasa acumulada anual media de 1,42 % de mejora en el consumo de energía primaria, no acerca al planeta a la meta de Paris.

Efectivamente, si esta tasa de 'eficiencia energética' se mantuviera en una rotación de otros cuatro lapsos de siete años, se arribaría en 2050 a una relación 'Emisiones de CO2/Consumo de Energía Primaria' de 46,34 millones de toneladas de CO2 emitido a la atmósfera por Exajoule consumido de energía. En 2015 este coeficiente era de 59,9 CO2/EJ y en 2022 fue de 56,9 CO2 por EJ. La disminución (- 18,6 % entre 2022 y 2050) es importante, pero no es suficiente.

Este resultado impulsó el reclamo de la COP 28 en diciembre de 2023, consenso unánime, sobre las indicaciones del IPCC de reducir drásticamente las emisiones y el reclamo de que esta disminución debe comenzar desde ahora y, específicamente, con una meta cuantitativa significativa para el año 2030. La COP 28 también ha instruido a los Estados Parte a presentar en 2025 nuevas NDC más comprometidas con la lucha contra el Cambio Climático que las anteriores y con metas a cumplir en 2035.

La insistencia en casi todas las presentaciones oficiales en la COP 28 de actuar activamente para controlar el Cambio Climático desde ahora, abreva en la experiencia acumulada en la marcha hacia las metas de la COP 21 que demoró veinte años en concretar metas de protección de la Tierra desde la primera COP DE 1995.

Efectivamente, fue la COP 21 de París 2015 la que generó el punto de inflexión en la consideración de la política internacional sobre la perversidad del Cambio Climático. Un dato para tener presente es que el Acuerdo de París, con sus metas sobre temperatura de la superficie de la Tierra en 2050 fue y así continúa, propio del ámbito voluntario. El mayor problema global de la humanidad carece de un organismo global que intervenga en su regulación.

No obstante, entre 2015 y 2022, la participación de los combustibles fósiles en la matriz energética cayó un 4,0 % entre puntas. Si este ritmo de disminución de Fósiles en la energía global se sostuviera, en 2050 debería haber disminuido la participación a un 65,79 %, muy por encima del 75 % que se requeriría si el *Phase Down* del Gas Natural fuera aceptado, por ejemplo, en 25 % del uso global de energías o del 80 % si el porcentaje tolerado de Gas Natural fuera del 20 % del total de energéticos consumidos.

Cabe señalar que en la COP 28 (Dubai) se modificó una propuesta inicial de imponer un *phase out* de combustibles fósiles para 2050 por un más flexible *phase down* (ver Capítulo IV) y se mencionó que el ‘fósil de la transición’ podría ser el gas natural e inclusive se arriesgaron porcentajes de participación del gas en la matriz energética primaria global que oscilaban entre 20 % y 24 % del total de energéticos.

Este simple ejercicio aritmético, basado en un escenario de ‘negocios como el actual’ (i.e. *Business as Usual*-BAU), indica que se necesitan medidas de recorte mucho más intensas en el uso de Fósiles que la resultante del mero paso del tiempo, caso en que solo operarían acciones de ajustes menores por parte de la industria petrolera en la oferta de combustibles. Además de ajustes, es imprescindible que la caída en la oferta de carbón y de petróleo, principalmente, comience de inmediato. De aquí que el nuevo escenario de NDC que los países deben presentar en 2025 con metas a 2035 tiene que ser drástico en el recorte de Fósiles. Aún más, según el IPCC y el consenso en la COP 28, las metas de 2030 también deben cumplirse.

El informe del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente emitido en septiembre de 2023, sobre Brecha de Emisiones advierte, textual, que “Lo que más preocupación genera es que, hoy por hoy, ninguno de los miembros del G20 limita sus

emisiones a un ritmo que concuerde con las metas de cero emisiones netas que se ha marcado".

El mismo informe, en el que se despliegan varios escenarios de políticas y su cumplimiento, compatibles con la reducción necesaria de las emisiones de GEI, afirma que "La probabilidad de que consigamos limitar el Calentamiento Global a 1,5º C es de tan solo el 14 % hasta en la situación hipotética más optimista que se contempla en el presente informe. Los demás escenarios dejan la puerta abierta a la posibilidad nada desdeñable de que el Calentamiento Global rebase los 2º C e incluso los 3º C" (sic).

Los informes técnicos de la industria energética sugieren que la participación de Biomasa, Residuos y Otros Renovables, los Tradicionales, difícilmente crezcan y algo similar ocurriría con la Hidroelectricidad. El impulso a la energía nuclear va a depender de factores que lindan con la seguridad. Por lo tanto, el reemplazo de Fósiles por Renovables deberá concentrarse en los Renovables Tecnológicos, es decir la energía Solar, Eólica y de Biocombustibles (líquidos, sólidos y gaseosos).

Además, siguiendo los consensos totales y parciales del cierre de la COP 28 (ver Capítulo IV para los detalles), se ha abierto la posibilidad (no la probabilidad) de que el *Phase Down* para Fósiles, incluido como objetivo en las conclusiones de la COP 28, se transforme en *Phase Out* para el Carbón, dependiendo de la decisión de la República Popular China, dado el peso que este combustible tiene en su matriz energética primaria esencialmente, a la que podrían sumarse la India y quizás los EEUU, dependiendo en este caso de quiénes asuman el próximo gobierno. Está abierto el caso del *phase out* del Carbón. La idea desplegada en la COP 28 predominante en los países no carboníferos, es que el Carbón finalice al menos en 2035. Para el caso del Petróleo, el espíritu de Dubai pareció inclinarse a un *Phase Out* en 2050, con declinación tipo *Phase Down* desde ahora mismo. El caso Fósiles cierra con la visión sobre el uso del Gas Natural en la energía global y para este energético se abrió la posibilidad de que se lo considerara, como ya se mencionó, el 'Fósil de la Transición Energética'.

En el marco de las discusiones en la COP 28 y las posiciones de los principales países contaminadores, surgió una presentación de la OPEP, otra de Arabia Saudita, una tercera de la Industria de Combustibles Fósiles y varias por parte de industriales manufactureros relevantes, como la automotriz Toyota y productores de Acero y Aluminio del mundo desarrollado, además de un número importante de países en vías de desarrollo que dependen de los Recursos Naturales (Fósiles) para recaudar fondos para su desarrollo económico, que manifestaron adherir a este concepto de 'Fósil para la Transición'

La realidad que muestra la Tabla 1 de Consumo de Energía Primaria Global en 2022 es que Carbón (32,7 % de los Fósiles), Petróleo (38,6 % de los Fósiles) y Gas Natural (28,6 % de los Fósiles), explican el 84,94 % de los combustibles totales gastados para generar la energía que 'usan' la generación de Energía Eléctrica, el mayor usuario, la Industria, el Transporte, los Edificios y Resto de Actividades (vg. Ruralidad, Minería). Una 'transición energética' a, por ejemplo, un 20 % de Fósiles en la matriz global primaria de 2050 sugiere un camino largo y complejo para recorrer, sobre todo tomando en cuenta que China, el mayor contaminador actual, los EEUU y la misma Unión Europea más la India, el segundo país por población del mundo, presentan las NDC reclamadas por las Naciones Unidas, pero definen sus políticas concretas en función de su autonomía política. No hay autoridad global para este problema del Cambio Climático que afecta a la totalidad del planeta y la cooperación internacional está fragmentada por la geopolítica.

El *stocktaking* de la COP 28, con nuevos NDC a 2035 a comprometer por los Estados Parte, debe reflejar aumentos en las inversiones de Renovables, Biocombustibles, Solar y Eólica muy por encima de Gas Natural y tanto Carbón como Petróleo deberían parar ya mismo de invertir en exploración y explotación y, por ende, debería cesar toda actividad de M&A (Fusiones y Adquisiciones) en el sector a nivel global.

Al menos dos problemas acechan en el camino al Cero Neto. Uno es que las M&A están a la orden del día en Gas y Petróleo y a la vez las inversiones en Carbón para EE y Petróleo – Gas, están aumentando. El otro es que, para desarrollar mucho más intensamente las energías limpias, se estarían necesitando inversiones mayúsculas sostenidas en el tiempo en todo el planeta y aplicadas desde este mismo momento.

Según la Agencia Internacional de Energía (IEA) se requeriría una inversión anual en el sector energético global de entre U$S 5 trillones (notación de los EEUU) y U$S 7 trillones (idem), comparado con la cifra actual de inversiones anuales que se ubica en U$S 2 billones. Cabe notar que el requerimiento de financiamiento para atender las necesidades de los países emergentes y en desarrollo, presentado en el *Global Stocktake* de la COP 28 es aún superior a estas cifras.

La Agencia Internacional de Energía (IEA, Europa) suma algunas noticias positivas[19], por ejemplo, informa que la capacidad instalada de generación de energía eléctrica 'Renovable' global durante lo que va del siglo XXI, se expandió a una tasa superior a cualquier otro tiempo histórico y que de mantenerse el ritmo es muy posible que se pueda triplicar la potencia de 'Renovables' de 2022 para el año 2030, meta establecida en la COP 28 compatible con el Acuerdo de Paris 2015.

[19] Energy Mix – IEA - 22.1.2024.

El incremento en capacidad de ‘Renovables’ alcanzado al año 2023, un 50 % sobre los primeros años del siglo XXI, permitió llegar a 510 GW (gigawatts) de Potencia y un 75 % del aumento (aproximadamente 250 GW) proviene de la energía solar fotovoltaica (PV). Este crecimiento es atribuible básicamente a China, que invirtió en 2023 un stock de solar PV similar al monto que el mundo entero instaló en 2022.

El estudio del IAE informa que la energía ‘Renovable’ puede trepar a 7.300 GW de Potencia instalados entre los años 2023 y 2028, de los que el 95 % responden a inversiones en solar PV y eólica. Al ritmo actual, reconoce el IAE, la capacidad de ‘Renovables’ en 2030 habría crecido algo menos de dos veces y media sobre la potencia instalada en 2022, quedando corto con relación al objetivo de la COP 28.

Hasta aquí sólo se ha hablado de la emisión de CO2 proveniente del uso de combustibles fósiles, pero también hay que focalizarse en la reducción drástica de las emisiones de gas de metano proveniente del uso del petróleo y el gas natural en la industria, del Metano proveniente de los rellenos de residuos sólidos y de algunos procesos agrícolas.

La Hoja de Ruta para el Cero Neto en 2050

Planteo

La propuesta de instalar un escenario de Cero Neto es un acierto operativo de la Agencia Internacional de Energía (IEA), porque configura un ejercicio de análisis de las restricciones que enfrenta la transformación de la matriz energética, controlado por los límites que impone la realidad de la economía mundial, el flujo del comercio internacional y las necesidades de desarrollo económico de los países, en especial del mundo emergente y en desarrollo.

El modelo ajusta respetando las disposiciones del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) y las políticas de los organismos que lo establecieron, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP). En este marco, es un estudio seminal que orienta la tarea de política global para atacar el problema del Cambio Climático. Dada la relevancia del análisis de la IEA, el presente texto sigue los informes de la IEA emitidos en octubre de 2023 sobre la hoja de ruta al Cero Neto y el Panorama de la Energía Mundial (ie, Net Zero Roadmap y el World Energy Outlook 2023, respectivamente).

La Agencia Internacional de Energía formaliza la evolución de tres escenarios de Cambio Climático utilizando el Modelo Climático MAGICC, generado por el IPCC como ‘Modelo para el Análisis del Cambio Climático Inducido por los Gases de Efecto Invernadero’. El escenario más relevante es, justamente, el de estudio de las condiciones y las posibilidades de concreción de neutralidad para con el Calentamiento Global a partir de operar la reducción de emisiones de GEI y el reemplazo de combustibles fósiles por energía limpia para el año 2050, con controles parciales del cumplimiento de las metas

en 2030 y 2035 y un cierre en el año 2100. **El objetivo central es reducir el aumento de temperatura de la Tierra con relación a la temperatura existente antes de la era de la Revolución Industrial a un nivel menor, fijado en 1.5º C. Este es el llamado 'Cero Neto'.**

Política Energética Centrada en la Gente

La transición energética segura depende de que la temperatura de la Tierra se mantenga por debajo de 1.5º C, lo que compara con el hecho de que la temperatura actual es de aproximadamente 1.2º C y aún no ha hecho un máximo.

El modelo IAE en el Escenario STEPS (Políticas Actuales, BAU), predice que la temperatura subirá a 1.9º C en 2050 y a 2.4 º C en 2100. Si el Escenario fuera APS (las políticas deseadas por los países y plasmadas en sus NDC) la temperatura en el año 2100 sería de 1.7º C. En cambio, en un Escenario NZE (Cero Neto), la temperatura haría un pico de máximo en 2050 y caería a 1.4º C en 2100.

El Escenario Cero Neto debe asegurar el acceso a la energía, la capacidad de pagar el servicio y de impulsar el empleo, para cumplir con el criterio de 'Centrada en la Gente'. Actualmente, hay unos 2.300 millones de personas sin acceso a energía limpia para cocinar y otros 750 millones simplemente carecen de energía eléctrica. Sólo una política de Cero Neto asegura el mejoramiento en el acceso al servicio para toda la población.

Es importante señalar que el modelo IEA de Cero Neto, produce una reducción en el precio de la energía en el mundo desarrollado hacia 2030, del orden de un 20 %, en un contexto de paulatina eliminación de los subsidios. En cambio, en el mundo en desarrollo el modelo reclama un manejo prudente y paulatino de la política de retiro de los subsidios, para no impactar negativamente en la sociedad.

En cuanto al empleo, en el Escenario STEPS (BAU) se crearían 7 millones de puestos, mientras que en el Cero Neto el aumento llegaría a 30 millones, debiendo señalarse que los nuevos empleos requerirán, mayormente, otra localización y nuevas habilidades.

Tendencias de la Energía: Oferta Total

El Escenario Cero Neto resulta de la sustitución de combustibles fósiles por energías limpias, tal que entre 2022 y 2030 las limpias crecen en 110 EJ, un volumen similar al uso de energía de Japón y los Estados Unidos sumados. Además, el consumo de fósiles cae un 25 %, centrado en el carbón, reemplazado gracias a los avances tecnológicos en la generación de energía. El uso del gas natural cae menos, unos 26 EJ, debido a que se prevé que el gas se usará para producir hidrógeno, en combinación con técnicas CCUS (Captura, Uso y Depósito) de GEI.

El hidrógeno proveniente del gas natural y el CCUS se producirá a escala industrial utilizando tecnologías actualmente disponibles, pero llegará a sustituir energía

contaminante en segmentos de la producción donde actualmente no llega. La tecnología actual de generación de hidrógeno cambiará, eliminando el porcentaje de CO2 que actualmente se produce en la producción de hidrógeno. Esto responde al hecho de que la técnica de CCUS a utilizar en el modelo Cero Neto involucra la captura del CO2 en la propia fuente de generación, sea que el Dióxido de Carbono provenga de gas natural o de biomasa. El CO2 capturado se podrá transportar, comprimido, por tuberías, barcos, ferrocarriles o camiones para ser utilizado en otras aplicaciones o ser inyectado en formaciones geológicas aptas, como ser acuíferos salinos.

Diseño del Escenario Cero Neto 2050 – Modelo IEA 2023

La ruta hacia el Cero Neto de emisiones de CO2 en 2050 asegura obtener el resultado esperado no sin esfuerzos y avances justo en el límite, llegando a la meta con un pequeño margen superior y, finalmente, asegurando consagrar una temperatura para la Tierra en 2100 por debajo de 1.5º C.

Las emisiones de CO2 caen fuertemente desde los 36.930 MtCO2 en 2022 a 24.030 MtCO2 en 2030, un 35 % y vuelven a reducirse a 13.375 MtCO2 en 2035, un 65 % menos que el nivel de control de 2022, alcanzando finalmente el 'Cero Neto' en 2050.

Este resultado requiere una reconfiguración de la Oferta de Energía Global, reduciendo y eliminando, depende del insumo energético, el uso de combustibles fósiles y reemplazándolos por insumos de energía limpia de CO2.

El modelo IEA de Cero Neto genera una estructura y una evolución en el tiempo de los energéticos primarios que se muestra en la Tabla 2, configurando el sendero al equilibro climático.

Simple y posible desde el punto de vista tecnológico y del mercado (oferta, demanda y costos-precios), pero difícil de concretar dada la multiplicidad de intereses en juego y el peso económico y geopolítico del petróleo, el gas y el carbón en el mundo.

La clave es la sustitución de Fósiles por energías Limpias, básicamente Renovables Tecnológicas (i.e. principalmente Solar PV y Eólica, con las Bioenergías como complemento significativo, tanto sólidas, como líquidas y gaseosas).

En el escenario de Cero Neto, el modelo indica que las energías Limpias, que eran el 20,3 % de todas las energías utilizadas en 2022, trepan a un 37,1 % en 2030 y suben a 83,5 % en 2050. El esfuerzo de la primera etapa en la Ruta al Cero Neto, aumentar las Limpias en 16,8 puntos porcentuales, es una condición necesaria para encarar el camino a 2050 que, con mayor esfuerzo aún que en el primer recorrido, pero subido a la experiencia y apoyado en el logro anterior, permitirá aumentar la participación de Limpias en 2050 en 46,4 puntos de porcentaje. Nótese que en lapso de 8 años de la primera etapa (2022-2030) el aumento promedio anual es de 4,62 %, mientras que, en la segunda

etapa (2030-2050), un total de 20 años, la presión anual media de incremento es de 2,30 %. Estos diferentes porcentajes acumulados anuales están marcando la importancia de cumplir con la primera meta, para poder asumir el camino largo del segundo lapso de ajuste climático.

TABLA 2

Oferta Total de Energía Global
En EJ

Energías	**2010**	**2022**	**2030**	**2050**
Renovable Tecnos	43	75	166	385
Biomasa	25	24	0	0
Nuclear	30	29	43	67
Subtotal LIMPIAS	98	128	209	452
Gas Natural	115	145	113	32
Petróleo	173	187	148	42
Carbón	153	170	93	15
Subtotal FÓSILES	441	502	354	89
TOTAL	539	630	563	541

IEA – Table A.I: World Energy Supply – Net Zero Roadmap – October 2023

La Tabla 2 indica que el Cero Neto depende de la velocidad de reducción de GEI involucrada en la producción de combustibles fósiles y, a la vez, necesita de un crecimiento elevado de la producción de Renovables Tecnos que, en el detalle del estudio de la IEA, se basa en la energía solar fotovoltaica y en la energía eólica, aunque convoca una serie de otras energías con potencial, como la mareomotriz y las bioenergías.

Un tema que debe destacarse, es que este informe de Cero Neto del IEA fue emitido con 45 días de antelación al inicio de la COP 28 y expresa el criterio de *phase down* (eliminación paulatina y no completa) para con los combustibles fósiles hacia 2050, uno de los casos más discutidos en la cumbre de Dubai que recién al final de la COP consiguió un consenso amplio para reemplazar la decisión de ir a un proceso de *phase out* (eliminación paulatina pero total) en los Fósiles por otro de *phase down*.

Es decir que el modelo IEA ya daba por resultado necesario para el Cero Neto la condición *phase down*. Esto es el opuesto a la decisión extrema de consagrar la desaparición completa de los fósiles del cuadro de oferta de energía, el planteo inicial que perseguía instalar un *phase out* (i.e. eliminación total) para los hidrocarburos. En el modelo Cero Neto, el Petróleo y el Gas Natural caen un 78 % en su participación en la matriz de oferta con respecto al dato referencial de 2022, mientras el Carbón pierde un 88 % de participación.

Lógicamente, para que este Escenario se concrete las políticas energéticas de los países deben modificarse con relación a las históricas y actuales, reduciendo el papel de los combustibles fósiles drásticamente.

Este es el asunto crítico con relación al Cambio Climático a revisar entre las Partes, con miras a las próximas Conferencias de las Naciones Unidas (IPCC).

Además de la reducción en el uso de Fósiles y su sustitución por Limpias, el modelo contempla acciones importantes de remoción de GEI de la atmósfera vía captura en el aire y depósito posterior (CCUS), por un lado y oferta de Bioenergías combinadas con captura y depósito de GEI.

La evolución de las emisiones de CO2 que se muestra en la Tabla 3 indica que el total de GEI en la atmósfera se reduce en el Cero Neto en 40 % para 2030, así como para el año 2035, cuando se producirá un nuevo *sotcktaking* según lo previsto en la COP 28, la IEA informa de una disminución de un 60 % para 2035 con relación a 2022 (dato no mostrado en la Tabla 3) y, finalmente, se arriba al Cero Neto en 2050 (ver última línea en la Tabla 3).

La Tabla 3, que muestra la evolución de las emisiones de CO2 por tipo de combustible producido, permite apreciar tres enseñanzas que genera el modelo Cero Neto de la IEA. El primero, **determinante, es que es posible lograr el Cero Neto en 2050**, lo que se indica en el casillero que forma la última columna de la derecha con en la última fila.

