



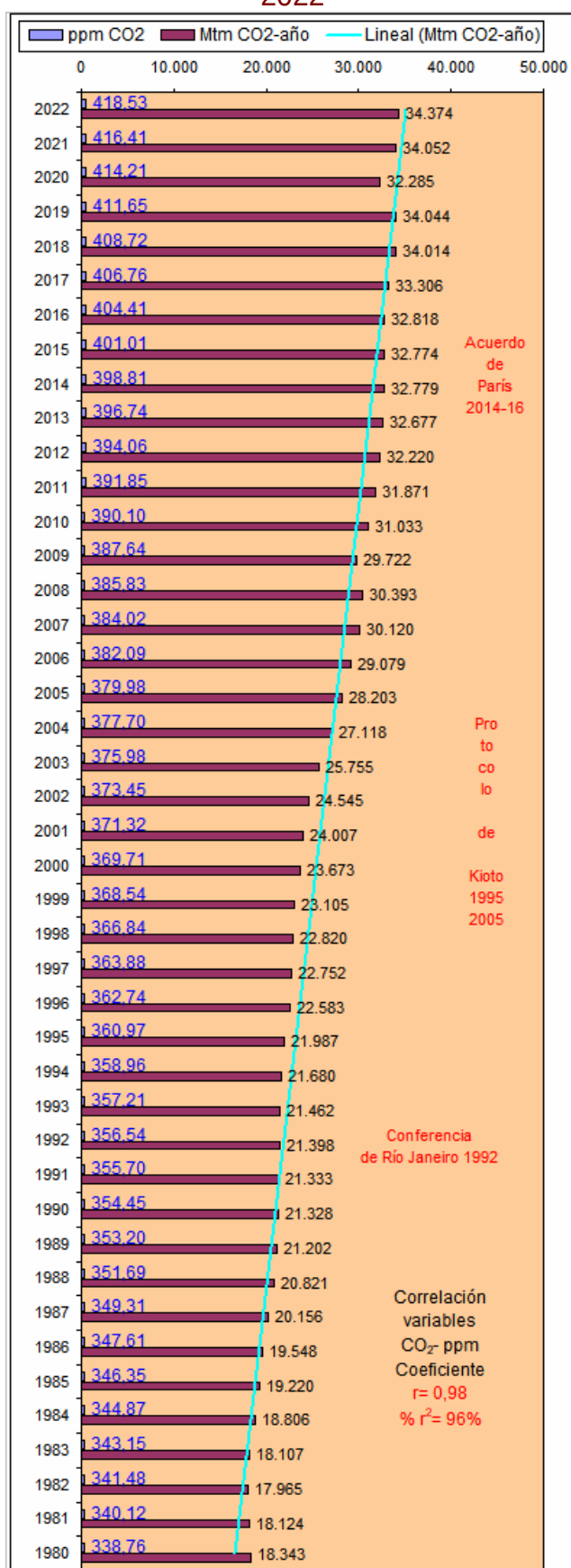
Particularidades de las Emisiones de CO₂ globales

Periodos (1750-1980)-(1980-2022)

Desde la Conferencia de Río Janeiro de 1992 sobre el medio ambiente, posteriormente con los acuerdos del protocolo de Kioto, (1995-2005), y los Acuerdos de París de 2014, se ha pretendido establecer políticas globales para la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, sin embargo las medidas adoptadas no han sido eficaces, tal y como se puede apreciar en el siguiente gráfico.

Los detalles más significativos de la evolución de las emisiones de CO₂ y la partes por millón (ppm) de este gas en el aire atmosférico desde de 1980 a 2022, han ido creciendo. La correlación de ambas variables tomando los datos de los 42 años es muy alta ($r = 0,98$) ($\% r^2 = 96\%$), siendo la variable de las emisiones de CO₂, la determinante en el crecimiento de las ppm, responsables del incremento del efecto invernadero en la atmósfera.

Variación de las emisiones de CO2 y ppm de 1980 a 2022



Fuente datos: CO2: BP; ppm: NOA. Elaboración propia.