TABLA 3

Emisiones Globales de CO2 en la Combustión en Actividades
Escenario Cero Neto
Mt CO2

Energías	**2010**	**2022**	**2030**	**2050**
Biomasa y Residuos	181	253	80	-698
Gas Natural	6.052	7.499	5.795	358
Petróleo	10.545	10.963	7.910	824
Carbón	13.846	15.330	8.173	171
Subtotal Fósiles	30.624	34.043	21.958	655
Biocombustibles	-0	-2	-98	-312
Captura Directa en Aire	-	-	-69	-621
Subtotal Otras Remociones	0	-2	-167	-933
TOTAL	30.624	34.041	21.791	-278
Procesos Ind. y Venteo	2.252	2.889	2.239	278
TOTAL Emisiones de CO2	30.624	36.930	24.030	0

Fuente – Autores sobre datos de IEA – Table A.4: World CO2 Emissions – Net Zero Roadmap – October 2023

El segundo hecho es que el inicio del movimiento hacia la energía limpia que acomoda la hoja de ruta al Cero Neto ocurre entre 2022 y 2030, con una reducción de las emisiones GEI - CO2 del 35 %, lo que avala la postura del IPCC y de la COP 28 de que hay que comenzar ya mismo a restringir la oferta de hidrocarburos fósiles.

El tercer hito del modelo es que en 2050 la matriz energética primaria incluye una participación de Fósiles, aunque mínima, de los insumos energéticos, manteniendo la oferta incluso del carbón, concretando el sentido de la decisión de *phase down* en lugar de *phase out*. Es claro, ver datos de la Tabla 2, que la primera reducción en la oferta global de Fósiles entre 2022 y 2030, con una tasa del 29,5 % es altamente significativa, pero también es alentador que entre 2030 y 2050, el año del primer *stocktaking* del proceso de descarbonización y el del punto de llegada a la primera meta ambiental, la oferta global de combustibles fósiles caiga un 75 %. En este último periodo, en consecuencia, las emisiones GEI – CO2 se reducen en un 97 %, es decir que prácticamente desaparecen.

El principal resultado del modelo IEA es que destaca la responsabilidad de los combustibles fósiles en los GEI atmosféricos y el segundo, en orden de importancia, es que bajo los parámetros de comportamiento de la demanda y de la oferta de energéticos que utiliza el modelo, el Cero Neto es posible. Subrayado de los autores.

Otro resultado del modelo IEA es el que resulta al analizar la contribución a las emisiones de GEI por sector de actividad de la economía global, lo que se exterioriza en los datos de la Tabla 4. En la Tabla 4 no se incluye el caso del consumo final de energéticos del sector generador y productor de energía eléctrica, es decir los recursos que utiliza el sector para la generar la oferta de electricidad.

En el sector usuario Transporte se incluyen el modo Vial (80 %), así como el aéreo y el naval (20 %); en el sector Edificios se incluyen los Residenciales (dos tercios) y Servicios (un tercio).

En el caso del sector Industria, las ramas seleccionadas son las electro-intensivas que comprenden en el sector Siderometalurgia al hierro y el acero; en la rama Química se incluyen las demandantes de energía, por ejemplo, la producción de urea con base gas natural, pero no puede ignorarse que en Química se computa un conjunto de ramas que comprenden una docena de actividades básicas. La industria del Cemento, clave en la construcción privada como, más intensamente en la pública, es fuerte generadora de GEI y actualmente está siendo estudiada tecnológicamente para modificar el origen de la energía que utiliza en su proceso productivo, mudando a la electricidad drásticamente.

TABLA 4

Participación del Consumo Final de los Sectores en la Emisión de GEI
Escenario Cero Neto
En % y Mt CO2

Sectores	**2010**	**2022**	**2030**	**2050**
1 – Industria - %	45,6	45,3	48,0	41,0
Químicos - %	10,2	9,2	10,2	5,2
Siderometalurgia - %	17,6	17,5	18,8	26,0
Cemento - %	16,2	16,3	17,1	8,9
Aluminio - %	1,6	2,3	1,9	0,9
2 – Transporte - %	38,4	39,6	40,2	53,9
3 – Edificios - %	16,0	15,1	11,8	5,1
Total - %	100	100	100	100
Total Uso Final– Mt CO2	18.668	20.293	15.187	1.088

Fuente – Autores sobre datos IEA – Table A.4: World CO2 Emissions – Net Zero Roadmap – October 2023

Las emisiones totales de CO2 relacionadas con la energía en 2035, según el escenario Cero Neto, alcanzan a 2.3 Gigatones en las economías avanzadas, a un 4.2 Gigatones en China y a un nivel de 6 Gigatones en países emergentes y economías en desarrollo.

Las economías avanzadas, básicamente las OECD, alcanzan el Cero Neto en 2045, China accede en 2050, la India en 2070 y los emergentes y en desarrollo una década después de China.

El informe del IEA no esquiva cuestiones críticas. Dado que las economías de los países Emergentes y en Desarrollo tienen que invertir en el desarrollo de energías Limpias siete veces más que el valor invertido en el año base de 2022 para alcanzar las metas del 2030 o sea en los siete próximos años, la Agencia destaca que un asunto clave es la movilización de capital, el flujo de fondos que financie la transformación energética en estos países de ingresos medios bajos.

También señala el IEA que ha evaluado los posibles cuellos de botella que podrían producirse en los eslabones proveedores de materias críticas, Tierras Raras, tecnologías modernas y la oferta de mano de obra calificada para atender la producción de nuevas energías.

Además, en su estudio de modelización energética analiza el papel de la cooperación entre los países, primero los avanzados entre sí y luego, aunque casi en simultáneo, los avanzados con los Emergentes y los en Desarrollo. Este es un eje imprescindible.

También considera muy especialmente el caso del Metano. Sin opacar el protagonismo del CO2, informa que el modelo reclama reducciones totales en las emisiones de Metano provenientes de los Fósiles, tal que alivien el peso de remover el CO2 de todas las

fuentes, tanto por lo que puede tener de complejidad en la trama del insumo-producto como por eventuales inequidades que deben evitarse.

Supuestos Económicos y Sociales del Escenario Cero Neto

Más allá del crecimiento de la población, un 21,7 % entre 2050 y 2022, mayormente localizada en el mundo Emergente y en Desarrollo y el aumento del PBI global, un 107 % en el mismo lapso, medido a precios de 2022 y en ppp (i.e. poder de compra de paridad equivalente), con lo que significan ambos aumentos en el consumo de energía eléctrica, cumpliendo un rol clave en el Escenario Cero Neto, el crecimiento en electricidad asegura la posibilidad de que centenares de millones de personas puedan acceder plenamente al servicio eléctrico.

Este mismo sendero de fuerte participación de la electricidad en el flujo de energéticos, lleva a que el IEA descargue una mirada focal hacia la cadena de valor de proveedores, analizando las eventuales restricciones y obstáculos en la fluidez de abastecimiento de insumos y de bienes finales, especialmente maquinaria y equipo.

Por ejemplo, la demanda de instalación de energía solar PV requiere aumentar fuertemente la provisión de baterías estacionarias fotovoltaicas. El incremento importante esperado en la fabricación de Vehículos Eléctricos también necesita contar con oferta segura de baterías. La producción de estas baterías requiere la disponibilidad de litio, cobalto y Tierras Raras y estos insumos tienen oferta concentrada en pocos países. El uso de energía eléctrica va a aumentar fuertemente, no sólo por la incorporación de franjas sociales al uso del servicio, sino por cambios en la provisión de bienes de calor, por ejemplo, bombas de calor sustituirán masivamente a estufas a gas o a EE de fósiles; habrá que evitar problemas de oferta desde la siderurgia y desde el aluminio.

Cabe señalar que, como lo destaca el IEA, las proyecciones de precios en el modelo están sujetas a un alto grado de incertidumbre, a pesar de que en todos los escenarios se aplica la restricción de equilibrio entre oferta y demanda. En el escenario Cero Neto la caída de la demanda de petróleo y gas natural reduce los precios al nivel del costo marginal y, en consecuencia, se espera una disminución del precio del petróleo por debajo de los U$S 50 bbl para 2030.

En cuanto al precio global del carbono, todas las regiones del planeta introducen un precio por la emisión de CO2 en el modelo Cero Neto, pero en el cronograma previsto la operación comienza en los países desarrollados que verán aumentar el precio del carbono a unos U$S 250 por tonelada de CO2 hacia 2050. Esta es una suba de hasta diez veces con respecto a la situación actual. Los países emergentes y en desarrollo, como China, Brasil e Indonesia, operarán un precio del orden de los U$S 200 la tonelada, en 2050.

En el modelo Cero Neto las emisiones del sector energético caen fuertemente, van de 37 Gt en 2022 a 24 Gt en 2030, significando una reducción del orden del 35 %.

Pero, muy importante por la velocidad, en 2035, solo cinco años por delante, caerán otro 30 % con relación a los precios de 2022. El proceso de 'limpieza' de la energía se dinamiza incorporando la remoción de CO2 directa en la atmósfera con CCUS y también capturando GEI operado con bioenergías, culminando la reducción hacia 2050. Esto se logra sin recurrir a medidas que involucren tierra. En total, las emisiones GEI caen en todos los sectores por un rango del 40 % para 2030 y uno de 60 % para 2035. Es de destacar la ventaja ambiental de la aceleración en la remoción de GEI en solo cinco años y a quince años de la meta 2050.

Emisiones GEI y Temperatura de la Tierra

Observando el impacto sectorial, las emisiones de la electricidad caen más fuerte, con una reducción del orden del 50 % entre 2022 y 2030, vía el reemplazo de fósiles por Renovables, principalmente. En el resto de los sectores usuarios, la reducción es más lenta y más suave, aunque en todos los casos el pico de máxima se alcanza en pocos años. De aquí la importancia de sesgar los energéticos a la energía eléctrica.

Es importante contrastar los resultados del modelo Cero Neto con la evolución actual de las emisiones, tal como se muestra en la Tabla 5.

La Tabla 5 muestra que el Carbón es el combustible más contaminante y el que más creció en este siglo.

TABLA 5

Evolución de las Emisiones de CO2 con Origen en Combustibles Fósiles

Fósil	**Estructura % en 2021**	**Aumento % 2000/2021**
Carbón	45,6	71
Petróleo	32,0	11
Gas	22,4	64
	100	

Fuente – Alieto A. Guadagni – Conferencia en el CARI, 2023

Volviendo a los resultados del modelo Cero Neto, según lo opera el modelo climático del IPCC (Naciones Unidas) conocido como MAGICC, lo que se produce es una reducción en la emisión de GEI entre 2022 y 2030 del orden del 20 % en la Industria, un 25 % en el transporte y un 40 % en los edificios. Todos son porcentajes importantes.

En la medida central de temperatura, todos los usos, el modelo Cero Neto alcanza un pico de emisiones en 2040 con 1.6º C y de ahí cae, paulatinamente, a 1.4º C en 2100. Esto se debe a una reducción de las emisiones de metano muy fuertes, según se mide en 2050 y a que alcanzado el Cero Neto tanto la Tierra como los Océanos, se captura el carbono de la atmósfera en línea con las estimaciones del modelo Sistema Tierra (IPCC).

Como contexto de control para con los logros del modelo Cero Neto, contrastando con los resultados de un modelo BAU (STEPS), el que respeta la política actualmente aplicada, no la que los países imaginan en sus textos de NDC, se encuentra que los resultados aspiracionales no se concretan, sino que resultan en un aumento de la temperatura de la Tierra para 2050 del orden del 1.9º C y para 2100 a 2.4º C, con una probabilidad de cumplimiento del 50 %, alta.

Los estudios de la IEA no consideran utilizables los datos NDC de los países (Contribuciones Nacionales Determinadas, en realidad un alineamiento de metas sin mayor compromiso de instrumentos y de disponibilidad de recursos que los países presentaron al IPCC) porque se observa una amplia diferencia entre las promesas formuladas por los gobiernos y los resultados logrados, los hechos. Siempre, sugiere la IEA, la combinación de políticas y negocios con la industria de fósiles da por resultado un déficit en la búsqueda del Cero Neto, independientemente de la agenda NDC. No obstante, la IEA estudió un escenario con las propuestas de los países y el resultado fue que bajo condiciones NDC la temperatura aumentaría, cuanto menos, a 1.7º C en 2100, incumpliendo las metas de Paris.

Mitigación: Del Impulso en la COP Glasgow a la Consolidación en la COP del Mar Rojo

Toda acción es poca. Todo compromiso se necesita para combatir el Cambio Climático.

La electricidad es clave en las economías contemporáneas en las que asume el 20 % del uso de energéticos. En el modelo BAU (STEPS) el uso de electricidad sube a un 30 % para 2050 y trepa a 50 % en el escenario Cero Neto. Pero dadas las mejoras en los procesos de generación de EE, se mide un aumento adicional de energías limpias: en el escenario BAU sube a 27 % para 2050 y en el escenario Cero Neto a 65 %.

El primer impacto positivo para estos logros viene del aumento en el uso de energía Solar PV y Eólica, que explican la reducción de emisiones estimada en 4 Gt para 2030, un volumen similar a las emisiones actuales combinadas de la Unión Europea, Japón y Corea.

El segundo eje de mejora en la reducción de emisiones viene del crecimiento de industrias de uso final como los vehículos eléctricos (automotriz) y las bombas de calor (calefacción y calor industrial). En el escenario Cero Neto, la reducción de emisiones proveniente de estos ‘usos finales’ es de 3 Gt para 2030. Estas mejoras en la provisión de energía, a su vez, provocan comportamientos positivos en los usuarios, como reducción en la velocidad de los vehículos y mejor manejo de las temperaturas en la calefacción, que el modelo Cero Neto estima que producen una caída de emisiones de 2 Gt para 2030.

Otra corrida del modelo Cero Neto permite apreciar más reducciones de emisiones para 2030 provenientes de menos uso de fósiles y más utilización de otros renovables:

bioenergía, hidroelectricidad, solar térmica y geotérmica, además del uso creciente de energía nuclear y, muy importante, la sustitución de carbón por gas natural. Este conjunto de medidas también reduce las emisiones para 2030 en 3 Gt.

Todo esto es un éxito para políticas de reducción de emisiones, pero no es suficiente. El estudio de la IEA plantea que, para arribar a las metas de temperatura de 2050, se necesita intervenir de modo directo en el uso de energéticos en las industrias que son fuertes consumidoras de EE.

Se trata de la siderurgia, el cemento, el aluminio y el transporte, ver Tabla 4.

Debe impulsarse el uso de vehículos eléctricos pesados, no solo automóviles. Según el modelo IEA de Cero Neto, nuevas tecnologías industriales actualmente en experimentación, sumadas a reducciones de emisiones de Vehículos Eléctricos, disminuirían las emisiones en un 25 %. Al mismo tiempo, la aplicación amplia de CCUS y energías basadas en hidrógeno, aportan otra baja del 20 %. En la suma, la EE será responsable de una caída en las emisiones GEI para 2050 del orden del 25 %.

Pero, en la síntesis, la suma de reducción de emisiones derivadas de la Solar PV y la Eólica, cuentan por el 25 % de la caída acumulada entre 2022 y 2050.

Energía Limpia: El Cambio Tecnológico en Acción

La energía Solar PV y las Baterías son dos tecnologías básicas para la descarbonización atmosférica. En conjunto, ambas tecnologías suman el 30 % de la reducción de emisiones reclamada para 2030 en el escenario Cero Neto.

a) Energía Solar PV y Eólica

En cualquiera de los tres escenarios trabajados por la IEA, la energía solar PV y la de viento explican el 70 % de la mejora marginal en la emisión GEI desde 2022 hasta 2050. Se trata de dos energéticos con costos en baja y los costos más bajos y cuyo uso abarca 140 países en la realidad actual.

El conjunto de energía solar PV para techos (edificios) y para industrias alcanzó un máximo de 220 GW en 2022, el doble que en 2019 y siete veces mayor que en 2010.

En el escenario BAU (STEPS) se prevé un incremento de capacidad a unos 500 GE en 2030 y a 580 GW en 2050. En el escenario Cero Neto, los aumentos de capacidad serían de 820 GW para 2030 y de una medida un poco más elevada para 2050, pero lo destacable es el efecto del crecimiento para 2030, porque además de cantidad, ‘limpiar’ emisiones implica hacerlo rápido.

Si bien el uso de energía solar PV en edificios es en la actualidad la mitad del incremento en la fuente, con impactos regionales distintos como, por ejemplo, la notable mejora en

acceso a la energía en el continente africano para un servicio por fuera de la red eléctrica, el efecto más relevante del aumento de la energía solar PV viene de su aplicación en la provisión de servicios públicos, por el impacto en la reducción de costos en generación que produce.

China es el mayor mercado mundial de solar PV, tomando el 45 % del aumento en capacidad en 2022. El segundo mercado es el de la Unión Europea, con un 17 % del total mundial, el tercero son los Estados Unidos, con el 9 % y el cuarto la India con un 8 %.

Hacia 2030 la energía eólica agregará unos 175 GW de potencia en el escenario BAU (STEPS), pero necesita de inversiones importantes en la capacidad de producción de equipos (especialmente turbinas) para asegurar la provisión del servicio y poder alcanzar en 2050 un incremento de 195 GW. En el escenario Cero Neto, la adición de capacidad energética llega 320 GW en 2030 y sube a 350 GW en 2050. Las instalaciones *offshore* cubren el 15 % de la oferta global hacia 2030.

Otra vez, como en solar PV, China es el mercado más importante para energía eólica, contabilizando una participación del 40 % en el incremento de oferta en el escenario BAU para 2030 y para 2050.

b) Vehículos Eléctricos (VE)

Las ventas de VE se triplicaron entre 2020 y 2022 y siguen aumentando en 2023, siendo el mercado principal los Estados Unidos, pero en el tamaño del mercado, el stock, China es el preponderante, explicando algo más que el 50 % de los VE que ruedan en el planeta. En el escenario BAU (STEPS) se prevé una participación del 40 % de VE en las ventas hacia 2030. Aquí confluyen las políticas públicas, tanto las de 'comando y control' como los subsidios al consumo y a la producción, con los planes de negocios de las automotrices en los EEUU, la Unión Europea y China. En el escenario Cero Neto, la participación de VE alcanza al 66 % del total de ventas.

c) Bombas de Calor

Sustituyendo al gas y al carbón, así como a la EE convencional, en 2022 las ventas de Bombas de Calor *(Heat Pumps*) aumentaron un 11 %, apuntando a constituirse como la principal fuente de calefacción en edificios para la transición energética. Este movimiento, muy importante en Europa y en los EEUU, de sustitución de fósiles por Bombas de Calor, es impulsado por incentivos financieros pagados por los Estados y medidas de prohibición de uso de otros instrumentos que usan combustibles fósiles.

La industria manufacturera de estos aparatos crece fuertemente, al amparo de ayudas de Estado directa a los productores y subsidios a los usuarios para adquirir los equipos, sumados estos a regulaciones que desactivan el uso de otros aparatos.

En los Estados Unidos el programa de ‘créditos tributarios’ en la compra de equipos reduce el costo de adquisición e instalación en un 30 %, con un tope de U$S 2.000 por año. También operan ‘deducciones fiscales’ que se aplican a inversiones en instalaciones de la energía eléctrica en general.

Las tecnologías de EEUU y Europa difieren. En los EEUU las bombas de calor operan como ‘aire a aire’, sin tomar y liberar calor de la tierra o del agua, sino del aire. En los hechos son equipos tipo aire acondicionado y no radiadores o estfa. En Europa son radiadores que trabajan sobre ‘aire a agua’.

En la actualidad y en el mundo, las bombas de calor toman el 10 % de las ventas para viviendas y reemplazan básicamente a las instalaciones que usan gas natural.

d) Hidrógeno

La expansión en el uso de este combustible limpio viene más lenta y puntual. Hay casos importantes en China, aplicados a reemplazar el uso del gas natural en refinerías y en Arabia Saudita donde reemplaza la Ammonia (i.e. amoníaco).

El mayor uso del hidrógeno se vincula con operaciones en instalaciones específica y no tiene por ahora destino en la red eléctrica. Una suma de proyectos detectados informa que hacia 2030 estarían operando en el planeta unos 400 GW de electrólisis. Todo suma, en el plano de la electricidad. En Canadá y en los EEUU existen dos proyectos en ejecución para sustituir gas natural que capturan un 95 % de emisiones de CO2.

El uso del hidrógeno está afectado por una triple tenaza: inflación de costos, cuellos de botella en la cadena de oferta y falta de políticas públicas favorables. En este contexto, la previsión del modelo BAU es que en 2030 solamente ocupe nueva energía por 7 Mt, que simplemente reemplazan plantas obsoletas que usan ammonia (amoníaco) y viejas refinerías, no hay nueva capacidad a instalar. En el escenario Cero Neto la demanda de hidrógeno sube a 69 Mt en 2030. Un aporte escaso y menor al potencial.

e) Carbono: Captura, Utilización y Depósito - CCUS

Cómo se muestra en la Tabla 3, en el escenario Cero Neto se incluye la Captura de CO2 en el aire, pero el peso en 2030 es mínimo.

Actualmente, existen más de un centenar de proyectos en el mundo para la construcción de depósitos y captura de CO2 que se extienden a más de 400 Mt CO2 de capacidad que estarán disponibles en 2030. El monto de la inversión alcanza a U$S 3.000 millones y es récord. El desarrollo de esta técnica de mitigación se localiza principalmente en los EEUU, impulsado por créditos fiscales y donaciones directas al consumo, seguido por Canadá, China, Dinamarca, Indonesia, Japón y Malasia.

La mayoría de los proyectos capturan CO2 proveniente de bioetanol e hidrógeno, por ser los de menor costo de construcción.

El desarrollo de este método requiere de apoyos de la política y financieros, si se quiere cumplir con lo planteado en el modelo IEA Cero Neto. Actualmente la extensión de los conductos de captura llega a 9.500 Km, que deberían aumentar a unos 100.000 Km (2030) y 600.000 Km (2050), para poder 'capturar y depositar' unos 5,5 Gt CO2 y 'utilizar' otros 0,6 Gt CO2 en la generación de hidrógeno, por ejemplo, en 2050.

La técnica es segura y simple de instalar. La Comisión Europea propuso que los productores de gas y petróleo sean legalmente responsables del desarrollo de una red de depósitos, con una meta de 50 Mt CO2 por año, para 2030.

Brechas en la Hoja de Ruta Hacia el Cero Neto

Planteo

El Acuerdo de Paris requiere que los 195 Estados Parte que participan de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC) planteen e implementen sus Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC) y que las actualicen en un concepto de incremento de las ambiciones. En septiembre de 2023, justo antes de la COP 28, un total de 168 países habían presentado sus NDC

En la realidad los países desarrollados, los emergentes y los en vías de desarrollo presentan brechas de implementación y de ambición, es decir con la puesta en acto de lo comprometido en las NDC y adeudan la actualización con ambiciones incrementadas. Las 'brechas de implementación' se presentan en los escenarios BAU (STEPS) y las NDC y las brechas de ambición se patentizan entre las NDC y el escenario de Cero Neto.

En los países desarrollados, para la meta de 2030, existen brechas de implementación de 1.7 Gt CO2 y brechas de ambición de 1.8 Gt CO2. En los países emergentes y los en desarrollo la brecha de implementación llega a 2.5 Gt CO2 y la brecha de ambición crece hasta 5 Gt CO2.

Según la IEA, este hecho requiere que los Estados Parte reafirmen las políticas ambientales y, sobre todo, pongan en marcha instrumentos y recursos para cumplir con el compromiso.

Además de los compromisos vinculados con la limitación del uso de combustibles fósiles y la intensificación de medidas de Mitigación y Adaptación, incluyendo el desarrollo de nuevas tecnologías, existen tres otros temas que concretar.

Eliminación del Metano

Desde la Revolución Industrial, el gas de Metano ha sido responsable del 30 % del aumento de la temperatura del planeta. Se recuerda que los aumentos de temperatura refieren a la mediana del incremento según se la mide por la metodología del Modelo de Evaluación del Cambio Climático Inducido por los GEI (MAGICC 7.5.3.), correspondiente al período 1850-1900.

Desde la COP 26, unos 150 países se han unido al Compromiso Global del Metano que implica reducir las emisiones de Metano en un 30 % entre 2020 y 2030. Este gas de efecto invernadero es más dañino para el ambiente que el CO2 o el Óxido Nitroso, pero dura menos tiempo en la atmósfera, su eliminación es beneficiosa para combatir el Calentamiento Global.

El 40 % de las emisiones de Metano generadas por la actividad humana proviene del sector Energía y se compone de un 80 % provisto por la quema de Fósiles y el restante 20 % de otras fuentes. El 60 % que no sale de la Energía viene de los rellenos en la Tierra y del sector agropecuario (uso del suelo y ganadería bovina). En general, de la emisión de GEI total de la Energía, el Metano es responsable del 10 %, siendo el restante 90 % cubierto por el CO2. La IEA estima que mediante la utilización de tecnologías disponibles y de bajo costo, se podría eliminar algo más que el 70 % de las emisiones de Metano.

Con las medidas previstas en el modelo IEA de Cero Neto las emisiones de Metano caen un 75 % entre 2022 y 2030, pero también disminuyen en el escenario BAU (STEPS), aunque solo por un 20 %.

En el escenario de interés, el Cero Neto, un tercio de la reducción se debe a la caída de la demanda de petróleo, gas y carbón y la disminución del 66 % restante de la aplicación de tecnología de procesos y medidas de control y comando, como el caso de Venteo y Llamaradas, que se prohibirían en todos los casos, excepto emergencias o controles preventivos de filtraciones de Metano.

China y Rusia son los dos mayores emisores de Metano proveniente de la explotación de combustibles fósiles. En conjunto, ambos explican un tercio de las emisiones totales del gas en 2022. Lamentablemente, ni China ni Rusia han comprometido reducción alguna de Metano para la meta de 2030. En el conjunto de países que sí han comprometido en sus NDC reducción en las emisiones de Metano, no se registran cumplimientos destacables.

En la cumbre de Glasgow de 2021 (noviembre) se concretó el ‘Compromiso Global de Metano’, impulsado por los EEUU y la Unión Europea que rápidamente obtuvo la adhesión de unos 150 países, responsables del 50 % de las emisiones totales. El principal compromiso que asumen los adherentes es reducir en, por lo menos, un 30 5 las emisiones para 2030 con relación al nivel de 2020.

El costo de reducir las emisiones de Metano es menor que los beneficios. A los precios de los fósiles registrados entre 2017 y 2021, la disminución puede obtenerse en un 40 % del nivel de 2020 sin costo neto alguno, debido a que el gasto para eliminar el Metano es menor que el valor de mercado del gas incremental capturado.

Eliminar el Metano es responsabilidad de los gobiernos, pero también de las empresas que producen fósiles, porque el costo de eliminarlo de la atmósfera es bajo.

Cadenas de Valor de Energía Limpia y Minerales Críticos

Las cadenas de oferta de bienes y servicios de la tecnología limpia han mejorado su desempeño en los últimos ocho años. Especialmente debe destacarse el caso de la industria de baterías y de paneles solares. El apoyo de los gobiernos con medidas de promoción impositivas y financieras ha sido determinante, tal que si todos los proyectos vinculados a la producción, los que están en funcionamiento y los que entran a mercado en los próximos años, generarán una oferta más que suficiente, según la evaluación de IEA para el escenario Cero Neto de 2030. Para el caso de Vehículos Eléctricos y baterías estacionarias para guardar energía de la red, se requieren programas de ayuda gubernamental específicos.

La oferta de minerales críticos es menor que el crecimiento de la demanda derivada de incrementos en la capacidad de manufactura. Aquí también el escenario Cero Neto detecta la necesidad de políticas, instrumentos y recursos para apoyar el rubro.

Financiamiento de la Transición Energética

Teniendo en cuenta la suma de requerimientos monetarios para afrontar costos de remoción de oferta de Fósiles, de inversiones en Mitigación y Adaptación, en desarrollo de tecnología limpia y en búsqueda de cooperación, la demanda de financiamiento es un *issue* dramático.

En todos los escenarios la demanda de recursos es clave. En el caso BAU (STEPS), para 2030 se requerirían U$S 3.2 Mil de Billones (US Trillions), para el desarrollo de la energía limpia, pero para 2023 la necesidad ya era de U$S 2.8 mil de billones. Para cumplir con los requisitos del modelo Cero Neto, las demandas de financiamiento para atender las inversiones son de un aumento del 80 % para 2030 con relación a las de 2022. El marco de este tema es crítico: en 2030 el escenario Cero Neto necesita inversiones por U$S 4.7 mil de billones y de este monto, U$S 4.2 mil de billones es para energía limpia para la Transición Energética.

Para las actividades de uso final de la energía, las inversiones en el escenario Cero Neto son mayores. Además de las inversiones chinas en vehículos eléctricos, se necesita duplicar la inversión para 2030, unos U$S 150.000 millones y en el total de inversiones de energía limpia, solo de los países de economía avanzada, para 2030 se necesitan U$S 370.000 millones.

Los países emergentes y los en desarrollo, excluyendo China, necesitan aumentar las inversiones para 2030 en U$S 110.000 millones que, afirma la IEA, es más que 50 veces superior a los niveles corrientes en 2022.

Además, el mercado y las políticas públicas de subsidios a los combustibles fósiles complican el panorama. La IEA venía recomendando incentivar las inversiones en energías limpias, pero en el escenario BAU (STEPS), el que está vigente, las inversiones en petróleo y gas continúan aumentando, a pesar de que las medidas de NDC y las propias del modelo Cero Neto, postulan una reducción fuerte de la demanda de fósiles.

No se necesitan nuevas inversiones en petróleo y gas, ni hablar en carbón, pero esto no es lo que está sucediendo. Sin embargo, hay una tendencia en formación en las grandes empresas de combustibles de reducir la asignación de liquidez disponible a inversiones en el *upstream*, al menos es lo que ocurrió en 2022, un año con récord de ingresos globales para la industria.

Las Metas Ambientales en 2023-2024: Tiempos y Realidades del Mercado

Planteo

Las estimaciones de los modelos de simulación para el Cero Neto en 2050 permiten avizorar que existe una solución completa para el problema global del Cambio Climático. Tal como lo informa la Agencia Internacional de Energía (IEA) y siguiendo lo expresado en la Sección 2 inmediata anterior, los países pueden alcanzar la meta de Cero Neto entre los años 2045 y 2060, con centro en 2050, según se trate de países de economía avanzada, en el extremo cercano o de China y Emergentes en el extremo lejano.

La IEA, en la calibración del modelo Cero Neto y en la consideración de medidas propias del modelo STEPS (BAU), ha tomado en cuenta que habrá grados de cumplimiento calificables como ‘posibles’ o aproximaciones a ‘posibles’ y también ha evitado establecer porcentajes de probabilidad de alcance de las metas en sus tiempos. Ha sido prudente y cautelosa al no aventurar seguridades donde no las puede haber, dado, se vuelve a repetir, que los compromisos de las COP son voluntarios y que no hay una entidad supranacional con poderes globales de *enforcement*.

Más allá de los resultados de la COP 28, la realidad del avance sobre el Calentamiento Global debe exponer algunos comportamientos de la realidad política y económica en estos tiempos de fragmentación del multilateralismo, de disminución de la hiper globalización y de redefinición de las cadenas globales de valor, así como de conflictos armados que corren con potencial de expansión de consecuencias impredecibles.

Después de todo, el Cambio Climático es un producto del comportamiento de uno de los principales flujos conductores de la actividad económica y de la cohesión social de la sociedad, el flujo de la energía y de los combustibles. Nada menos.

Entre los aspectos controversiales de la geopolítica global que en los hechos plasmados en la COP 28 en torno al Cambio Climático no ha presentado fisuras notorias y el fortalecimiento de las autonomías nacionales en el planeta, existen las políticas ambientales de los países de la OECD y de la República Popular China, los mayores contaminadores de GEI y también las políticas y las intenciones de países emergentes que operan en la 'trampa' de ingreso medio, como Brasil, India, México, Argentina, Sudáfrica y otros en el sudeste asiático.

El reporte de la IEA sobre el Panorama Mundial de la Energía en 2023 y el Informe sobre el Cero Neto de la misma Agencia, también emitido a finales de 2023 pero antes de la COP 28, dan cuenta de un conjunto de programas para combatir el Cambio Climático, que debe ponderarse adecuadamente, en función del sostenimiento global de las metas del Acuerdo de Paris, un consenso totalmente consolidado según los resultados de la citada COP 28.

También hay que tener presente que para superar el camino estrecho y sinuoso que lleva al Cero Neto en 2050, no debe ignorarse el conjunto de datos que presenta la situación actual de la producción y reservas de hidrocarburos fósiles y el papel de los oligopolios que participan del manejo del mercado, no solo la OPEP +. Toda la industria estuvo presente y activa en la COP 28.

Finalmente, existe el mercado de hidrocarburos, así como el de energías Renovables, en el que cotidianamente los operadores, las empresas del sector que operan a nivel global, toman decisiones de inversión, de desarrollo de nuevos polos petroleros o gasíferos y, muy importante, de Fusiones y Adquisiciones que concentran el mercado y desafían, en los hechos, el avance de la lucha contra el Cambio Climático tal como lo viene conduciendo las Naciones Unidas en el IPCC.

En lo que sigue de esta sección del texto, la Parte Uno da cuenta de una síntesis de medidas concretas, importantes, adoptadas por los países para afrontar la amenaza del Cambio Climático, que constituyen el aspecto esperanzador de un progreso determinado hacia el Cero Neto. En la Parte Dos, se presentan datos de la realidad del mercado de energéticos con el propósito de no ignorar las dificultades de consensuar medidas de extinción o mitigación completa o amortiguación en el flujo de los hidrocarburos fósiles. En la Parte Tres se despliega un análisis de la realidad del mercado de combustibles a nivel global, ahí se refleja el comportamiento de los operadores, especialmente de las mega empresas y los países con intereses petrolero-gasíferos concretos.

Parte Uno: Optimismo y Esperanza: Alcanzar el Cero Neto

El programa del Cero Neto 2050 descansa en el eje de la electricidad como impulsor de la energía limpia y se piensa esta energía como ingresando en la industria manufacturera con más espectro de actuación que el actual, que ya es importante. En particular, se apunta a que la energía Renovable reemplace el uso de energía térmica en la industria pesada y en la electro-intensiva, como ser el Cemento, la Siderurgia, el Aluminio, los Bienes de Capital y una docena de

procesos químicos lindantes con la petroquímica, de amplio espectro en el insumo-producto.

Dos fenómenos asisten a la inclinación eléctrica. Uno es que la principal energía Renovable, la solar PV tiene un bajo costo de capital y la tendencia futura es a que sea aún más barata, haciendo la inversión más rentable.

Para que la energía Renovable se instale en los procesos industriales y también en el sector agropecuario y en la construcción, serán necesarias desregulaciones en la generación, transferencia y distribución de la energía eléctrica, con mayores flexibilidades en la red (acceso y operación).

Un segundo aspecto es el carácter fluctuante de la energía solar (también de la eólica) que no tiene registro en el mundo de operar 24 hs sobre 24 hs y requiere del complemento de la red y/o del desarrollo de capacidad de depósito para disponer de electricidad cuando falta el sol o el viento. Las soluciones tipo Powerwall de TESLA son una primera respuesta a esta restricción.

En 2023 la industria de la energía invirtió más en capacidad de almacenamiento estacionario que en construir nuevas centrales nucleares.

El pasa-no-pasa de este avance de la energía solar y de la eólica lo constituye la prueba de que pueda ser un proveedor constante y estable de calor para la industria. Un dato levantado por el semanario británico The Economist en enero ppdo. informa que en 2016 el uso de las Renovables para proveer de calor a la industria generó 7 gigatones de emisiones de CO2, un 20 % del que hubiese producido el uso de combustibles fósiles para datos similares.

Otro fenómeno es la aparición de aparatos generadores de calor alternativos, como las ‘bombas de calor’ de uso industrial, guiadas por el mismo principio de las que se están utilizando actualmente en edificios y viviendas. También, como lo hace notar The Economist, la fabricación de contenedores que usan fundición líquida blanca para conformar cajas conocidas como ‘sol en la caja’, una forma de depósito diez veces más económico que las baterías de ion-litio y plomería de grafito.

Además, al final de la línea, la energía limpia no está sometida a la volatilidad de los precios de las energías fósiles.

En este contexto de argumentos y contra argumentos, dos países, los EEUU y China y una Unión Monetaria, la Unión Europea, han definido e impuesto en sus propios espacios autónomos un conjunto espeso de políticas para combatir el Cambio Climático y, más arriesgado aún, han invertido enorme cantidad de recursos para incentivar las prácticas de empresas y ciudadanos contra el Calentamiento Global. Seguidamente se presenta una síntesis de este proceso, una selección de políticas nacionales compatibles con el IPCC.

China y EEUU participan activamente de las COP, pero deciden sus políticas ambientales en función de sus objetivos nacionales restringidos por la política de

seguridad. Ninguno de estos dos países está inclinado a ceder autonomía en la definición de sus políticas, ni a las N.U. ni a ninguna autoridad supranacional.

La UE está más comprometida con las COP que EEUU y China, aunque los tres grandes contaminadores están trabajando activamente en programas ambientales con foco local, pero de espectro global.

Una síntesis que destaca la IEA sobre las políticas directas o indirectas para con el Cambio Climático que los tres actores centrales despliegan, permite apreciar que hay un compromiso de los mayores contaminadores para dominar el fenómeno global, aunque solo sea diseñado en función de los intereses locales.

China

Escenario BAU-STEPS

1 – Programa 'Made in China 2025' – Transición de la industria pesada a manufacturas de mayor valor agregado.

2 – 14avo Plan Quinquenal – Objetivo reducir la intensidad de CO2 en la economía en un 18 % entre 2021 y 2025; reducir la 'intensidad energética' un 13,5 % entre 2021 y 2025; incrementar un 20 % la participación de la energía NO fósil para 2025 en el *energy mix* y subir al 25 % para el año 2030.

3 – Actualizar las NDC y el Plan de Acción para alcanzar un máximo (i.e. pico) con el CO2 antes de 2030

4 – Reducir la participación de las emisiones de CO2 por unidad de PBI en un 65 % para el año 2030, con relación al nivel de 2005.

5 – Programa 'Made in China 2025': fijar metas para la intensidad energética industrial; reducir el consumo de energía por tonelada de acero en un 2 % para 2025.

6 – Expandir el Sistema de Comercio de Emisiones para cubrir toda la industria.

7 – 14avo Plan Quinquenal para Energía – Renovar y aumentar la eficiencia en edificios existentes por un total de 350 millones de m2 y construir para 2025 unos 50 millones de m2 con Cero Neto en energía.

8 - 14avo Plan Quinquenal para Edificios – Instalar energía solar PV con una potencia de 50 GW en nuevos edificios, año 2025.

9 – Programa 'Made in China 2025' – Ayudas estatales para capacitación, digitalización y manufacturas limpias; aumentar el componente doméstico en la demanda de componentes claves y materiales importantes al 70 % en 2025.

10 – Plan de Desarrollo para la Industria de Vehículos con Nuevas Energías – Promover la venta de nuevos vehículos con nuevas energías limpias, con una meta de 25 % de ventas de nuevas unidades en 2025.

Escenario NDC (APS)

1 - Alcanzar la meta de neutralidad de carbono para 2060 (i.e. el Cero Neto propio).

2 – Programa ‘Made in China 2025’ – Aumentar el contenido doméstico en la electrónica y en las industrias del transporte en componentes y materiales clave al 70 % en 2025.

3 – Iniciativas de Política Claves – Alcanzar 1.200 GW de capacidad para instalar potencia en energía solar y eólica para 2030.

4 – Meta de 3.300 TWh en generación de energías renovables para 2025.

5 – Determinar que el 50 % del crecimiento de consumo de electricidad para 2025 sea provisto por Renovables.

6 – Pico de neutralidad del carbono en urbanización y en desarrollo rural – las emisiones de CO2 de construcciones urbanas y rurales deben alcanzar su pico antes de 2030; selección de edificios públicos a regenerar, en ciudades claves, para aumentarles la energía eficiente en 20 % para 2030; los edificios urbanos, hasta un 65 % del total, para el año 2030.

China es un jugador clave en el mercado mundial de Fósiles. En el año 2022, fue el mayor consumidor global de carbón y, a la vez, el mayor productor e importador, en este último caso fue segundo de India; recientemente se convirtió en el mayor importador de gas natural, contratando enormes fletes en el LNG market, superando a Rusia en el comercio de gas. Todo esto a pesar de ser uno de los mayores operadores en la manufactura de energía limpia, combinando con ser el mayor consumidor de combustibles fósiles hasta 2050, dentro de un Escenario STEPS-BAU.

Según el Escenario, el consumo de carbón hará un pico en 2025 y continuará reduciendo su participación en un 50 % hasta 2050. Aumentará su consumo de gas natural hasta el año 2030 y alcanzará el pico de consumo de gas hacia 2040, aumentando el consumo en un 25 % con relación a 2024. El consumo de petróleo y derivados hará un pico antes de 2030, con 16,6 mb/d y desde allí declinará paulatinamente hasta 2050 estacionándose en 12 b/d. O sea que su plan para Petróleo es un *phase down*.

Unión Europea

Escenario BAU-STEPS

1 – Programa de gastos para la Energía, incluido el Acuerdo Europa Verde y el Plan Nacional de Recuperación elaborado en el marco de la Facilidad para la Recuperación y la Resiliencia de la Unión Europea.

2 – Implementación Completa de las Metas de Descarbonización en el Paquete ‘Ajuste para 55’, el programa de la Unión Europea de metas de reducción de las emisiones GEI por un 55 % para el año 2030, incluido en el Plan de la UE para la Transición Verde.

3 – Programa Cero Neto de Emisiones para el año 2050, en el marco de la Ley Europea del Clima 2021.

4 – Metas de países de la UE para acceder a la neutralidad climática antes que el 2050: Finlandia 2035; Austria 2040; Alemania, Portugal y Suecia para 2045.