TABLA 1
Particularidades de las Emisiones de CO2 globales en los periodos1750-1980) (1980-2022)

Años	Variable Y	Variable Z	Mtm CO ₂	%	Inicia- tivas
1750	ppm CO ₂	Emisiones	Acumulado	1750	políticas
2022	en la atm.	Mtm CO2-año	en la atm.	2022	para
2022	418,53	34.374	5.842.753	149%	reduc- ción de
2021	416,41	34.052	5.813.157	149%	emi- siones
2020	414,21	32.285	5.782.445	148%	Acuerdo de Paris 2014-17
2019	411,65	34.044	5.746.707	147%	
2018	408,72	34.014	5.705.804	146%	
2017	406,76	33.306	5.678.442	145%	
2016	404,41	32.818	5.645.635	144%	
2015	401,01	32.774	5.598.171	143%	
2014	398,81	32.779	5.567.458	142%	
2013	396,74	32.677	5.538.561	142%	
2012	394,06	32.220	5.501.147	141%	
2011	391,85	31.871	5.470.295	140%	
2010	390,10	31.033	5.445.865	139%	
2009	387,64	29.722	5.411.523	138%	
2008	385,83	30.393	5.386.255	138%	
2007	384,02	30.120	5.360.987	137%	
2006	382,09	29.079	5.334.044	136%	
2005	379,98	28.203	5.304.588	136%	
2004	377,70	27.118	5.272.759	135%	Proto- colo de Kioto 1995-05
2003	375,98	25.755	5.248.747	134%	
2002	373,45	24.545	5.213.428	133%	
2001	371,32	24.007	5.183.693	133%	
2000	369,71	23.673	5.161.217	132%	
1999	368,54	23.105	5.144.884	132%	
1998	366,84	22.820	5.121.151	131%	
1997	363,88	22.752	5.079.829	130%	
1996	362,74	22.583	5.063.915	130%	
1995	360,97	21.987	5.039.205	129%	
1994	358,96	21.680	5.011.145	128%	
1993	357,21	21.462	4.986.715	128%	
1992	356,54	21.398	4.977.362	127%	
1991	355,70	21.333	4.965.635	127%	
1990	354,45	21.328	4.948.185	127%	
1989	353,20	21.202	4.930.735	126%	Confe- rencia Río Janeiro 1992
1988	351,69	20.821	4.909.655	126%	
1987	349,31	20.156	4.876.429	125%	
1986	347,61	19.548	4.852.697	124%	
1985	346,35	19.220	4.835.107	124%	
1984	344,87	18.806	4.814.446	123%	
1983	343,15	18.107	4.790.435	123%	
1982	341,48	17.965	4.767.121	122%	
1981	340,12	18.124	4.748.135	121%	
1980	338,76	18.343	4.729.150	121%	
1750 a	58,76		820.300	Acumulado	
1980	0,26		3.567	Media año	
1750	280,00	1	3.908.850	100%	

Fuente datos: CO2: BP; ppm: NOA. Elaboración propia.

La tabla de datos está dividida en dos periodos 1750-1980, y 1980-2022. El año 1750 se toma como referencia de la época preindustrial por ser el inicio en el que las ppm de CO2 en el aire atmosférico, estimadas desde el neolítico en 280 ppm, comenzaron a incrementarse como consecuencia de la actividad industrial humana debido al uso de energía obtenida de los combustibles fósiles.

Los primeros datos estadísticos globales registrados de emisiones de CO2, y de las ppm de este gas en la atmósfera se obtienen desde la década de 1960, si bien, es a partir de 1980, cuando los datos son más rigurosos.

Tomando los datos del periodo (1980-2022) se ha estimado el promedio de Millones de toneladas métricas necesarias para el incremento de una ppm de CO2 en el aire atmosférico, de la siguiente manera:

Constante:

Millones toneladas de CO2 por ppm en la atmósfera

A: Diferencia ppm 1980-2022 79,77	B: Mtm CO ₂ acumulado1980-2022 1.113.603
B / A = Mtm CO₂ por ppm =	
13.960	

La constante de Mtm de emisión de CO2 a la atmósfera para que se produzca el incremento de una parte por millón de CO2 en el aire atmosférico es de: **13.960** Mtm.

En el año 1750 los Mtm de CO2 en el aire atmosférico por causas naturales serían:

$$280 \text{ ppm} \times 13.960 = 3.908.850 \text{ Mtm de CO}_2.$$

A partir de entonces, este valor comenzaría a cambiar por causas antropogénicas con el inicio de la Primera Revolución Industrial.

**Periodos de emisiones de CO2 antropogénicas
(1750-1980) - (1980-2022)**

Años / Periodos	ppm CO ₂ acumulado en la atm.	Emisiones Mtm CO ₂ año	Mtm CO ₂ acumulado en la atm.	% variación anual
año 2022	418,53	34.374	5.842.753	149%
1980-2022	79,77		1.113.603	Acumulado
1980-2023	1,90		26.514	Media año
año 1980	338,76	18.722	4.729.150	121%
1750-1980	58,76		820.300	Acumulado
1750-1980	0,26		3.567	Media año
1750	280,00	1	3.908.850	100%

Entre 1750 y 1980, (230 años) los Mtm de CO2 acumulados en el aire atmosférico fueron de 820.300 Mtm de CO2 (un promedio de 3.567 Mtm de CO2 por año), y las ppm de CO2 se incrementaron en 58,76 (un promedio de 0,26 ppm por año), situándose en 1980 en 338,76, lo que supuso un incremento porcentual del 21%.