5 – Plan Industrial Acuerdo Verde, principal iniciativa del Pla Europa Verde, promoviendo la sustentabilidad, la competitividad y el crecimiento económico en el marco de una reducción de las emisiones GEI. Comprende la Ley Industria Cero Neto, la ley de Materias Primas Críticas y el Mercado de Diseño para la Electricidad.

6 – Metas para la Estrategia del Hidrógeno en la UE relacionadas con el programa Clima Neutral Europeo.

7 – Puesta en práctica, parcial, de los objetivos definidos en el Plan REPowerEU, para la eliminación de las importaciones de Gas Natural desde Rusia a la UE, con fecha anterior al año 2030.

8 – Actualización del Sistema de Comercio de Emisiones: Reducción anual del 2.2 % de los permisos de emisión.

9 – Fondo para la Innovación, de ayuda para la energía Renovable, las industrias Electro-Intensivas, el programa de depósitos de GEI y el CCUS, el programa de Captura, Utilización y Depósito de CO2 tomado de grandes fuentes como las plantas de generación de energía o facilidades industriales que utilizan combustibles fósiles o biomasa.

10 – Suecia: Garantías del Gobierno para Inversiones Verdes.

11 – Francia 2030: Ayudas de Estado por Euros 5.600 millones para descarbonización de la industria pesada.

Escenario NDC (APS)

1 – Compromiso de 19 Estados Parte de la UE para la instrumentación del Programa Global del Metano. Se trata de un compromiso celebrado por países que representan el 45 % de las emisiones de gas de Metano para reducir las emisiones en un 30 % para el año 2030.

2 – Ley para la Industria Cero Neto: Meta de alcanzar un 40 % de capacidad de producción de materiales Cero Neto en inversiones nuevas en la UE para el año 2030.

Iniciativas Políticas Claves en la Unión Europea

En el Programa 'Fit for 55'

1 – Marco para la instrumentación del Acuerdo Verde Europeo

2- Directiva para la Eficiencia Energética de la UE, el Sistema de Comercialización de Emisiones y el Mecanismo de Ajuste de Límites de CO2, en el marco de la Directiva de Energía Renovable.

3 – Paquetes de incentivos y políticas para el diseño del mercado de electricidad, del hidrógeno y de la descarbonización de GEI, creando reglas armonizadas para un mercado único.

4 – Compromiso de reducción del 100 % de las emisiones en automóviles nuevos y en Vans para el año 2035; estándares de emisiones para vehículos de carga pesada y la Iniciativa Marítima Fuel EU

5 – Incrementos en los estándares mínimos de perfomance energética para edificios existentes y requerimiento para todos los edificios nuevo de Cero Neto de emisiones para el año 2028.

6 – Estados Parte han comprometido U$S 500 mil millones para planes de recuperación nacionales y a nivel de la UE, como la Facilidad parra la Recuperación y la Resiliencia.

El programa de electrificación de la UE corre en paralelo con el plan de descarbonización. La participación de la electricidad en el Consumo Final Total de Energía para 2030 alcanza a un 25 % en BAU-STEPS y a un 30 % en APS, mientras que en 2022 esos porcentajes eran de solo 21 %. Los VE cuentan con el 55 % del crecimiento de la demanda para el año 2050: en el Escenario STEPS habrá unos 200 millones de VE en 2050, comparados con 6 millones en 2023.

Estados Unidos de América

Escenario BAU-STEPS

1 – Provisiones para la Energía incluidas en la Ley de Reducción de la Inflación 2022 (IRA). Esta ley en realidad reglamenta las políticas y ayudas de Estado para los temas ambientales del Cambio Climático a nivel federal y, complementariamente, define políticas para la oferta de bienes y servicios con vistas a reducir la inflación. También instala la instrumentación de la 'Vuelta de la Política Industrial' al Estado Federal y apoyos a los Estados para adherir a la iniciativa de recuperación de la industria manufacturera.

2 – Ley de Apropiación Consolidada es una ley ómnibus que combina aportes monetarios presupuestarios para fines diversos, incluyendo recursos para combatir el Cambio Climático. En este caso corresponde a la ley de 2021 para este año fiscal.

3 – Ley para la Inversión en Infraestructura y el Trabajo, 2021. Uno de los ejes de la Bidenomics, la ley autoriza ayudas de Estado por U$S 1.2 Trillions para las inversiones en transporte e infraestructura, destacando U$S 500.000 millones para 'nuevas' inversiones y programas, todos compatibles con el combate a las emisiones GEI.

4 – Ley de Defensa de la Producción, programa de apoyo a la producción de 'bomba de calor' (*heat pumps*), aislamiento térmico de edificios, fabricación de componentes de paneles solares, transformadores y baterías, en un plan federal y de cooperación con los Estados, que opera bajo condiciones de 'Compre Americano' y Contenido Local Mínimo Americano.

5 – Plan de Acción de Reducción de Emisiones de Metano de los EEUU.

Escenario NDC (APS)

1 – Actualización de las NDC con el objetivo de reducir las emisiones de GEI en un 50 % para el año 2030 (con relación a los niveles de 2005) y meta nacional de alcanzar el Cero Neto en emisiones para el año 2050.

2 – Plan de Acción de Reducción de las Emisiones de Metano en los EEUU 2021. Compromiso para con el Plan Global del Metano.

Políticas para el Sector Industrial y Medidas Modeladas para Escenarios Seleccionados de Regiones y Países

Escenario BAU-STEPS

1 – Acta para la Reducción de la Inflación (IRA),2022: Créditos Impositivos para Manufactura Limpia y aplicaciones CCUS (de orden similar al programa de la UE).

2 – Donaciones para Descarbonización: programa de U$S 100 millones para apoyar a los Estados, a los gobiernos locales y a los servicios públicos a instrumentar programas de compras de bienes derivados de capturas de emisiones de CO2.

Escenario NDC (APS)

1 – Hoja de Ruta para la Descarbonización Industrial del Departamento de Energía: Programa de reducción del 80 % de emisiones con relación al año 2015, provenientes de la eficiencia energética, del CCUS y del cambio de combustibles fósiles por los de baja emisión de GEI.

2 – Iniciativa de Compras Limpias Federales: Programa de Compras Públicas de materiales para la construcción de bajo contenido de carbono.

Iniciativas Políticas Claves en los Estados Unidos de America

1 – Acta de Reducción de la Inflación (IRA) – Compromete aproximadamente U$S 370 mil millones de millones (370 american billions) para la seguridad energética y el Cambio Climático. Parte central de la Bidenomics.

2 – Ley Bipartisana de Inversiones en Infraestructura y Trabajo – Compromete aproximadamente U$S 550 mil millones en inversiones federales, incluyendo U$S 190 mil millones para energía limpia e infraestructura de tránsito masivo.

3 – Plan de Acción de Reducciones de Metano – Focaliza en cortes de emisiones de Metano provenientes de grandes fuentes, incluyendo tierras petroleras y de producción de gas natural, rellenos sanitarios y el sector agrícola.

4 – Metas de Energía Limpia a Nivel Estadual – Electricidad libre de carbono en un 100 % o metas de energía para 2050 en 22 Estados, Puerto Rico y Washington DC.

5 – Estándares de la economía (ahorro) de Combustibles – Requerimiento de mejorar un 8 % por año para vehículos de carga livianos para modelos de los años 2024 y 2025 y un 10 % para los modelos año 2026, todos con relación a los niveles de 2021.

6 – Metas para Vehículos con Cero Emisión (ZEV) – California ZEV órdenes para automóviles comenzando en 2026, creciente a 100 % limpios para ventas del año 2035. Otros Estados han adherido a este programa; California y otros Estados adoptaron normas ZEV similares para vehículos pesados y semi pesados.

Parte Dos: El Upstream Petrolero-Gasífero Cuenta con Recursos

Hacia el año 2010 hubo una fuerte corriente de opinión que asumió que podría estarse ingresando en el *Peak Oil*, el agotamiento del recurso no renovable dominante de la energía, el petróleo. Fueron dos años de dudas y ensayos acerca de la estabilidad futura del combustible.

Como se ha visto en la realidad de la última década, nuevos emprendimientos acudieron a mantener vivo el flujo de petróleo y un desarrollo tecnológico para la exploración y la explotación de yacimientos no convencionales de hidrocarburos, relanzó la producción de petróleo y más significativamente de gas natural.

El *shale* y el *tight gas&oil* no convencionales dieron nueva vida a la industria. En los EEUU, el permiso de explotación de yacimientos no convencionales otorgado por el Departamento de Estado, más una amplia política de ayudas de Estado a nivel federal y local, concretaron la revolución del gas natural. El precio del fluido gaseoso, que había trepado a unos 12 dólares americanos el MMBTU, fue ajustándose a la baja para estacionarse en un *plateau* de entre U$S 2 y 3 por MMBTU.

También hubo nuevos yacimientos de petróleo y gas convencionales descubiertos por todo el planeta y se fue extendiendo y simplificando el proceso de LNG con gasificación en destino, creando un mercado para este gas, aun cuando todavía es pequeño a nivel global. Los fletes se redujeron, hasta el estallido del Covid 19.

Las empresas petroleras atravesaron desde finales del siglo XX y en el siglo XXI un furioso proceso de Fusiones y Adquisiciones (M&A), un movimiento liderado por EXXON que invirtió U$S 80.000 millones para quedarse con Mobil a finales de los años noventa, siglo XX, que volvió a invertir unos U$S 36.000 millones en 2009 en la M&A de XTO Energy y repitió en 2022 al adquirir Pioneer Resources en U$S 64.500 millones. Actualmente, ver Parte Tres, continua el mecanismo de concentración.

La noticia central, detrás de este festival de miles de millones de dólares americanos, es que 'los recursos fósiles no se están agotando' y, más aún, se están consolidando. La amenaza del Cambio Climático no se resolverá por el agotamiento de los recursos naturales energéticos. Ver Tabla 6.

Tabla 6
Evolución de las Reservas de Petróleo, Gas y Carbón
Mediciones de Reservas con Respecto a Producción (R/P) – en años

Año	Petróleo	Gas	Carbón
1980	29,7	50,0	nd
2000	46,0	54,4	nd
2020	50,0	54,0	139
2022	49,7	53,6	175

Fuente – Autores sobre IEA World Energy Outlook 2023

En el año 2022 y en valores absolutos, las Reservas certificadas de petróleo alcanzan a 1.760 miles de millones de barriles y el total de Recursos, que incluyen convencional y petróleo *Tight*, suman 6.142 mil millones de barriles. Las Reservas de Gas Natural suman 222 miles de billones de m3 y los Recursos (Convencional, *Tight* y *Shale*) alcanzan a 803 mil billones de m3. En el caso del Carbón, las Reservas son de 1.074 mil millones de toneladas y los Recursos trepan a 20.804 mil millones de toneladas.

Detrás de estas Reservas y de los Recursos están los países con sus reservorios y las empresas del oligopolio. Entender estos datos ayuda a pensar en la inclinación de la balanza en la COP 28 hacia el *phase down* de los fósiles, en lugar de ir por el *phase out*.

La industria del petróleo y el gas se comporta a través de dos ejes que sugieren que el abandono de los combustibles fósiles no está entre los objetivos verdaderos de las empresas del oligopolio petrolero-gasífero.

Uno es su política de generación de utilidades. Las ganancias de las empresas multinacionales de petróleo y gas, como ser BP, Shell, Chevron y ExxonMobil y las empresas estatales de la OPEP +, como su líder, la firma Saudi Aramco, han duplicado los beneficios promedio de los últimos años, según expresa la Agencia Internacional de Energía (IEA). **En la reunión de la industria petrolera celebrada a comienzos de 2023 en Houston (Texas), el presidente del gigante americano Chevron insistió en que la energía debe seguir siendo crecientemente accesible para los consumidores, más allá de los requerimientos ambientales. A su vez, la OPEP + considera que el consumo mundial del petróleo seguirá aumentando hasta mediados de siglo, a pesar que su participación en el total mundial de este consumo energético declinara**.

El otro eje es la actitud hacia el Cambio Climático que, actualmente, parece inclinarse hacia una cooperación para con los objetivos y metas que resumió el Acuerdo de París (COP 21), pero que durante años y presumiblemente en el presente lleva al oligopolio a preservar su mercado de fósiles.

En marzo de 2023 trascendió que documentos internos divulgados por medios estadounidenses en 2015 mostraron que el gigante ExxonMobil sabía desde hace

décadas del peligro del Cambio Climático causado por los combustibles fósiles, aunque luego en público negaba que esto fuera un problema.

Una revisión publicada en marzo 2023 en la revista Science, que analiza el conocimiento científico que tenía realmente esta compañía de petróleo y gas sobre las consecuencias de sus productos en el clima, concluye que sus proyecciones adelantaban de forma precisa cómo se iba a calentar el planeta desde finales de los años setenta. “Esta es la primera evaluación cuantitativa y sistemática de las proyecciones climáticas de la industria de los combustibles fósiles”, expresa Naomi Oreskes, profesora de la Universidad de Harvard y una de las autoras de la investigación, que afirma: “Entre 1977 y 2003, los científicos de Exxon modelaron y predijeron el calentamiento global con una habilidad y precisión impresionantes. Pero en público la compañía pasó décadas negando esa misma ciencia climática”.

Parte Tres: La Industria Hidrocarburífera está Activa

Un resultado evidente de la COP 28 fue que, reafirmando la validez de las metas del Acuerdo de Paris (2015) sostenidas por la relación entre explotación de combustibles fósiles y CO2 atmosférico, las Partes consensuaron una decisión de iniciar un *phase down* para el carbón, aunque en este caso en realidad es casi un *phase out*, para el petróleo y para el gas natural, con la vista puesta en 2050 y en 2100.

Ese sentimiento general fue materializado por el presidente de la COP 28, Sultan Al Jaber, en el discurso de cierre al afirmar que la era de los fósiles debería terminar, al menos como se los conoce y, para cerrar el círculo de este debate histórico, también las palabras pronunciadas, ya terminado el evento, por el representante de Arabia Saudita, afirmando que no necesariamente el petróleo debería desaparecer, sino transformarse en energía ‘más’ limpia y ser compensados sus efectos ambientales negativos con medidas de Mitigación y Adaptación, sentaron base acerca del protagonismo futuro del petróleo y el gas natural.

En otro enfoque, la Agencia Internacional de Energía (IEA), el *think tank* europeo que estudia los temas energéticos y la conexión ambiental de la energía, presentó el análisis completo de los resultados de correr tres modelos ambientales y confirmó que en el formato Cero Neto en 2050, el que cumple con las metas de Paris, presenta una matriz energética primaria global en la que los fósiles participan en 2050 en un 16,4 % (un 79,7 % en 2022) en la oferta primaria global de energía.

Hasta aquí, una coherencia en que el foco de la solución al problema del Cambio Climático se centra en la reducción drástica de la quema de fósiles.

Sin embargo, la industria hidrocarburífera recorre otros senderos y se respalda en la enorme dimensión de las Reservas (existencias certificadas) y Recursos (existencias medidas, pero no certificadas) disponibles (ver Tabla 4).

Informa el semanario británico The Economist (enero 2024) que en el año 2023, respondiendo a la creación en 2016 de la OPEP +, la misma organización oligopólica de productores de petróleo de la historia solo que ahora sumaba la participación de Rusia y su política de manejo de precios al alza en el planeta, los EEUU decidieron impulsar la producción de petróleo *shale* (no convencional) para combatir la presión alcista del cartel petrolero sobre los precios del combustible.

El resultado fue que esta nueva política de oferta "permitió a América extraer más petróleo que cualquier otro país en la historia, más que compensando los desesperados esfuerzos de la OPEP+ de cortar la producción para inflar los precios del petróleo", informa The Economist.

Ratifica el semanario británico que los EEUU y Canadá, sumados, produjeron más petróleo y gas en 2023 que todo el Medio Oriente, siendo esto calificado por el historiador de energía Daniel Yergin como 'el gran rebalanceo', un movimiento histórico de la producción de petróleo desde el Golfo hacia el hemisferio occidental.

Este hecho iniciado por la nueva política energética de los EEUU puede ser incluido como parte de la fragmentación de la globalización o como un instrumento de la geopolítica comercial o como otro paso en el avance de la 'nueva-nueva guerra fría'.

Sin embargo, en este contexto, las petroleras globales, más simplemente, avanzan sobre el petróleo y el gas natural, invirtiendo en exploración, en la compra de activos petroleros y gasíferos, utilizando el mecanismo de M&A, concentrando el mercado global privado y generando una industria que actúa como si el petróleo fuera un energético eterno. Una sensación, pero también un hecho.

Recientemente se produjeron dos mega negocios en el mercado de hidrocarburos mundial. ExxonMobil se fusionó, como comprador, con Pioneer Natural Resources, otro gigante de la explotación de petróleo y gas no convencional (i.e. *fracking*), a un costo de U$S 64.500 millones y Chevron, el otro líder norteamericano compró Hess, una productora independiente estadounidense por la que pagó U$S 53.000 millones.

Chevron, con esta adquisición, puede doblar en capacidad de extracción a ExxonMobil en la cuenca yacimientos Permian, ricos en *shale* gas y petróleo, ubicados en el sudoeste de Texas, comenzando con una producción de 1.3 millones de bbl y subiendo a 2 millones bbl en 2027. No sólo esto, sino que ahora Chevron formará parte de la asociación que Hess tenía con ExxonMobil para desarrollar la industria petrolera en Guyana, un activo de gran futuro en un petróleo al que se la atribuye 'no ser muy intensivo en carbono'. Al comprar Hess, Chevron accede a la propiedad del 30 % de 11.000 bbl de petróleo equivalentes, según la conversión de Recursos en Reservas a explotar en Guyana.

Además, según informa Bloomberg (octubre 2023), Chevron compra tierras en el golfo de México y en Bakken, una cuenca de esquisto en los EEUU que recientemente alcanzó el pico productivo.

En realidad, ExxonMobil y Chevron con este movimiento suman explotaciones *shale* de gran flexibilidad en la oferta y agregan nuevas apuestas en los yacimientos de las costas de Guyana, un proyecto de largo plazo que aún no ha comenzado, prácticamente. Todo esto en el marco de una gestión ambiental global que apunta al *phase down* del petróleo y del gas.

Analistas del sector sostienen que estas adquisiciones también tienen respaldo ambiental, habrá que ver en qué grado y condición y en este sentido coinciden con la posición de Arabia Saudita, líder de la OPEP +, sobre un futuro con fósiles, pero con emisión de GEI de algún modo controlada vía CCUS, Mitigación y Adaptación. Quizás, también, estas compras sean parte de otro intento de modificar el curso de acción al 2050/2100 de la batalla contra el Cambio Climático liderada por las Naciones Unidas, por el que las petroleras, estas y otras, podrían poner el foco en la eliminación del CO2 del Metano.

A pesar de algunas restricciones al movimiento marítimo de buques petroleros y transportadores de LNG, ocasionadas por la guerrilla Houthi en el Golfo que ataca las naves en el Mar Rojo, los mercados asumen que 2024 será un año en el que la oferta (1.5 Mbbl/día) superará a la demanda (1.2M bbl/día) y que esto se deberá al crecimiento de la producción en los EEUU, en Brasil y en Guyana, según informa el Oil Market Report de la IEA, en enero 2024. Otro indicador de actividad en el sector petrolero mundial, más allá de las discusiones e intenciones en la COP 28.

En contraste, la India, el cuarto contaminador mundial con CO2 (2021), detrás de China, EEUU y la Unión Europea, en este orden, apuesta a un crecimiento importante de la oferta de energía limpia (Renovables), asegurando que en 2030 la mitad de la generación provendrá de Renovables. No obstante, seguirá dependiendo del carbón para el mercado energético y alcanzará un pico de máximo entre 22035 y 2040. En sus NDC la India postula ingresar en el Cero Neto hacia 2070.

CAPÍTULO IV

QUÉ HA OCURRIDO EN LAS CONFERENCIAS DE LAS PARTES CONVOCADAS POR LAS NACIONES UNIDAS

Planteo

La Conferencia de las Partes, un modelo de gestión global que lleva 28 encuentros anuales, multilateral, ecuménico, superando conflictos de la geopolítica mundial, debe ser considerado como un éxito de la diplomacia de las Naciones Unidas.

Los avances en procura de detener y revertir el Cambio Climático no llevan la velocidad que las Partes quisieran y el Calentamiento Global reclama, pero las COP lidian con un problema global que trata de superar el complejo contrapunto de intereses mundiales en un contexto de externalidades que, todas ellas, impulsan decisiones que dejan ganadores y perdedores en términos de la economía individual de los países.

Hay que rescatar reuniones cruciales, como aquella en que surgió el Protocolo de Kioto, ambicioso acuerdo global vinculante y la otra, más exitosa, que alumbró el Acuerdo de Paris (2015) que ha impuesto las metas de éxito en la batalla contra el Calentamiento Global y le ha puesto fecha al punto de llegada, el año 2050.

Otro sello de éxito contundente puede verse en la reciente COP 28 (Dubai, diciembre 2023) que convocó a 154 jefes de Estado y de Gobierno, representantes de 198 Estados Parte (países) y atrajo a 4.900 lobistas de la industria de los combustibles fósiles, en medio de una presencia de 70.000 interesados en los temas de Cambio Climático y el futuro de los energéticos.

Es menester resaltar lo positivo del modelo de negociación global COP, pero no debe olvidarse lo esencial: todo lo que resulta de las COP es de cumplimiento voluntario, consensual y, sobre todo, no reemplaza el pasivo de la falta de gobernanza global. Un problema mundial, sin gobierno mundial.

La denominada COP es la conferencia de las partes nacionales firmantes de la “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático” (CMNUCC), en la actualidad son 198 las naciones firmantes de este acuerdo. Fue en el año 1992 cuando se aprobó la entonces denominada CMNUCC, por las naciones firmantes que entonces expresaron su preocupación por que “Las actividades humanas han ido aumentando sustancialmente las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmosfera, y porque ese aumento intensifica el efecto invernadero natural, lo cual dará como resultado, en promedio, un calentamiento adicional de la superficie y la atmosfera de la Tierra y puede afectar adversamente a los ecosistemas naturales y a la humanidad”.

La primer COP se llevó a cabo en Berlín en 1995 y la COP 28 ha sido la más reciente y tuvo lugar en Emiratos Árabes Unidos en diciembre del 2023. A lo largo de estos 28 años en continuado se han registrado avances en los esfuerzos por reducir las emisiones

contaminantes, pero como se ha visto en la última COP 28 aún se está lejos de poder asegurar la preservación del clima en el planeta para las futuras generaciones.

Principales Hitos de la Gestión de las Naciones Unidas

- 36 AÑOS DESDE PROTOCOLO DE MONTREAL (OZONO) - 1987
- 31 AÑOS DESDE 'CUMBRE DE LA TIERRA' (RÍO-NACIONES UNIDAS)
- 26 AÑOS DESDE PROTOCOLO KYOTO (18 AÑOS DESDE VIGENCIA)
- 14 AÑOS DESDE FRACASO DE COPENHAGUE- COP 15
- 8 AÑOS DESDE EL ACUERDO DE PARIS – PRIMER ÉXITO - COP 21
- 1 AÑO DESDE GLASGOW – COP 26 – LA IMPLEMENTACIÓN
- AHORA – 2023 – COP 28 – EMIRATOS ÁRABES UNIDOS – LOS FÓSILES

Revisando la Historia de las COP: Principales Lecciones Aprendidas

La Convención Marco de Cambio Climático de las Naciones Unidas (UNFCCC) de 1992, fue ratificada por 197 países, incluyendo USA.

El Acuerdo, un mojón histórico, fue el primer tratado de Cambio Climático. Estableció un Foro Anual, la 'Conferencia de las Partes' o COP, con el objetivo de estabilizar la concentración de GEI en la atmósfera. Sus principales resultados fueron el Protocolo de Kyoto y el Acuerdo de París.

El acuerdo UNFCCC, que entró en vigencia en 1994, resultó de la 'Cumbre de la Tierra' y fue el primero en plantear el rol de los humanos en su interferencia con el sistema climático y en aceptar que el calentamiento global era un tema planetario.

El UNFCCC, no siendo un acuerdo que obligaba legalmente a los signatarios a cumplir con la reducción de GEI, ni a cronogramas o metas de reducción, fue ratificado por 197 países (2019) incluyendo USA

Una Mirada a Vuelo de Pájaro de las Conferencias: Selección

COP 1- BERLIN 1995 - En la primera Conferencia, los países firmantes acuerdan reunirse anualmente para mantener el control sobre el calentamiento global y alertan sobre la necesidad de reducir las emisiones de gases contaminantes.

Alemania fue el primer país en acoger la Conferencia de las Partes y si bien no se llegó a grandes acuerdos entre los 118 países que participaron en esta primera COP, su relevancia viene del reconocimiento oficial del problema que supone el cambio climático. Se trata del primer debate a escala internacional del cambio climático y cómo abordar este problema. Se optó por iniciar los estudios y análisis sobre el estado del clima en el mundo para obtener una visión general y más clara de la magnitud de la situación y debatir posteriormente qué medidas son necesarias.

La COP 1 supuso un cambio de conciencia al aceptar que el cambio climático es un hecho real y los problemas que puede derivar del mismo. Es el nacimiento de una transformación social y económica que irá evolucionando hasta la actualidad.

COP 2 - GINEBRA 1996 - La COP2 tuvo lugar del 8 al 19 de julio de 1996 en Ginebra, Suiza. Se tomó nota de su declaración, que finalmente no se adoptó. Simplemente reflejó una declaración de la posición de Estados Unidos presentada por Timothy Wirth, ex subsecretario de Asuntos Globales del Departamento de Estado de los Estados Unidos en esa reunión, que:

- Aceptó los resultados científicos sobre el cambio climático ofrecidos por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) en su segunda evaluación (1995).
- Rechazó las 'políticas armonizadas' uniformes en favor de la flexibilidad.
- Llamada a 'objetivos a medio plazo legalmente vinculantes'.

COP 3 - KIOTO 1997/2005: PRIMER TRATADO DEL CLIMA CON COMPROMISO LEGAL

En la COP 3 (Kioto, Japón) la Conferencia sancionó el Protocolo Kioto que, bajo cobertura legal, requería que los países desarrollados redujeran las emisiones en una media de 5 % por debajo de los niveles del año 1990 e instalaran un sistema de monitoreo de cumplimiento.

El Protocolo de Kioto no obligaba al mundo en Desarrollo a su cumplimiento, incluyendo a China y a India, grandes emisores de GEI. Habilitó la creación de un Mercado de Carbono en el que los países podrían transar unidades de emisiones y aplicar los recursos al Desarrollo (*cap&trade*). Implementación y ratificación fueron los obstáculos.

En noviembre 2000 la negociación colapsó y en marzo de 2001 los EEUU se retiraron del Protocolo considerando que ‘no era bueno para los intereses USA’. Hubo avances en tecnologías verdes, en comercio de emisiones y en reservorios de carbono.

En Bonn (Alemania, julio 2001) un encuentro de la Conferencia de las partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático posibilitó que los países acordaran reglas y metas, pero finalizó sin establecer las sanciones y determinar el órgano encargado de la aplicación de las decisiones y establecer las excepciones a ésta. En esta reunión la UE reiteró la convicción de que asumirá un papel protagónico en la lucha contra el Cambio Climático.

COP 7 - MARRAKECH - MARRUECOS - 2001

Con participación de 167 países, logró un acuerdo en torno a un texto jurídicamente vinculante que traducía el acuerdo político alcanzado en Bonn. Se obtuvieron avances importantes, gracias al apoyo finalmente obtenido de Rusia y Japón, dos socios fundamentales para que el protocolo pudiera ser ratificado por un número

suficiente de países. El compromiso obtenido permitiría obligar a 38 países industrializados a reducir en un 5,2 % sus emisiones totales de gases de efecto invernadero entre 2008 y 2012, con relación al nivel alcanzado en 1990.

El Protocolo de Kioto, tras los avances en Bonn 2001 y Marrakech 2001, entró en vigor en febrero de 2005, cuando un mínimo de países que sumaban el 55 % de las emisiones globales, lo ratificaron. USA no lo ratificó. No volvió al Protocolo.

Entre 2008 y 2012, tiempos de vigencia del primer presupuesto de metas del Protocolo, la UE comprometió reducir emisiones en 8 % sobre niveles de 1990; Japón asumió un 5 % y Rusia prometió no superar el rango de 1990. La elección de 1990 como un *benchmark* fue definida en el Protocolo.

El Protocolo de Kioto no fracasó, fue perdiendo fuerza y su tiempo de vigencia se agotó. Los estudios sobre su performance indicaron que, en una década contada a partir de su vigencia, los GEI se redujeron en un 22 % con respecto a los niveles de 1990 e involucraron a una treintena plus de países desarrollados. Los EEUU no participaron. Algunos análisis posteriores a 2015 arrojaron dudas sobre la dimensión del acierto del Protocolo de Kioto, pero no invalidaron el peso del resultado general.

COP 15 – COPENHAGUE – DINAMARCA - 2009 – EXPECTATIVAS Y FRACASO

La COP 15 estaba concebida como la sucesora de Kioto, en cuanto a la ambición de cerrar un acuerdo global de cumplimiento obligatorio con pautas de reducción de GEI, más exigentes que las planteadas en Japón.

La Ilustración 14 patentiza una escena de la reunión final de los líderes mundiales en la se puede apreciar la sensación de frustración y desaliento por el desacuerdo global sobre temas centrales de la lucha contra el Cambio Climático.

El acuerdo de compromiso logrado en Copenhague, *nonbiding* (no obligatorias), reconoció que la temperatura global no debería superar los 2°C con respecto a los niveles pre-industriales. Los países en desarrollo y los subdesarrollados postulaban un máximo de 1,5°C con relación a 1750.

ILUSTRACIÓN 14
COP 15 COPENHAGUE: EL ÚLTIMO INTENTO DE CONSENSUAR POLÍTICA AMBIENTAL GLOBAL

Top leaders, including German Chancellor Angela Merkel, French President Nicolas Sarkozy, and U.S. President Barack Obama, aren't able to reach a deal in Copenhagen. Steffen

Un informe de la Sociedad Meteorológica Americana (SMA) de 2009 aseguraba que, de no lograrse un tope de 2°C, se habilitaría a que en menos de 100 años la temperatura global fuera catastrófica, ubicándose entre 3,5°C y 7,4°C.

Los EEUU (Barack Obama) no adhirieron a las resoluciones *nonbiding* (no obligatorias) de la COP 15, por considerarlas 'insuficientes'.

COP 21 – PARIS – FRANCIA - 2015 - PRIMER ÉXITO GLOBAL: ACUERDO DE PARIS

El Acuerdo consistió en que los 195 países asistentes a la COP solo 'prometerían' sus metas de reducción de emisiones GEI, no vinculantes y fundadas en el 'mejor esfuerzo'.

Las metas fijadas por los gobiernos se conocieron como 'Contribuciones Nacionales Determinadas' (NDC) con un objetivo: evitar que la temperatura promedio superara los 2°C por encima de los niveles prevalecientes en la era preindustrial y comprometer esfuerzos para mantenerla por debajo de 1.5°C.

En el Art.4-12 del Acuerdo de Paris se estableció que las NDC informadas por las Partes deberían inscribirse en un registro público.

Las metas también apuntaban a alcanzar un nivel de emisiones globales netas igual a cero (*net zero emissions*), donde el volumen de GEI emitido igualara el volumen de GEI removido de la atmósfera, en la segunda mitad del siglo XXI. Esto se conoció como una política climática neutral o *carbon neutral*. (Art.2-a).

El marco de las 'Contribuciones Nacionales Determinadas' (NDC) habilitó la formulación de criterios para su postulación global en la práctica:

1 - Nivel de emisiones en el 2030 por debajo de los niveles presentes. Así, Japón ofrece emitir en el 2030 un 26 % menos que en el 2013.

2 - Reducción en el nivel de emisiones por unidad de PBI. Por ejemplo, China (líder en emisiones) que representa el 28 % de las emisiones globales, ofrece reducir entre 60 % y 65 % sus emisiones por unidad de PBI en el 2030 con respecto al año 2005. Cabe señalar que bastaría que China expandiera su PBI por encima del 4 % anual, para que sus emisiones totales no disminuyan en el 2030 sobre los niveles actuales.

3 - Reducción de las emisiones proyectadas según las proyecciones BAU (*Business as Usual*), es decir siguiendo las practicas actuales. Muchos países han escogido este tipo de metodología para sus NDC.

Estudios sobre el efecto de las NDC presentadas por las Partes participantes de la COP 21, muestran que implican un ascenso de la temperatura casi en el orden de 3°C, o sea el doble de la meta de 1,5°C.

En síntesis, quedaba una tarea enorme por delante y ese pasó a ser el objetivo de las siguientes COP.

Paris fue un primer paso, no suficiente. Las políticas de los países en materia de Cambio Climático a finales de 2021 podrían resultar en un calentamiento global de 2.7°C en el año 2100, el largo plazo, un drástico aumento sobre el nivel actual (Fuente: *Climate Action Tracker, compilado por la NGO de Alemania Climate Analytics y el New Climate Institute).*

Desde Paris (2015), docenas de países sometieron promesas más fuertes. USA, presidencia Biden, anunció en 2021 que los EUA se dirigían a cortar emisiones por 50/52 % en 2030, comparado con los niveles de 2005. Esto es el doble de intenso que lo prometido por Obama. El Congreso, en 2022, pasó legislación que avalaba la promesa Biden.

La Unión Europea, había ‘prometido’ que en 2030 sus emisiones serán solo el 55 % comparadas con niveles de 1990.

China, por su parte, afirmaba que sus emisiones harán pico antes de 2030.

Según el acuerdo logrado en la COP 21 la reducción de las emisiones de CO2 es fijada por cada país y presentadas en sus NDC. Estas metas voluntarias se determinarían periódicamente por cada nación, pero no serían estrictamente obligatorias, sino que se trata de una oferta unilateral y a voluntad de cada país. Las metas *son nonbiding* (no obligatorias).

El texto del acuerdo logrado en la COP 21 fue solo un comienzo positivo, ya que no configuró un compromiso riguroso en el que se determinaran acciones obligatorias capaces de reducir de una manera efectiva las emisiones contaminantes. Ausencia de *enforcement*.

El Acuerdo no avanzó sobre políticas nacionales para con los hidrocarburos fósiles, ni las emisiones de gas metano. Ni sobre el rol de los sectores generadores de GEI (transporte, energía, agricultura, edificios, etc).

Tampoco avanzó en metas y compromisos de mitigación, como ser el control de la deforestación, ni incluyó políticas de apoyo e impulso a la reforestación (adaptación). Muchos estudios sobre el poder mitigante de la reforestación indican que podría contribuir a la reducción de emisiones netas de GEI en un tercio del nivel adjudicado a un esquema '*business as usual*' - BAU.

COP 26 – GLASGOW – ESCOCIA - 2021 – OBJETIVO,AVANZAR PARÍS…EN CAMBIO, SOLO SE DISCUTIÓ EL CASO DEL GAS DE METANO

Un centenar de países suscribieron el 'Compromiso Mundial sobre el Metano'. una iniciativa impulsada por Estados Unidos y la UE con el objetivo de reducir un 30% las emisiones de este gas a 2030.

El metano, CH_4, es responsable de casi la mitad del aumento de 1,2 °C de la temperatura media mundial con relación a la era preindustrial. Su potencial de calentamiento es más de 80 y 28 veces superior al del dióxido de carbono en un horizonte de 20 y 100 años, respectivamente.

Su vida en la atmósfera es más corta (entre 9 y 12 años) que la del CO_2, por lo que si se redujeran sus emisiones se notarían efectos en las temperaturas de una forma más rápida.

Un informe del IPCC sostiene que sin reducir el Metano sería imposible mitigar el cambio climático. Para limitar la temperatura en 1,5 ºC es necesario reducir un 34% las emisiones de metano para 2030. Hacerlo evitaría un calentamiento de hasta 0,3 °C.

COP 27 - MAR ROJO – SHARM EL SHEIK - EGIPTO – 2022 – FINANCIAMIENTO PARA COMPENSAR AL MUNDO EN DESARROLLO, MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN

Dos datos definen el contexto global de la COP 27: (i) en 15 años la población mundial habrá crecido en 1.400 millones de habitantes y el PBI global será el doble del actual, es decir que el futuro es inquietante y (ii) alcanzar la meta de 1.5°c en 2050 implicará reducir las emisiones contaminantes de GEI en un 65 % por unidad de PBI global.

La agenda de la COP 27 planteaba, principalmente, retomar el espíritu de París y ajustar NDC para mejorar las metas 2030 y 2050; apuntar a un mecanismo de imposición (*enforcement*); focalizar en fósiles y metano y evaluar 'mitigación y adaptación'.

Lo relevante se tradujo en el tratamiento de una Agenda real de negociaciones sobre tablas. Tres conceptos principales compusieron el debate en la COP 27:

(i) Pérdidas y Daños (*Loss & Damage*)

- La idea originalmente fue propuesta en 1991 por Vuanatu, una isla del Pacífico, que propuso crear un seguro bajo auspicio de las NU para cubrir (pagar) daños producidos por el aumento del nivel de los océanos.
- Ahora, el planteo es liderado por África e islas del Caribe y el Pacifico. El objetivo es que los países responsables por las emisiones GEI en el pasado, ayuden a pagar los daños ambientales ocurridos en países pobres.
- Los países desarrollados (USA no participa) desde Glasgow COP 21 vienen proponiendo cooperación que, en promedio por país oferente, ronda los U$S 4 millones/año a asignarse a los países receptores. En 2022 y en la COP27, sumó un total de U$S 262 millones, de los que Alemania comprometió el 65 %. Al Gore sugirió que la compensación realmente requería *billions of U$S.*
- El G77, los países menos desarrollados, obtuvieron el apoyo de la COP 27 para instalar un nuevo fondo de compensación en las NU, a ser discutido en noviembre 2023.
- Gran Bretaña planteó limitar la ayuda a 'países vulnerables', excluyendo a China.

(ii) Mitigación

Este pilar del Cambio Climático está en marcha a partir de Paris 2015, cuando se fijaron las metas de temperatura Terrestre 'neutras' a 2030 y a 2050.

Los compromisos (NDC) se revisan país por país, aunque el *enforcement* global aún no se ha instrumentado.

Los contaminantes de GEI están determinados y medidos y las decisiones de mitigación, reemplazar energía de fósiles por renovables y ahorro de energía, se adoptan país por país, pero no hay una coalición que esté reduciendo el uso de fósiles.

La mitigación requerirá enormes inversiones, no solo en renovables sino en redes de distribución de energía limpia y para ofrecer a los agricultores alternativas a la deforestación. También inversiones en tecnologías de ahorro de energía; una estimación de Naciones Unidas sitúa el monto en más de U$S 200.000 millones año para 2030.

(iii) Adaptación

Se limita, aún, a proyectos y a propósitos, pero con escasa acción, en comparación con las inversiones necesarias reducir el calentamiento global. Falta volumen y esquema de financiamiento y coordinación global.

La principal 'adaptación' es la transición de energía base fósiles a energía 'limpia'. Además de 'ambiente', hoy priman temas de seguridad en Occidente. Tecnologías eficientes como las renovables y otras medidas de protección que minimicen el impacto negativo de Cambio Climático, i.e. los vehículos eléctricos, reducen la dependencia de importaciones y se integran a las metas de Paris 2015.

En lo que hace a la infraestructura para combatir el Cambio Climático, las economías emergentes y en desarrollo enfrentan costos más elevados que las economías desarrolladas. El costo de capital para plantas de energía solar en 2021 en Brasil o Indonesia era dos y tres veces mayor que en países OECD.

La ausencia de financiamiento se traduce en que los países ricos, que deben cumplir con el compromiso de Copenhague (2009) de proveer U$S 100.000 millones a los países en desarrollo (no a los emergentes) por año para financiar su transición energética, no lo están haciendo.

Una revisión del espíritu reinante en la COP 27 sobre los temas ambientales de incidencia global, permite resumir los aspectos más destacados, a saber:

- La Unión Europea impuso reducciones de emisiones más estrictas que las vigentes, para un conjunto de sectores no cubierto por el Sistema de Comercio de Emisiones. Afecta transporte caminero y agricultura.
- Gobiernos de los máximos contaminadores están actuando: en EUA el Acta de Reducción de la Inflación; en la UE el Paquete Fit para 55 y el plan RePowereu; en Japón el Programa de Transformación Verde, en India y China variados programas de desarrollo de tecnologías limpias. En países OECD, en general, pican en punta las cadenas de valor de tecnologías de paneles solares y vehículos eléctricos, incluyendo baterías, litio y cobalto.
- La 'comunidad científica' presentó en la COP 27 evidencias de que la Tierra lleva un curso de colisión con la meta de no superar los 1,5°C de calentamiento global (límite de París 2015) hecho que podría suceder en solo 9 años, no en 30 años. Las emisiones de GEI aumentaron 1 % en 2022, aún en presencia de la crisis energética más importante desde 1973 (Primera Crisis del Petróleo).
- Los gobernantes de varios países africanos expresaron que necesitan permisos y recursos para explotar sus recursos fósiles y sacar a sus países de la pobreza. Amenaza de incremento en la producción de combustibles fósiles.

La COP 28 – Dubai – Emiratos Árabes Unidos

Planteo

Entre el 30 de noviembre y el 12 de diciembre de 2023 se llevó a cabo la COP 28 de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la principal actividad anual del planeta respecto al Calentamiento Global, la amenaza estructural al bienestar de la humanidad, en la ciudad de Dubai, Emiratos Árabes Unidos (EAU).

Una 'curiosidad' de esta COP 28 es que se realizó en uno de los principales países productores de petróleo del mundo, un miembro caracterizado de la OPEP (Organización de Países Productores de Petróleo), un integrante representativo de la oferta de fósiles, la coalición de los principales contaminadores ambientales a

través de la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) acumulados en la atmósfera. Este hecho debe verse como un signo del carácter de la Cumbre de las Naciones Unidas.