Entre 1980 y 2022, (42 años) los Mtm de CO2 acumulados en el aire atmosférico por causas antropogénicas fueron de 1.113.603 Mtm de CO2 (un promedio de 26.514 Mtm de CO2 por año), y las ppm de CO2 se incrementaron en 79,77 (un promedio de 1,9 ppm por año), situándose en 1980 en 418,53, lo que supuso un incremento porcentual respecto de 1750 del 49%.

Es en este segundo periodo cuando comienzan a saltar las alarmas sobre el fuerte impacto medioambiental en la atmósfera como

consecuencia de la actividad industrial humana con el uso de combustibles fósiles, carbón, gas natural y petróleo. Sin embargo, como se ha visto anteriormente, las medidas adoptadas hasta ahora no han sido eficaces.

En el origen está el constante incremento de la actividad económica humana que se puede medir en el PIB-PPA anual global que se puede ver en la **Tabla 2** como variable **A**, y que precisa del consumo de energía, la cual se obtiene principalmente de los combustibles fósiles.

La variación de las tres variables entre el año 1980 y 2022, indica el comportamiento de cada una de ellas con el tiempo.

Variación de las variables A-B-C 1980 y 2022

(A) Billón	(B) Billón	(C) Mtm
PIB PPA	BTU	CO2
Multiplica	Multiplica	Multiplica
por:	por:	por:
4,86	2,14	1,87

Mientras el PIB-PPA se multiplica por 4,86, el consumo de energía y las emisiones de CO2, lo hacen por 2,14 y 1,87 respectivamente. Ello indica que la energía necesaria para producir un billón de PIB-PPA, es de manera continua menor, mientras que el consumo de energía y las emisiones de CO2 se mantienen parecidas.

TABLA 2
Variación, correlación y ratios
(CO₂ / PPA) - (Energía / PPA) y (CO₂ / Energía)
1980-2022

r = A:B	0,991	% r ²	98,3%	C / B	B / A	C / B
r = B:C	0,996	% r ²	99,3%	Mtm	Billón	mil-tm
r = A:C	0,982	% r ²	96,4%	CO ₂	BTU	CO ₂
Variación PPA - Energía y CO2 1980-22				por	por	por
Periodo	(1 x10 ¹²)	(1 x10 ¹²)	Mtm	Billón	Billón	Billón
1980	Billón-PPA	Billon BTU	CO ₂ -año	PPA	PPA	BTU
2022	A	B	C	D	E	F
2022	137	600.598	34.374	251	4.380	57
2021	133	569.813	34.052	257	4.293	60
2020	125	542.272	32.285	259	4.349	60
2019	128	567.714	34.044	265	4.421	60
2018	125	565.002	34.014	272	4.526	60
2017	120	552.508	33.306	277	4.587	60
2016	116	543.516	32.818	283	4.684	60
2015	112	537.623	32.774	292	4.783	61
2014	109	537.484	32.779	301	4.938	61
2013	105	533.624	32.677	311	5.071	61
2012	102	525.618	32.220	316	5.159	61
2011	99	516.236	31.871	323	5.231	62
2010	95	503.253	31.033	327	5.306	62
2009	90	472.156	29.722	330	5.238	63
2008	91	477.805	30.393	335	5.264	64
2007	88	472.098	30.120	341	5.348	64
2006	84	459.091	29.079	347	5.478	63
2005	80	444.879	28.203	354	5.582	63
2004	76	431.090	27.118	356	5.661	63
2003	73	409.769	25.755	355	5.651	63
2002	70	395.423	24.545	351	5.647	62
2001	68	386.707	24.007	352	5.669	62
2000	67	383.842	23.673	355	5.752	62
1999	64	371.455	23.105	363	5.833	62
1998	62	364.666	22.820	370	5.920	63
1997	60	362.464	22.752	378	6.022	63
1996	58	361.408	22.583	390	6.248	62
1995	56	351.919	21.987	395	6.315	62
1994	54	342.850	21.680	401	6.345	63
1993	53	339.269	21.462	409	6.459	63
1992	51	337.258	21.398	416	6.559	63
1991	51	338.036	21.333	422	6.688	63
1990	50	338.113	21.328	430	6.812	63
1989	44	336.769	21.202	478	7.589	63
1988	42	331.131	20.821	490	7.793	63
1987	35	318.681	20.156	570	9.004	63
1986	34	308.146	19.548	575	9.059	63
1985	33	301.697	19.220	585	9.175	64
1984	32	293.654	18.806	594	9.273	64
1983	30	280.420	18.107	600	9.299	65
1982	29	277.159	17.965	612	9.449	65
1981	29	277.214	18.124	622	9.507	65
1980	28	281.002	18.343	650	9.956	65

Fuente PPA y BTU: EIA. Fuente CO2: BP. Elaboración propia.