La Conferencia de Dubai en sí misma es digna de celebrarse como un éxito si se tiene en cuenta que el formato diseñado por las Naciones Unidas, las COP, se llevaron a cabo por veintiocho años consecutivos, constituyéndose como el centro del debate mundial sobre el Calentamiento Global. El acontecimiento recibió 90.000 inscripciones de participantes potenciales, que se concretaron en aproximadamente 70.000 presencias en el Centro de Exposiciones de Dubai para asistir al debate, el doble de la asistencia a la COP 27 celebrada en Egipto en 2022 y contó con 198 países presentes representados por funcionarios oficiales, incluyendo 154 jefes de Estado y de Gobiernos. No solo la cantidad de interesados directos debe destacarse, sino que sorprendió la inscripción y presencia activa de 4.900 lobistas de la industria de hidrocarburos fósiles, i.e. petróleo, gas y carbón, en este orden de importancia, una segunda 'curiosidad' de esta COP 28.

La atracción del encuentro de Dubai 2023 estuvo centrada en dos aspectos de la lucha contra el Cambio Climático: En primer lugar, el motivo formal de la convocatoria consistía en que aquí se iniciaría el primer 'recuento de inventario' (i.e. *stocktaking*) del progreso hacia las metas de Paris (COP 21, 2015) y se formalizaría el compromiso de elaborar un nuevo conjunto de NDC (Contribuciones Nacionales Determinadas), definidos por cada país para su política ambiental sujetas a las determinaciones del Acuerdo de París, una actualización al año 2025 con miras a metas a cumplir al año 2035. Este compromiso destaca el éxito de las definiciones de 2015 en París.

Justamente, el resultado más concreto de la COP 28 lo constituyó la realización del primer 'recuento de inventario' (*Global Stocktake* – GST) del grado de cumplimiento de los compromisos adoptados por las NDC de los Estados Parte. Se trata de una revisión de medio término del progreso que los países participantes de la Conferencia hicieron buscando ajustarse al Acuerdo de París. Se recuerda que la COP 21 fue la Conferencia que limitó la temperatura máxima del planeta compatible con el objetivo de combatir los GEI. Una meta clara, contundente, basada en estudios científicos, que estableció un techo para el Calentamiento Global de 2 º C máximo, pero con una preferencia de mayor margen de seguridad fijada en 1,5 º C, ambos guarismos con respecto a la temperatura de la Tierra en tiempos de inicio de la Revolución Industrial.

Además, la COP 28 planteó la necesidad de triplicar la oferta de 'renovables' y duplicar la eficiencia energética hacia el año 2030, medidas principales de 'mitigación'; también se indicó que deben eliminarse gradualmente las plantas generadoras de EE a base de carbón. Nótese que el término utilizado en la Agenda final de la Cumbre fue '*phase down'*, lo que significa que no necesariamente se apunta a la completa eliminación de dichas plantas. Diferente sería el caso si el término utilizado hubiera sido '*phase out'*, que significa eliminación complete.

Asimismo, se dispuso que debía terminarse con los subsidios a los fósiles. Subrayado de los autores.

En segundo término, pero encabezando el primer plano de las novedades ambientales, en Dubai se debatió por vez primera la transición energética entre un mundo dominado por los combustibles fósiles, principales responsables de los GEI y la energía limpia que, en principio, debería sustituirlos. Esto implicó evaluar y definir el papel de la producción de petróleo y sus derivados, del gas natural y, fundamentalmente, del carbón, como protagonistas del Calentamiento Global, así como las contaminaciones de la atmósfera provenientes del gas de Metano y del Óxido Nitroso, además de otros componentes de menor cuantía.

El objetivo era confirmar la meta de acceder en el año 2050 a una posición ambiental de 'Cero Neto' (i.e. *Net Zero*), instalando la neutralidad del carbono, que es lo que se corresponde con un punto en el que los gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera se equilibran con una cantidad equivalente de GEI eliminados de la atmósfera.

La COP 28: Una Mirada Comprehensiva

El resultado de la COP 28 fue considerado un éxito por las Naciones Unidas y así se desprende de las palabras de cierre pronunciadas por el Secretario Ejecutivo de Cambio Climático de las Naciones Unidas, Simon Stiell: "A pesar de que en Dubai no dimos vuelta la página de la era de los combustibles fósiles, el resultado es que comenzamos a transitar el final de esta era, instalando un campo apto para concretar una transición rápida, justa y equitativa, sostenida por recortes profundos en las emisiones y asistencia financiera incrementada". A partir de la COP 28, continuó afirmando Stiell, "los gobiernos y los negocios deben transformar los compromisos asumidos en hechos concretos de la economía real, sin demora". Subrayado, de los autores.

El Comunicado de las N.U. sobre el Acuerdo de Dubai agrega que debe triplicarse la oferta de energía renovable, como la solar y la eólica, para el año 2030. Pero este cierre confronta con otro, el que realizó el representante oficial de Arabia Saudita que, crudamente, mostró las cartas del grupo de Estados Parte que convoca a los países productores de petróleo, la OPEP.

Una vez cerrada la COP 28, el ministro de Energía de Arabia Saudita, príncipe Abdulaziz bin Salman, presentó su versión de cómo afrontar el desafío del Cambio Climático afirmando que "el resultado principal de la Conferencia fue enterrar el objetivo de eliminar de inmediato la oferta de combustibles fósiles, dejando lugar para que los países pudieran elegir su propio camino". Insistió en que las exportaciones de Arabia Saudita no serían afectadas por las decisiones de la COP 28.

Esta interpretación fue compartida por varias empresas petroleras globales, al mismo tiempo que argumentaron que las negociaciones deberían focalizarse en reducir las emisiones de GEI y no en eliminar la oferta de hidrocarburos fósiles en sí, teniendo en cuenta la existencia y el progreso de tecnologías de 'captura y depósitos de carbono' que permitirían combinar el uso de combustibles fósiles a la vez que combatir la emisión de GEI a la atmósfera.

En términos similares se expresó en la sesión de apertura de la COP 28 el presidente, H.E. Dr. Sultan Ahmed Al Jaber, representante oficial de los Emiratos Árabes Unidos y, a la vez, CEO de la Compañía Nacional de Petróleo de Abu Dabi que unas semanas antes informaba a la comunidad internacional que invertiría "como mínimo unos U$S 150.000 millones en explotaciones petroleras" en los próximos años. Criticado por grupos ambientalistas, en su discurso de cierre de la COP 28, calificó su posición inicial y la de su país sosteniendo que la 'eliminación gradual' (i.e. *phase down*) de los combustibles fósiles es 'inevitable' y que persuadiría a las naciones productoras de petróleo de firmar un "nuevo acuerdo de Cambio Climático".

La visión del Sultan Dr. Al Jaber sobre el éxito de la COP 28, comenzó señalando que se habían comprometido aportes financieros por U$S 85 billones para atender un conjunto de necesidades y se sintetizó en su discurso de cierre, destacando los objetivos de triplicar la oferta de energía Renovable y duplicar la eficiencia energética, introducir el papel de la agricultura, los alimentos y la salud en los temas ambientales, convocar a las compañías petroleras para comprometerlas en el combate al gas de metano y al control de las emisiones de GEI y, enfatizó, sumando consideraciones y texto sobre combustibles fósiles en el acuerdo final, la Agenda de Acciones de la COP 28.

También fue realista al expresar una 'palabra de cautela': "Un Acuerdo es bueno según sea su implementación. Somos lo que hacemos, no lo que decimos. Tenemos que dar los pasos necesarios para convertir este Acuerdo en acciones tangibles".

Concluyó afirmando, "Hemos trabajado duramente para asegurar un mejor futuro para nuestros pueblos y nuestro planeta. Deberíamos estar orgullosos de este logro histórico", al que denominó 'El Consenso de Emiratos Árabes Unidos, "el más ambicioso y comprehensivo conjunto de resultados negociados en la UNFCCC desde la COP 21".

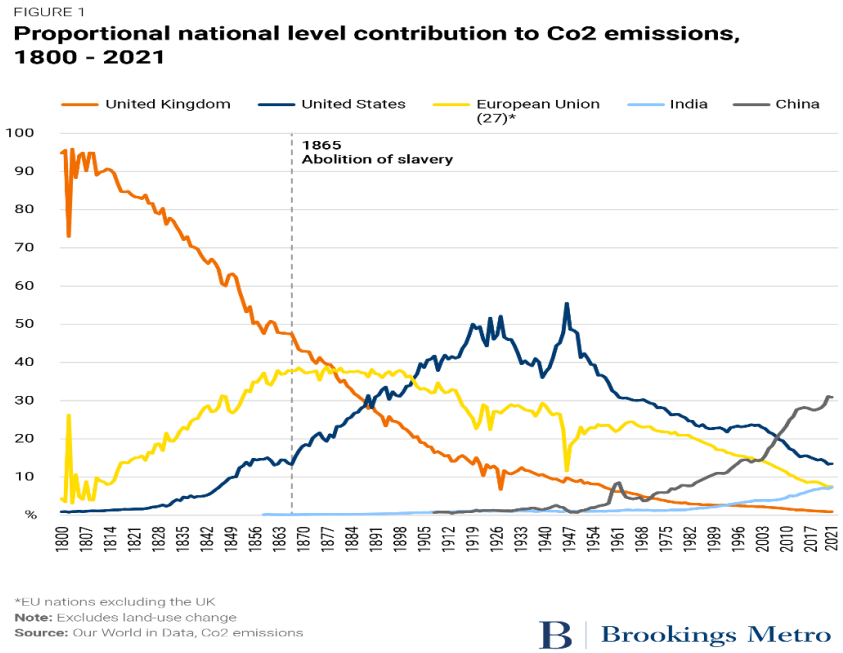
El texto del Comunicado del Acuerdo Final de la COP 28, tras las discusiones sostenidas durante dos semanas en Dubai, deja abiertas puertas que no satisfacen a los ambientalistas como, por ejemplo, cuando afirma que los llamados 'combustibles transicionales' pueden combinar, a lo largo del camino de descarbonización, la seguridad energética con la provisión de energías limpias suficientes. En Dubai estuvo claro que 'combustibles transicionales' refería al gas natural, hidrocarburo al que una parte minoritaria de la comunidad científica considera menos agresiva para el ambiente. Rusia e Irán, impulsaron esta visión.

El otro debate controvertido se dio en torno al uso del carbón como combustible para plantas generadoras de energía eléctrica. El primer borrador del Acuerdo de

la COP 28 urgía a los Estados Parte a no otorgar permisos para instalar nuevas plantas de generación alimentadas con carbón, a menos que garantizaran que capturarían y 'enterrarían' todas las emisiones de Dióxido de Carbono. China e India, que están actualmente construyendo varias plantas para atender la creciente demanda local se opusieron y en la versión final del Acuerdo, esta propuesta desapareció.

ILUSTRACIÓN 15

EMISIONES DE CO2: PRINCIPALES PAÍSES CONTRIBUYENTES – PROPORCIONES, EN %



En la actualidad, China e India son los principales contaminadores, tal como se muestra en Ilustración 15.

La Ilustración muestra la evolución desde comienzos del siglo XIX de las contribuciones a la contaminación de la atmósfera con GEI e informa de la participación porcentual decreciente por parte de los EEUU, la Unión Europea, el Reino Unido de Gran Bretaña, la India y China. En el año 2021 las emisiones de la República Popular China superan a la de los otros grandes contaminadores y las de la India son mayores que las del Reino Unido y similares a las de la Unión Europea.

La Comunidad Científica sostiene que los países deberían reducir las emisiones de GEI en un 43 % para el año 2030, en orden a limitar el Calentamiento Global a 1,5 º Celsius por encima de los niveles pre-industriales para el año 2050. **Si esto no se alcanzara, la humanidad se arriesga a sufrir una combinación de desastres naturales generados por el comportamiento de los humanos, tales como elevación del nivel de los océanos, incendios forestales, sequías extremas y tormentas generalizadas**.

En los hechos, las emisiones de GEI treparon alcanzando un nuevo récord en 2023, confirmando que los países están actuando en un modo tal que la polución atmosférica sólo se está reduciendo en 10 % en la década y el Calentamiento Global está superando los 1,2 º Celsius. Una parte importante de los Científicos cree que finalmente no se podrá limitar el calentamiento a la meta de París, avalando su opinión en que las emisiones deben caer un 7 % anual hasta 2030, para garantizar el acceso a la meta de París de 1,5 º C en 2050.

Los ambientalistas señalan que la producción de petróleo y de gas está aumentando en los EEUU y que Europa está invirtiendo miles de millones de euros en nuevas terminales para importar Gas Natural Licuado (GNL), aprovechando la ventana que le deja la guerra de Rusia con Ucrania.

Otros detalles convalidan la preocupación ambientalista. Un detalle significativo: La provincia canadiense de Saskatchewan gastó U$S 765.000 instalando una sala para promover sus depósitos de petróleo, gas y uranio. A la vez, la OPEP, el cartel global de petróleo, desarrolló su programa 'Modelo OPEP' destinado a solventar la oferta de fósiles en un marco de control de su expansión.

Las dudas sobre la efectividad del Acuerdo de Dubai se asientan en la experiencia de casos anteriores. En 2021, en la COP 26 (Glasgow) se estableció un programa de eliminación gradual (i.e. *phase down*) de plantas generadoras a base de quemar carbón. Sin embargo, el Reino Unido de Gran Bretaña autorizó la explotación de nuevas minas de carbón. En 2022, el uso del carbón alcanzo niveles récord.

En Abu Dabi, un conjunto de países africanos criticó la idea de que 'todos' los países deberían reducir el uso de hidrocarburos fósiles a un mismo ritmo. Ante la carencia de asistencia financiera concesional ajustada a las necesidades, informaron que no tenían más remedio que explotar sus reservas de gas y de petróleo, para crecer y acumular fondos para atacar la transición energética a renovables.

El Acuerdo de la COP 28 resalta la importancia de contar con soporte financiero suficiente para afrontar los programas de mitigación y de adaptación, pero los países OECD decidieron enfrentar este tema en su totalidad en la próxima Conferencia de las Partes que se celebrará en 2024 en Baku, Azerbaijan.

Un punto de cierre para considerar es tener claro que el Acuerdo de Dubai no es de cumplimiento obligatorio para las Partes y por sí mismo no puede forzar acciones por parte de los países. Lo importante del Acuerdo es que envía un mensaje a los inversores y a los políticos en el sentido que el apartamiento de los combustibles fósiles es imparable.

En los próximos dos años, cada país deberá someter a consideración de las Naciones Unidas el plan detallado informando el 'cómo' intentará eliminar la emisión de GEI hacia 2035. El Acuerdo de la COP 28 es la guía principal para este plan.

La Postura de los Dos Países Dominantes en el Consumo de Energía

Los Estados Unidos de América y la República Popular China han celebrado un encuentro bilateral con anticipación a la COP 28, fin de cerrar brechas de interpretación y de acción en torno al Cambio Climático.

El encuentro bilateral, arreglado en la reunión entre Xi Jinping (China) y Joseph Biden (EEUU) celebrada en Bali (Indonesia), se llevó a cabo en dos momentos y lo protagonizaron el Enviado Especial para Cambio Climático de los EEUU, John Kerry y el Enviado Especial para Cambio Climático de la R. P. China, Xie Zhenhua. Una primera instancia ocurrió en Beijing (16 al 19 de julio de 2023) y la segunda y final en Sunnylands (California, entre el 4 y 7 de noviembre de 2023).

Las reuniones finalizaron con una declaración conjunta (i.e. La Declaración de Sunnyland) en la que ambos países se comprometieron a operar y poner en acto la implementación de acuerdos previos aún vigente, pero no utilizados. En particular, esto refiere a la Declaración Conjunta de los EEUU y China de abril 2021, con relación a la Crisis Climática y a la Declaración de Glasgow, de noviembre de 2021, sobre Intensificación de las Acciones sobre el Clima en los años ‘20s del siglo XXI.

Además, acordaron restablecer el Foro de Eficiencia Energética U.S. - China, para profundizar intercambio de informaciones y políticas sobre ahorro de energía y soluciones para reducir el impacto del carbono en la atmósfera, a través de acciones en áreas claves como la industria, los edificios, el transporte y la maquinaria.

Volverían a encontrarse en la COP 28, donde enfrentarían demandas de los ambientalistas, de oficiales de gobierno de los países subdesarrollados, de las naciones – islas y de emergentes que necesitan completar el ciclo para volverse países de ingresos medios altos.

Además, el ‘recuento de inventario’ y la posición sobre el uso de carbón en la generación de energía eléctrica, sería un punto conflictivo para ambos países, que son dos con la mayor reserva de carbón e importantes usuarios de energía a nivel global.

El Caso de los EEUU

Al finalizar la COP 28, el enviado del presidente Biden para Cambio Climático, John Kerry, expresó su visión positiva de haber logrado que ambos países trabajaran cooperativamente a pesar de las diferencias en el formato y ritmo de la transición energética, en especial con el caso del petróleo y, subsidiariamente, el gas natural. Más todavía que este espíritu haya prevalecido en un “mundo con guerras en Ucrania y en el Oriente Medio, con adhesión plena al multilateralismo, defendiendo los intereses particulares, pero con la mirada puesta en el bien común”.

En la opinión de John Kerry, el acuerdo firmado por las 198 naciones para concretar la transición desde los combustibles fósiles a la energía limpia ha sido

“la mayor decisión desde el Acuerdo de París”. Se pudo transitar una negociación dura, planteada entre extremos como la posición de los países más vulnerables a los desastres climáticos, que reclamaban la eliminación inmediata del uso de fósiles y, en la otra punta los exportadores de petróleo, liderados por Arabia Saudita que directamente rechazaron el uso de un lenguaje que diera lugar a pensar en la eliminación de fósiles. En ese marco de negociación se pudo firmar un acuerdo de gobiernos de compromiso sobre metas e instrumentos que se explaya a través de 183 items.

El enviado J. Kerry reconoció que el control del Cambio Climático requiere confrontar con un mundo que demanda crecientemente la provisión de petróleo y de gas. En el propio EUA la producción de petróleo está aumentando y en los EEUU el gobierno del presidente Biden está desarrollando un plan para exportar GNL en mayor escala.

En compensación, la política económica de J. Biden, planteada como ‘centrada en el trabajador, en la clase media y en la vuelta de la política industrial’, en un marco favorable para desarrollar la política ambiental de ‘Cero Neto’, cuenta con la ley ‘Acta de Reducción de la Inflación’ que, a pesar de su denominación, está enfocada mayormente a atacar el Calentamiento Global y asistida por un presupuesto a desplegar en diez años de U$S 260 billones (denominación americana, i.e. billions) solo en aplicaciones a la transición energética. A esto hay que sumar incentivos para la fabricación de vehículos eléctricos, baterías compatibles, paneles solares y bombas de calor, que reducirán la demanda de fósiles, para lo que el Congreso asignó otros 120.000 billones de dólares (denominación americana, i.e. billions).

El Caso de la República Popular China

El enviado del gobierno de China para Cambio Climático, un funcionario a cargo del tema durante las últimas dos décadas, Xie Zhenhua, informó que en 2025 China comunicará nuevas metas NDC y que comunicará también nuevas metas para 2035. Dos temas resultan difíciles de solventar en las COP para China: uno es el momento del ‘pico de energía’, tras el cual deberían disminuir las emisiones, porque China se niega a jugarse a un año determinado que eventualmente pudiera no cumplir y el otro, más serio, es la admonición surgida de la COP Glasgow y transmitida a la COP de Egipto sobre la prohibición de invertir en generación de energía eléctrica a base de carbón. **Este compromiso es de seria dificultad de cumplimiento, puesto que China continúa utilizando Carbón en la matriz energética primaria**.

En la primera conferencia de prensa de la delegación china en la Oficina del Rincón de China en la COP 28, Xie Zhenhua respondió preguntas cuyas respuestas fueron definiendo la posición respecto al Cambio Climático.

En primer término, con relación al Club Climático conformado por algunos países de la Unión Europea, encabezados por Alemania, más los EEUU, Chile, Argentina, Indonesia y otros 36 países con importantes recursos energéticos, convocados para crear un mercado de bonos de carbono, definir precios del carbono y una política unificada de

tarifas, China, excluida del Club por decisión propia, explicó que es su elección no integrar grupos o clubes por fuera de los organismos multilaterales.

Agregó que acerca del impacto de las políticas climáticas, “apoyamos las tecnologías y los productos con cero y bajas emisiones de carbono, los que deben comercializarse de manera justa. Nos oponemos al unilateralismo y al proteccionismo comercial”.

Xie Zhenhua enfatizó que la transición es un proceso doloroso, con diferentes condiciones nacionales, diferentes estructuras energéticas y diferentes dotaciones de recursos que atender y que la transición debe equilibrar la relación entre la seguridad energética, la seguridad alimentaria y la acción climática.

Reiteró la adhesión a la Declaración Sino - Americana de Sunnyland: ‘desarrollar vigorosamente la energía renovable, reemplazar gradualmente el keroseno y el gas con energía renovable y, finalmente, resolver el problema de los gases de efecto invernadero’. Llama la atención y convoca a reflexionar el orden de presentación de las prioridades por parte del vocero de China.

En la visión de la R. P. China, algunas resoluciones son consideradas positivas. Tal el caso de la creación formal del Fondo para Pérdidas y Daños, que se utilizaría para compensar a países subdesarrollados y financiar su presencia en la negociación global. También aprobó la creación de una Cumbre sobre el Metano, convocatoria a cargo de los EEUU, Emiratos Árabes Unidos y China. Una salida de costado para evitar un pronunciamiento difícil en un tema complejo.

En cuanto a la cuestión de la financiación, se han logrado algunos avances bajo el liderazgo de los Emiratos Árabes Unidos. China hará todo lo posible para apoyar a los Emiratos.

Sobre la cuestión más espinosa, la de cuál debería ser la propuesta global con relación al uso de combustibles fósiles, declinó responder y señaló que China está haciendo consultas multilaterales para administrar el tema. En concreto ni *phase down* ni *phase out.*

En general, las respuestas de Xie Zhenhua a las preguntas en la conferencia de prensa fueron elusivas, no comprometedoras. Por ejemplo, preguntado por The Guardian (Inglaterra) si ¿Apoya China la eliminación gradual de los combustibles fósiles?, respondió (textual): “La declaración conjunta de China y Estados Unidos de Sunnyland menciona que necesitamos desarrollar vigorosamente la energía renovable, reemplazar gradualmente el queroseno y el gas con energía renovable y, finalmente, resolver el problema de los gases de efecto invernadero. No predecimos el resultado final, pero aceptamos que refleje las opiniones de todos, refleje la tendencia general de la transición energética, esté en línea con la tendencia general de transformación e innovación, y también esté en línea con el espíritu del Acuerdo de París”.

Preguntado sobre el Club de Eficiencia Energética y la exclusión de China, respondió: “No comento sobre este club”. “Pero apoyamos las tecnologías respetuosas con el clima, los productos respetuosos con el clima, es decir, las tecnologías y los productos con cero y bajas emisiones de carbono. Al mismo tiempo, abogamos por el comercio justo y nos oponemos al unilateralismo y al proteccionismo comercial” (sic).

Criticó el proteccionismo americano sostenido por la ley IRA que, a su juicio, vulnera la condición multilateral de Trato Nacional afirmando que “Los mismos vehículos eléctricos, producidos en Estados Unidos y producidos en otros países para entrar en el mercado americano, ¿por qué no pueden gozar del mismo tratamiento? No creo que sea bueno en este momento y no debería haberlo hecho”.

Se le preguntó si China eliminaría gradualmente en un futuro próximo o si ya no explotará nuevas minas de carbón. Su respuesta fue que China ha anunciado que, durante el período del 14º Plan Quinquenal, es decir, hasta 2025, ‘controlaremos estrictamente el consumo de carbón’. En el 15º Plan Quinquenal, es decir, después de 2025, se reducirá gradualmente el uso de carbón. Además, ‘no construimos nuevas plantas de carbón en el extranjero, que es la política de China que se ha anunciado’.

China y las Energías Renovables

China es un importante productor de insumos para las energías renovables. En el caso del sistema eólico ha sido un exportador de aspas de molinos y de sus motores de impulso, hasta el punto en que hacia finales de 2021 y comienzos de 2022 la Bidenomics reemplazó la provisión desde China por producción doméstica. Pero aun así China es un exportador global significativo. Lo mismo en el caso de paneles solares y, en menor grado, de baterías para energía solar.

En ese contexto, llamó la atención que China no haya firmado el Compromiso de Eficiencia Energética y Renovables Globales en la COP 28, un acuerdo voluntario que compromete a los países suscriptores a invertir en energías renovables al menos por 11.000 GW en 2030 y a duplicar los rangos de eficiencia energética del 2 % promedio actual a un 4 % en 2030.

Hubo tres razones para esta decisión. La primera es que China prefiere adherir, en estos temas de incidencia global, a compromisos multilaterales y en este caso específico a la operatividad de la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés). En segundo lugar, **China no se ve como un productor importante en energía hidráulica y en geotérmica, aunque si en solar y eólica**. Pero además no concuerda con el año de referencia o año base elegido para medir la triplicación a 2030, porque si el año fuera 2023, más probable, no le serviría porque el crecimiento de renovables en ese año fue excepcional. Tercero, es difícil que China pueda duplicar su eficiencia energética a 4 % de ahorro para un mismo resultado en producción (Eficiencia energética es la capacidad de obtener energía aplicando la menor cantidad de insumos o recursos en su producción; es una medida de productividad que debe aplicarse a cada eslabón de la cadena, sea generación de EE, transmisión y

consumo final). A mayor eficiencia energética menor consumo de cualquier tipo de energía y con ello menores impactos ambientales.

Sin embargo, China no se ha opuesto al Compromiso, sólo que no lo ha apoyado francamente.

La COP 28, ¿Para qué sirvió?

Los Resultados de la COP 28: Síntesis a Través de la Lente de las Naciones Unidas

La consideración central del Secretario Ejecutivo de Cambio Climático de las Naciones Unidas, Simon Stiell, está en su frase del discurso de cierre de la COP 28: "A pesar de que en Dubai no dimos vuelta la página de la era de los combustibles fósiles, el resultado es que comenzamos a transitar el final de esta era, instalando un terreno apto para concretar una transición rápida, justa y equitativa, sostenida por recortes profundos en las emisiones y asistencia financiera incrementada" (subrayado de los autores).

La COP 28 tuvo un comienzo promisorio que, en el primer día de deliberaciones, alcanzó un acuerdo para poner en operación el Fondo de Pérdidas y Daños que el mundo subdesarrollado reclamara en la COP 27 (Egipto), logrando compromisos de aportes por un total de U$S 792 millones, a la fecha de finalización de la Conferencia.

La Conferencia de Dubai también convocó la presencia participativa de 52 compañías petroleras nacionales y multinacionales, que acordaron trabajar en metas ambiciosas de descarbonización.

Asimismo, se acordó lanzar una plataforma basada en las oficinas de Naciones Unidas de Reducción de Riesgos de Desastres y de Proyectos, que tomará a su cargo la asistencia técnica a países en desarrollo vulnerables a los efectos adversos del Cambio Climático.

El financiamiento de la lucha contra el Calentamiento Global ocupó el centro de la escena en los primeros días de la Conferencia Dubai 2023. El Fondo Verde para el Clima (GCF), recibió el apoyo de media docena de países que aportaron U$S 3,5 billones de recursos que llevaron el capital operativo a U$S 12.8 billones, para la ayuda total de 31 países miembros. Otros ocho países donantes anunciaron nuevos compromisos hacia el Fondo para Países Menos Desarrollados y el Fondo Especial para el Cambio Climático, por U$S 179 millones y otros U$S 188 millones para el Fondo de Adaptación y se concretaron compromisos de aportes al Fondo para Pérdidas y Daños por U$S 792 millones.

Estos movimientos presentados en las primeras horas del encuentro de Dubai son pasos en la dirección correcta, pero en todos los casos quedan cortos de los reclamos y de las necesidades del planeta.

Según la Agencia Internacional de Energía (IEA) se requeriría una inversión anual en el sector energético de entre U$S 5 trillones y U$S 7 trillones, comparado con la cifra actual

de inversiones anuales que se ubica en U$S 2 billones, datos en notación de los EEUU (i.e. *Trillions, Billions*). El conjunto de cifras que invoca como necesarios para financiar a los países en desarrollo el Inventario de la COP 28 (*Global Stocktake*) es aún superior a estas cifras.

Las discusiones planteadas en el 'Recuento de Inventario' de la COP 28 (i.e. *stocktake*) con relación a la meta de requerimientos financieros de los países en desarrollo, giraron en torno a la definición de un nuevo objetivo que parte de la línea de base de U$S 100.000 millones por año para 2024, cifra a ser ajustada en ocasión de presentar los nuevos planes para atacar el Cambio Climático a ser presentados en 2025.

La visión completa de las Naciones Unidas, la organización convocante, abarcó el conjunto de discusiones y temas puestos a debate en la cumbre de Dubai que, en una enumeración simplificada dada a conocer por el Secretario de las Naciones Unidas, Simon Stiell, presenta los acuerdos y consensos de la COP 28:

- Triplicar las Renovables y duplicar la eficiencia energética subiendo de 2 % a 4 %, creando un marco para el objetivo global en Adaptación al Cambio Climático.
- Poner en marcha el Fondo de Daños y Pérdidas, a través de un pago adelantado de recursos por parte de los países desarrollados.
- Considerar a los anuncios de Dubai como una iniciativa propia de una línea de tiempo y no de una línea de llegada.
- Transformar los compromisos en resultados, sin dilaciones, es la acción que se espera por parte de los gobiernos y los hombres de negocios.
- Transmitir una señal de que la utilización de fósiles lleva a la contaminación y al Cambio Climático, es uno de los principales resultados de la COP 28.
- Informar que las COP trabajan sobre la base de consenso absoluto y, por ende, los resultados muestran avances paulatinos.
- Enfatizar que si no hubieran existido las 28 COPs el mundo estaría caminando hacia un calentamiento global de 5º C, lo que significaría la desaparición de especies y el daño a los humanos.
- Mejorar el ritmo de avance en la lucha contra el Calentamiento Global, que actualmente transita hacia los 3º C, es uno de los consensos más claros de la COP 28. Avanzar más rápido es el mandato.
- Poner el Acuerdo de París a funcionar globalmente, reclama progresar en el cúmulo de trabajos a emprender.
- Entregar a las NU las nuevas Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC), es un compromiso de las Partes para el año 2025.
- Definir los compromisos de las NDC tal que el financiamiento de la adaptación y de la mitigación, apunte a los 1,5 º de temperatura.
- Preparar y someter a las NU el primer reporte de Transparencia Bienal al final de 2024 es un deber de los países parte de la Conferencia.

La consideración de cierre por parte de Stiell es que la COP 28 entrega dos marcos para actuar: un programa de acción para Cambio Climático actual y una plataforma para

apuntar a los próximos años cruciales, el lapso crítico que precede a la meta de medio tiempo en 2030.

En la COP 29, a reunir en Azerbaijan en 2024, el objetivo será acordar una meta ambiciosa para el financiamiento de la transición, sobre la base de la entrega de los resultados de la COP 28. Todos los aspectos del financiamiento para el plan global ambiental quedaron para ser tratados en la próxima COP.

En la COP 30, a celebrarse en Brasil en 2025, se establecerá la mayor parte de las Contribuciones Determinadas Nacionales quinquenales, compatibles con el límite de temperatura de 1,5ºC y cubriendo todos los Gases de Efecto Invernadero. Asimismo, las Partes deberán entregar sus Planes Nacionales de Adaptación a ser completados para el año 2030.

Aspectos Críticos de la COP 28 en la Visión Oficial de NU: El Vaso Medio Vacío

Los 183 items que componen el Primer Recuento de Inventario (*stocktake)* del grado de cumplimiento de los Acuerdos de París, que se presentan en la Agenda de Acciones del 12 de diciembre de 2023 (FCCC/PA/CMA/2023/L.17), incluyen resultados, consensos, que encienden luces amarillas, sino coloradas en casos, sobre los avances en la lucha global contra el Cambio Climático.

La segunda consideración expresada en la Agenda informa que “A pesar del progreso general sobre mitigación, adaptación y medios de instrumentación y apoyo, los Estados Parte, tomados colectivamente, no están en el sendero hacia el logro de los propósitos del Acuerdo de Paris y sus metas de largo plazo”. Subrayado de los autores.

Complementariamente, afirma que “Las respuestas ofrecidas por la Adaptación son fragmentadas, específicas para algún sector y distribuidas desigualmente a través de las regiones y que, a pesar del progreso logrado, existen brechas significativas de Adaptación entre sectores y regiones que se incrementan en medio de los niveles corrientes de instrumentación”.

En el último item de la sección Análisis de Contexto y Evaluación Transversal, la Agenda sostiene “Notamos con preocupación las brechas existentes desde antes de 2020 en Mitigación e Implementación por parte de los Estados Parte desarrollados y que la indicación hecha anteriormente por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de que estos países redujeran las emisiones entre 25 % y 40 % por debajo de los niveles de 1990, no se alcanzó”.

Al evaluar los resultados y progresos colectivos hacia el cumplimiento de los objetivos de largo plazo establecidos por el Acuerdo de París (Artículo 2, parágrafo 1 ‹(a – c)›, la Agenda informa en el parágrafo 21, que “Son preocupantes los resultados presentados en la última versión del reporte síntesis sobre NDC que la puesta en práctica (implementación) de las NDC reducirían las emisiones en el año 2030, en promedio, en un 2 % en comparación con el nivel de 2019 y plantea que se requerirán reducciones mayores para alinear la trayectoria de emisiones de GEI

con la meta de temperatura del Acuerdo de París y, además, reconoce la necesidad de cerrar esa brecha con urgencia".

Este juicio sobre el estado del arte en Mitigación, mostrado en el item 21 de la Agenda de Acciones de la COP 28, ajusta el caso Mitigación a la realidad tangible, calificando dos comentarios precedentes (ítems 19 y 20), políticamente correctos, que consideraron positivo que todas las Partes comunicaron sus NDC de modo transparente ofreciendo información de utilidad, así como que 68 Estados Parte comunicaron que cumplirían con las metas de París en cuanto a neutralidad climática, de carbono, de GEI y/o de Cero Neto tal que, de cumplir con sus objetivos, permitirían llegar a 2050 con un incremento de temperatura menor a 2 º C.

La realidad superó el relato. Como se ve, mientras los positivos de parágrafos 19 y 20 son potenciales, la realidad que muestra el parágrafo 21 es contundentemente negativa.

En el item 27 de la Agenda, posiblemente la luz amarilla más intensa de la COP 28, se concluye con el reconocimiento de que para limitar el Calentamiento Global a 1,5 º C con ningún o con un limitado rebasamiento (i.e. *overshooting*), se requieren reducciones profundas, rápidas y sostenidas en las emisiones globales de GEI, por un margen de un 43 % en 2023 y un 60 % para 2035, con relación a los rangos del año 2019 y, además, alcanzar emisiones Cero Netas de Dióxido de Carbono para 2050.

Aspectos Positivos de la COP 28 en la Visión Oficial de N.U.: El Vaso Medio Lleno

En parágrafos 6 y 7, la Agenda consigna como positivo, al coincidir con lo postulado en el Artículo 3, parágrafo 2 del Acuerdo de París, que las Partes impulsan las acciones que respetan el principio de equidad y de responsabilidad común pero diferenciada según las distintas capacidades de los países, así como tengan en cuenta las diferentes circunstancias nacionales.

La Agenda también resalta como positivo que la COP 28 haya ratificado que "fueron las actividades humanas las responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero que causaron el Calentamiento Global de aproximadamente 1,1 º C".

Se acepta positivamente el progreso significativo hacia el Acuerdo de París, medido como comparación entre los resultados de una implementación completa de las NDC de los países, que limitó el Calentamiento Global a un incremento de temperatura del orden de 2,1ºC a 2,8ºC, con relación al potencial aumento de 4ºC que pudiera haber habido y que surge de la mayoría de los estudios de Cambio Climático realizados antes de la aceptación del Acuerdo de París.

Se reconocen como positivos los planes y los esfuerzos de aumentar la capacidad de Adaptación, informados en los Planes Nacionales de Adaptación, en las Comunicaciones de Adaptación y en las NDC, así como las presentaciones de 51 Estados Parte que

presentaron Planes Nacionales de Adaptación y 62 otras Partes que enviaron Comunicaciones de Adaptación.

Los Resultados de la Conferencia sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas – Dubai (2023): Un Escrutinio Independiente de la COP 28.

El acuerdo de consenso a la finalización de la COP 28 dice que se acordó "el comienzo del final" de la era de los combustibles fósiles, al nivelar el campo para una transición rápida, justa y equitativa, sostenida por cortes drásticos de las emisiones y recursos financieros abundantes. En el corto plazo, las Partes deben plantear metas de reducción de emisiones ambiciosas y de amplio alcance en la economía global, cubriendo todos los GEI, los sectores productivos y las categorías de usos, tal que estén alineadas con la meta de 1,5 º como límite en la próxima ronda de planes de acción climáticos (conocidos como Contribuciones Determinadas Nacionales – NDC) para el año 2025.

Este es el extenso *motto* con el que cerró la COP 28, para satisfacción de los representantes oficiales convocados a Emiratos Árabes Unidos, una sentencia que oculta los enfoques encontrados y no conciliados entre el conjunto de los países petroleros, los países pobres con petróleo y las empresas de la industria del petróleo que confrontan con la visión del resto de la humanidad, que sólo sufre el Cambio Climático.

El *motto* de la COP 28 tampoco refleja el total de políticas y acciones faltantes para reducir las emisiones de GEI, casi no considera el insuficiente proceso de inversión en Mitigación y los escasos programas y recursos para desarrollar Adaptación ambiental. En cuanto al aporte de recursos monetarios, si bien en esta COP se superaron largamente los aportes comprometidos en otras reuniones anteriores, los compromisos actuales quedan cortos, también largamente, de las necesidades reales de los países en vías de desarrollo.

El *motto* citado como 'consecuencia y consenso principal' no incluye un acuerdo plasmado en la Agenda de Acciones que, por vez primera, presenta compromisos y declaraciones acerca de transformar los sistemas de producción de alimentos y de cuidado de la salud, así como ambiciones de impulsar iniciativas de descarbonización en las industrias pesadas.

Los próximos dos años serán cruciales en el combate al Cambio Climático. En la COP 29 (2024) los gobiernos deberán establecer una meta de financiamiento de gran escala y aplicación inmediata y en la COP 30 (2025) los Estados Parte deberán presentar las nuevas NDC que abarquen el ataque a todos los GEI y estén en línea con el límite de 1,5 º C.

Conclusiones de la COP 28 en una Visión de las N.U. de Detalle

Conclusiones Generales: Marco y Contexto

Las conclusiones presentadas precedentemente en los párrafos superiores inmediatos resumen las limitaciones de la COP 28 y los aciertos de la Cumbre.

En particular se destaca el objetivo de triplicar la energía de Renovables y duplicar la Eficiencia Energética, que requerirá una inversión en la transición energética del orden de los U$S 4,5 trillones (denominación US). Siguiendo las recomendaciones de la Agencia Internacional de Energía (IEA) un total de 117 países adhirieron a la meta de triplicar (llevar la capacidad de Renovables a 11.000 GW) y duplicar la mejora en eficiencia energética.

El objetivo de reformar la demanda de materias primas agrícolas y alimentos como forma de reducir las emisiones de CO2 y de Metano de este sector productivo, teniendo en cuenta que se le asigna la responsabilidad de generar el 30 % de las emisiones globales, fue uno de los puntos novedosos de la COP 28. EAU fue el impulsor de la Declaración de Agricultura Sostenible, firmada por 134 países que se comprometen a incluir las emisiones de la agricultura y la ganadería en sus acciones nacionales climáticas.

Los objetivos apuntan a conservar, proteger y restaurar el suelo y los ecosistemas naturales, la biodiversidad y modificar las prácticas de producción alejándolas de aquellas que son contaminantes. Para ello, el compromiso de los 134 firmantes fue integrar la agricultura y los sistemas de alimentos a las NDC, a los Planes Nacionales de Adaptación, a las Estrategias de Largo Plazo, a las Estrategias Nacionales de Biodiversidad y a los Planes de Acciones.

En general, se comprometen a revisar u orientar políticas que aporten a soluciones para seguridad alimentaria, generación de ingresos para reducir la pobreza, disminuir las emisiones de GEI y hacer sustentable la agricultura. Primeros pasos de una propuesta que se ajustará en el tiempo. Entre los 64 países que no firmaron se destacan India, Rusia, Irán, Bolivia y Argentina. En la próxima COP se 29 evaluará la marcha de la propuesta.

Otra novedad de la COP 28 fue la Cumbre sobre el Metano y Otros Gases no GEI, promovida por la presidencia, EAU, en conjunto con los EEUU y la República Popular China. Esta propuesta movilizó U$S 1,2 billones para apoyar la diseminación de acciones que limiten la contaminación de este gas, al que se lo reputa como 80 % más poderoso que el CO2, aunque de efectos menos duraderos. El Banco Mundial comprometió fondos para 15 países que presentaron programas nacionales de reducción de emisiones de Metano por hasta 10 millones de toneladas en un período de 5 a 7 años, especialmente en la producción de arroz, carne bovina y residuos de la agricultura.

El Caso Mitigaciones

Un fracaso en el plan de Mitigaciones sería el primer golpe negativo central para la lucha contra el Cambio Climático, un movimiento que derrumbaría el Acuerdo de París. Hubo conciencia de este condicionante en la COP 28.

Mitigación implica reducir el impacto negativo del Cambio Climático, volverlo menos severo, amortiguarlo suficientemente, disminuyendo la emisión de GEI a la

atmósfera o reducir las fuentes de emisiones, por ejemplo, reemplazando combustibles fósiles por energía renovable o evitar la desforestación y reforestar o capturar los GEI y depositarlos en lugares seguros terrestres u oceánicos. En síntesis, Mitigación es la acción de los seres humanos que reduce las emisiones GEI y/o impulsa procesos de Captura y Depósito de los contaminantes.

En la Cumbre de Dubai se reconoció la necesidad de reducir las emisiones GEI de forma "sostenida, profunda y rápida, en línea con el camino que lleva hacia la meta de 1,5 º C" y de reclamar a las Partes su contribución a los esfuerzos globales, en el marco de formas nacionales, tomando en consideración el Acuerdo de París y las diferentes circunstancias, senderos y enfoque de cada Estado Parte". En particular:

a) Triplicar la capacidad global de energías renovables y duplicar la tasa anual global promedio de mejoras en la eficiencia energética para 2030;
b) Acelerar los esfuerzos hacia la eliminación de las centrales de energía a carbón aún en funcionamiento (textual);
c) Acelerar los esfuerzos globales hacia sistemas de emisión de Cero Neto, utilizando combustibles de Cero o de Bajo Carbono, para antes o alrededor de la mitad del siglo XXI;
d) Desarrollar la transición de sistemas de energía basados en combustibles fósiles, de una forma justa, ordenada y equitativa, en modo acelerado y en esta década crítica, para poder alcanzar Cero Neto en 2050, siguiendo las enseñanzas de la ciencia;
e) Acelerar el uso de tecnologías de baja emisión, como ser Renovables, Nuclear, de Abatimiento, Remoción y Captura e impulsar la producción de hidrógeno de bajo-carbono;
f) Acelerar y reducir sustancialmente las emisiones de Dióxido-No-Carbono, incluyendo particularmente las emisiones de Metano, para el año 2030;
g) Acelerar la reducción de emisiones de transporte vial, recurriendo a infraestructura y vehículos de cero y baja emisión;
h) Eliminar gradualmente los subsidios a los combustibles fósiles que no se dirigen a combatir la pobreza energética o la transición justa, tan pronto como sea posible;
i) Reconocer que los combustibles transicionales pueden jugar un papel en facilitar la transición energética a la vez que asegurar la seguridad energética;
j) Incrementar el acceso, en términos de costos y de tecnología, a técnicas de mitigación, notablemente energía solar y eólica, así como depósitos, continuando con el proceso de abaratamiento y simplificación de las mismas, apoyado en ganancias de escala y manufactura simple.
k) Conservar, proteger y restaurar la naturaleza y los ecosistemas que apuntan a alcanzar las metas de París, incluyendo detener y revertir la deforestación y la

degradación forestal, para el año 2030, en concordancia con el artículo 5 del Acuerdo de Paris.

l) Conservar la biodiversidad terrestre y marina que actúa como sumidero, reservorio y depósito de GEI.

m) Incentivar el cambio de estilo de vida, incluyendo la promoción de la economía circular.

Cabe notar que el consenso reflejado en el punto i) ut supra dejó claro, como resultado del debate, que 'combustibles transicionales' refería al gas natural, al que se lo considera como menos contaminante que el carbón y el petróleo.

El Caso Adaptaciones

Un fracaso en Adaptaciones para combatir los efectos del Cambio Climático sería el segundo factor de riesgo grave ante el Calentamiento Global. El ejercicio de Recuento de Inventario (GST, por sus siglas en inglés, el Stocktake) generó 14 observaciones por parte del Presidente de la COP 28, presentadas en el Draft Decision -/CMA.5 el 12 de diciembre de 2023. El procedimiento permitió recaudar U$S 188 millones en la Cumbre de Dubai para el Fondo de Adaptaciones de las Naciones Unidas, un monto sin precedentes, pero menor que la meta fijada por NU en U$S 300 millones y sustancialmente inferior que los U$S 215 billones por año que requieren los países en desarrollo para invertir en Adaptaciones, en función de la meta fijada en el Acuerdo de París para la temperatura del planeta. La posición de la COP 28 en este tema está plasmada en el parágrafo f), seguidamente.

Adaptaciones refiere a acciones tomadas a niveles nacionales, regionales y locales para reducir los riesgos derivados del Cambio Climático (vg. inundaciones, temperaturas extremas, sequías, altura y acidez de los océanos, precipitaciones y tormentas, etc.), una suerte de administración del riesgo ante peligros climáticos extremos. En la práctica, se trata de inversiones de protección ante la eventualidad de eventos graves provenientes del Cambio Climático. Por ejemplo, los Países Bajos están invirtiendo en una pared hundida en el mar para proteger a los polders de una eventual suba del nivel del mar, a un costo estimado de Euros 35.000 millones.

El marco del análisis de los resultados en materia de Adaptación al Cambio Climático, posibilitó invitar a los Estados Parte a que presenten sus Planes Nacionales de Adaptación, sus Políticas y la planificación del proceso para el año 2025 y a que avancen en la implementación de los mismos, a fin de completarlos hacia el año 2030, para continuarlos en años futuros, cumpliendo las metas siguientes:

a) Introducir políticas de reducción del desperdicio de agua y asegurar el acceso al agua potable, así como incrementar las instalaciones sanitarias que aumenten la resiliencia climática;

b) Asegurar la resiliencia climática de la producción de alimentos y de agricultura, incluyendo la distribución compatible con una adecuada nutrición;
c) Alcanzar resiliencia contra impactos negativos sobre la salud atribuibles al Cambio Climático, así como promover servicios de salud sustentables;
d) Proteger los ecosistemas y la biodiversidad terrestres, fluviales, marinas, costeras y de montaña, reduciendo los impactos del Clima;
e) Reducir sustancialmente los efectos adversos del Cambio Climático sobre la erradicación de la pobreza;
f) Enfatizar que el Cambio Climático depende fuertemente de acciones de mitigación y adaptación de corto plazo, particularmente en esta década y que el financiamiento de los países desarrollados hacia los países en desarrollo es un instrumento crítico;
g) Señalar que el seguimiento de los logros en Adaptación en tiempo real es esencial para mejorar la calidad de las advertencias sobre acciones de Adaptación;
h) Reiterar que mejorar los inventarios nacionales de impactos climáticos, incluyendo los sistemas de alerta temprana, mejoran las acciones de Adaptación;
i) Recordar el llamado del Secretario General de las NU de marzo 2022, reclamando a los Estados Parte desarrollados, a las instituciones financieras internacionales y a las privadas apoyar con recursos la implementación del Mecanismo Financiero para implementar la Iniciativa de ‘Alertas Tempranas para Todos’;
j) Alentar la implementación de soluciones integrales y multi sectoriales en la Agricultura (manejo de la Tierra, agricultura sostenible), así como facilitar la expansión de sistemas resilientes de alimentos y de mecanismos basados en ecosistemas;
k) Recordar que las guías para Comunicaciones de Adaptaciones deben revisarse en el año 2025;
l) Considerar que la Evaluación de Impacto, Vulnerabilidad y Riesgo de los impactos, peligros y amenazas del Cambio Climático para el año 2030, debe estar revisada constantemente y que para 2027 deben establecerse sistemas de alerta temprana multi-amenazas y mejorar los datos relacionados con impactos climáticos;
m) Plantear, hacia el año 2030, los Planes Nacionales de Adaptación, instrumentos de política y estrategias cubriendo ecosistemas, sectores y población vulnerables;

En todos los casos, los esfuerzos con relación a las metas deben ser hechos en función de los objetivos de los países, de acuerdo a cada circunstancia y tomando en cuenta la erradicación de la pobreza, sin constituirse en una base para comparación entre Estados Parte.

El Caso 'Medios de Implementación y Soporte'

Financiamiento

Este aspecto de las conclusiones refiere a los artículos 2, 4 y 9 parágrafos 1 a 4 del Acuerdo de Paris.

Se destaca la brecha creciente entre las necesidades de los Estados Parte en vías de desarrollo, especialmente los más sometidos a amenazas climáticas, derivadas de circunstancias macroeconómicas difíciles y el apoyo recibido para sus esfuerzos en NDC, señalando que esas necesidades financieras se estiman en U$S 5,8-5,9 Trillones para el período 2024-2030.

También se resalta que las necesidades de financiamiento para Adaptación en países en desarrollo se estiman en U$S 215-387 billones anuales entre 2024 y 2039 y que se necesita invertir unos U$S 4,3 Trillones por año en energías limpias hasta 2030, incrementándose más adelante a U$S 5 Trillones por año hasta 2050, de modo de alcanzar Cero Neto emisiones en 2050.

La Convención reconoce el valor de los compromisos presentados por 31 contribuyentes para la 2da Reposición del Fondo Verde para el Clima, que lleva el monto recaudado por el Fondo a U$S 12,8 billones, los que serán usados para financiar soluciones contra impactos de Cambio Climático y proteger a las comunidades más vulnerables, en el programa del ciclo 2024-2027.

No obstante, la COP 28 "nota con profundo pesar que la meta de los países desarrollados de movilizar U$S 100 billones por año hacia el 2020, en el contexto de acciones significativas de mitigación y de transparencia en implementación, no se cumplió en 2021". Asimismo, reclama a las Partes aportantes completar la entrega de fondos a los países en desarrollo por el monto anual de U$S 100 billones, hasta el año 2025, de modo de reducir la brecha financiera para los planes de Adaptación en el mundo en desarrollo y duplicar el aporte colectivo para financiar Adaptación al Cambio Climático en 2025, con respecto al monto establecido en 2019.

Desarrollo y Transferencia de Tecnología

Simplemente, señala la brecha y los desafíos en desarrollo tecnológico y transferencia de tecnología en materia de Adaptación y Mitigación y alienta el progreso del Mecanismo Tecnológico, integrado por el Comité Ejecutivo de Tecnología y el Centro y la Red de Tecnología Climática, incluyendo el programa conjunto para el período 2023-2027.

Construcción de Capacidades

Señala que los países en desarrollo enfrentan dificultades para implementar el Acuerdo de París, tanto en formación profesional como en capacidad institucional y asistencia técnica y convoca al mundo desarrollado a cooperar para construir capacidad. Para ello se solicita que se compartan plataformas, se intercambien conocimientos y experiencia de los países y se colabore en la difusión de buenas prácticas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Lo que se destaca de manera evidente es que el camino hacia la primera etapa de control de la Hoja de Ruta al 2050, que debe registrar datos de comportamiento del Cambio Climático en el año 2030, no está teniendo el ritmo de cumplimiento necesario de las NDC. Este hecho simplemente informa que entre 2024 y 2030 habrá que redoblar los

esfuerzos imaginados y prometidos para cumplir con los requerimientos del Acuerdo de París definidos en 2019.

Es importante destacar que, como expresó Vicente Barros, “los importantes intereses económicos que se verían afectados por los cambios necesarios para enfrentar el Cambio Climático no son indiferentes y condicionan las posiciones políticas de los países respecto al Cambio Climático, ya que la mayor parte de las reservas comprobadas de carbón y de hidrocarburos quedarán bajo tierra y generarán un quebranto financiero para los dueños de los yacimientos”[20].

La Institución Oceanográfica Scripps, que trabaja con los datos que releva el Observatorio Mauna Loa (Hawaii), informa que al ritmo actual de aumento de CO2, el planeta estaría cruzando la barrera de 450 ppm en menos de ocho (8) años.

El Observatorio Mauna Loa, la IEA y el IPCC informaron que la temperatura media de la Tierra en 2023 fue de 1.2º C, pero que tuvo picos de hasta 1.5º C.

Asimismo, los relevamientos sobre emisiones al 31 de diciembre de 2023 dan cuenta que las emisiones de CO2 alcanzaban a 423,26 ppm, es decir que al fin del año anterior quedaban apenas 26,7 ppm para alcanzar el nivel meta de 450 ppm.

Los tres indicadores de evolución del camino hacia el Cero Neto citados en los párrafos precedentes inmediatos dan cuenta de que no se avanza positivamente.

El relevamiento de fenómenos ambientales, muchos de ellos ‘extremos’, que azotaron la Tierra da cuenta que el planeta atravesó en 2023 impactos de Olas de Calor, Sequías, Inundaciones, Incendios Forestales, Aumento del Nivel de los Océanos, Deshielos y crisis ambientales, vinculadas con el Cambio Climático.

Las emisiones de CO2 relacionadas con la energía, treparon a un máximo histórico de 37 Gt en 2022, según informa la IEA.

En este marco de no cumplimiento del ritmo de implementación de las medidas para combatir el Calentamiento Global, se desarrolló el encuentro de la COP 28, en Dubai, diciembre 2023.

La COP 28 generó lineamientos para escribir un programa global, pero en una formulación provisoria, destinado a atacar de modo determinado y controlable el Calentamiento Global y su correlato, el Cambio Climático. Esto resulta claro a partir de los consensos logrados que, aunque frágiles por la amplitud y profundidad de requisitos de cooperación internacional que requieren, fueron facilitados por la disminución en el uso de eufemismos ambientales y la paulatina desaparición de ‘relatos’ sobre el Cambio Climático que sobrevolaron los primeros días de la cumbre de Dubai. La realidad dominó finalmente el debate. Los resultados de la COP 28 hoy, ofrecen un esqueleto de sostén

[20] Vicente Ricardo Barros, De Cautivos a Señores del Clima. Historia y Cambio Climático. E Book, versión Kindle. Ver https://www.amazon.es/

de una política ambiental pública global y un programa de acción de amplia adhesión, que hasta podrían ser vistos como una segunda etapa del Acuerdo de Paris, 2015.

El programa se asienta en una primera definición acerca del destino futuro y final de los combustibles fósiles en la matriz energética global. La desaparición en el documento final de la propuesta de phase out para los hidrocarburos fósiles, así como en las presentaciones colaterales posteriores de los actores principales y su reemplazo por otra postura más realista y componedora, introduciendo el phase down para los fósiles, es un cambio copernicano en la política ambiental global. Une en un solo eje a los países productores de petróleo y gas con empresas de propiedad de los Estados (vg. Arabia Saudita, EAU y Qatar, Rusia con Gazprom, China con CNPC Malasia con Petronas, Venezuela con Pdvsa) con los gigantes de la OECD (i.e. ExxonMobil y Chevron, de los Estados Unidos y las europeas BP y Royal Dutch Shell y, además, a la industria petrolera y gasífera.

La oferta de energía total global en 2050, en la propuesta y modelo de Cero Neto, incluye un 16,4 % de gas natural y petróleo, así como un mínimo de carbón (China e India), mientras en 2022 los fósiles explicaban el 80 % del total ofertado. Ese reducido porcentaje quizás no sea suficiente para sostener un consenso multilateral de energía de largo plazo y los fósiles suban su participación a un 20%/25%, pero siempre mucho menos que el 80 % actual. Un aspecto no menor, ya en 2030 los fósiles bajarían su participación de 80 % a 61 %.

Un segundo aspecto destacado del programa lo constituye la intensificación de la electrificación en procesos industriales manufactureros, especialmente en las actividades electro-intensivas como la fabricación de cemento, la siderurgia, el aluminio y un conjunto de ramas de la industria química, el transporte (personas y mercancías) y la generación de la propia energía eléctrica, impulsando nuevas tecnologías limpias basadas en energía solar PV y eólica, principalmente, pero también mareomotriz, hidrógeno y otras, un conjunto conocido como ‘nuevas tecnologías de bioenergía líquida, gaseosa y sólida’.

Gran parte del modelo Cero Neto elaborado por la IEA (Europa) sobre la formulación original del IPCC (Naciones Unidas), descansa sobre el eje de intensificar el uso de la electricidad a todo nivel de destino final, sea transporte, edificios, servicios y, muy importante, la industria manufacturera. Las metas para 2050 establecidas en la COP 21 se pueden alcanzar a partir del sesgo energético a la electricidad.

La composición esperada de insumos en la oferta primaria de energéticos tiene a los Renovables como protagonistas de la modificación en la energía global y dentro de ellas los productos ‘estrellas’ son la solar PV y la eólica. Sin embargo, también concurre con un peso significativo la oferta de bioenergía moderna, que aporta un 40 % de la energía de los Renovables en 2030 a la matriz primaria mundial, en un mercado en el que la bioenergía tradicional basada en granos y biomasa sólida

tradicional se reduciría drásticamente y sería reemplazada por biomasa de bosques y de residuos orgánicos, así como por la producción de biocombustibles compatibles con mínimo uso de la tierra y la regeneración de CO2 proveniente de los procesos de CCUS.

Los *drivers* de este programa serían (i) la ratificación de los compromisos del Acuerdo de la COP 21 (Paris, 2015); (ii) la reducción paulatina del uso de combustibles fósiles para generación de energías de uso diverso (electricidad, transporte, industria, instalaciones y edificios, calefacción), con un plan de *phase out* para el carbón con final antes de 2050 y de *phase down* para el petróleo y el gas; (iii) incentivación de la energía solar PV y de la eólica utilizable en la generación de energía eléctrica, en la iluminación urbana, en aplicaciones industriales, particularmente en actividades electro-intensivas; (iv) el despliegue de un amplio desarrollo de planes de Mitigación, por ejemplo en forestación, simplificación de la agricultura, protección de los suelos; (v) multiplicación de proyectos de Adaptación, apuntalados por financiamiento suficiente y (vi) generosos programas de financiamiento de los gastos, en realidad inversiones, en cada uno de los puntos (ii) a (v) citados más arriba en este párrafo.

Un punto aparte, pero crucial de la COP 28, lo constituye la inclusión de una discusión llevada en sordina por debajo de la mesa en las negociaciones anteriores sobre el Metano, la agricultura y la industria de alimentos. Fue la presidencia de la COP 28, ejercida por EAU, la que puso arriba de la mesa esta discusión y 134 países firmaron una declaración para impulsar el estudio del tema.

El Metano recibe la carga de estimaciones de sugieren que sus emisiones constituyen un 30 % del total acumulado en la atmósfera y algunos puntos porcentuales más según algunas opiniones extremas. El sector agropecuario, en su faceta de usuario de energía y generador de GEI, ha planteado su discrepancia con relación a ataques no fundados ni en los hechos de la producción ni en aval científico alguno, sobre el poder contaminador del campo. Una coalición de países productores apareció en el escenario formado por negociadores oficiales y oficiosos.

Sin embargo, dejando de lado las posiciones sobre agricultura, fueron todos los Estados Parte los que impulsaron planes específicos para reducir las emisiones de CH4.

A la manera del impacto del Acuerdo de París, la suma de esfuerzos motorizados en diferentes COPS, como el impulso Glasgow al programa de Mitigaciones y la facilitación para promover proyectos y financiamiento para Adaptaciones en la COP de Dubai, principalmente asignable al mundo subdesarrollado y emergente, resulta un aporte decisivo en el marco global de las metas que combaten el Cambio Climático.

Pueden mencionarse también como resultados positivos de la COP 28 los lineamientos ya planteados para las tareas de las próximas dos Conferencias. La de Azerbaijan (2024) se concentrará en el tema clave de la financiación de la transición energética, un tema en el que, en la vidriera de la conversación, las demandas de recursos superan a las ofertas concretas en una brecha que parece insuperable a primera vista, por varias

decenas trillones de dólares o euros. También será el espacio adecuado para instrumentar el Fondo de Daños y Perjuicios consagrado en la COP del Mar Rojo (2022).

La siguiente COP, en Brasil, la número 30 (2025), revisará las Contribuciones Determinadas Nacionales (NDC) con la lupa puesta en la marcha de la reducción de emisiones con vistas a la meta de 2050, analizando el comportamiento de las Partes. Un nuevo paquete de NDC estará a la mano para evaluar la marcha de los compromisos de cada Estado Parte, con vistas al *stocktaking* de 2035.

Otro aspecto positivo de la COP 28 es que habilitó la rehabilitación de las conversaciones bilaterales entre los colosos globales, principalmente entre los EEUU y la República Popular China, sobre el Cambio Climático. Ambos países conversaron, adhieren plenamente al IPCC y el método de gestión de las COP, pero no aceptan supranacionalidad alguna. Ambos gigantes tienen sus propios planes de combate a las emisiones de GEI que, en varios temas, superan en exigencia a los discutidos en las Conferencias, pero los definen en el marco de su autonomía.

La Unión Europea, el tercero en el podio de los contaminadores históricos, tiene un acoplamiento con el método COP mayor que el de los dos grandes, pero su definición autonómica de lucha contra el Calentamiento Global es mucho más agresiva que la de EEUU y China. Actualmente, la conducción de la UE, la Comisión Europea, está revisando la Agenda Verde (versus agricultura y alimentos) en busca de reconstruir el consenso con los productores europeos.

In fine, la lectura de los avances y retrocesos en la lucha contra el Cambio Climático a comienzos de 2024, deja en claro que la marcha planeada hacia las metas de 2030 y 2050 no se va a cumplir, a menos que algunas medidas drásticas sean adoptadas por los Estados Parte, en particular la reducción en el uso de combustibles fósiles y la puesta a disposición efectiva de los recursos financieros para construir Mitigación, Adaptación y pagar el Fondo de Pérdidas y Daños.