Correlaciones

La correlación entre el PIB-PPA (**A**) y el consumo de energía (**B**), es de $r = 0,991$ que expresado en porcentaje en $\%r^2$ equivale a un **98,3%** de dependencia de la variable **B** respecto de la variable **A**.

La correlación entre el del consumo de energía (**B**) y las emisiones de CO2 (**C**), es la más alta siendo de $r = 0,998$ que expresado en porcentaje en $\%r^2$ equivale a un **99,6%** de dependencia de la variable **C** respecto de la variable **B**.

La correlación entre el PIB-PPA (**A**) y las emisiones de CO2 (**C**), es la mas baja siendo de $r = 0,991$ que expresado en porcentaje en $\%r^2$ equivale a un **96,5%** de dependencia de la variable **C** respecto de la variable **A**. Esta menor correlación, se debe a que: la variable de consumo de energía (**B**) es la que articula las variables (**A**) y (**C**).

Ratios

Las ratios anuales de la variables (A/B), (B/A), (C/B): **(CO2 / PPA) (Energía / PPA) y (CO2 / Energía)** expresan las particularidades de la evolución del PIB-PPA, el consumo de energía y las emisiones de CO2.

A/B: expresa los millones de toneladas métricas de CO2 por Billón de PIB-PPA, que se denomina como variable **D**.

B/A: expresa los billones de BTU de energía por Billón de PIB-PPA, que se denomina como variable **E**.

C/B: expresa los miles de toneladas métricas de CO₂ por Billón de BTU de energía que se denomina como variable **F**.

El consumo de energía por billón de PIB-PPA (**B/A**) se reduce de 9.956 billones de BTU en 1980 a 4.380 en 2022, un 227% menor, pero el PIB-PPA pasa de 28 billones en 1980, a 137 billones en 2022, un 486% mayor.

La ratio de las emisiones de CO₂ por consumo (BTU) de energía (**C/B**) se mantiene con pocas variaciones en todos los años del periodo 1980-2022 en torno a los 64 miles de tm de CO₂. Ello muestra que la matriz energética global sigue siendo principalmente de combustibles fósiles.

El PIB-PPA crece con menor consumo de energía por billón de PIB-PPA, y por lo tanto, con menos emisiones de CO₂ por billón de PPA, pero su incremento global en billones de PIB-PPA, es mayor que la reducción del consumo de energía por billón de PIB-PPA, y por lo tanto las emisiones globales anuales de CO₂ se incrementan de 18.343 en 1980 a 34.374 Mtm de CO₂ en 2022. un 205% superior.

El valor casi constante 64 miles de tm de emisiones de CO₂ por billón de consumo (BTU) de energía, indica que la reducción del consumo de energía por billón de PIB-PPA no es sustancialmente por el cambio en la matriz energética global, sino que es debido a la mejora de la productividad técnica de reducción del consumo de energía por billón de PIB-PPA.

La ratio que mide realmente la reducción de emisiones es la que mide los **miles de tm** de

emisiones de CO₂ por billón de consumo (BTU) de energía, que debería pasar de 64 a 30 miles de tm de emisiones de CO₂ por billón de consumo (BTU) de energía, con ello, el crecimiento continuo del PIB-PPA no equivaldría a un incremento anual constante de las emisiones de CO₂.

Ello solo es posible con la sustitución gradual de la matriz energética global de combustibles fósiles por otra de energías que no emitan CO₂.

La transición a una matriz energética global baja en emisiones de CO₂

Periodos (1991-2022)-(2017-2022-2050)

En la actualidad se esta muy lejos de alcanzar una matriz energética global baja en emisiones de CO₂.

Si se tiene en cuenta que la aspiración del volumen de emisiones anuales proclamado en el Protocolo de Kioto era situarse en las emisiones globales del año 1991 (21.333 Mtm de CO₂), frente a los 34.374 del año 2022 un 61% superiores, la inflexión que se precisa en las emisiones de CO₂ por billón de consumo (BTU) de energía, tendría que ser gradual pero drástico.

La Tabla 3 establece un modelo de esa transición manteniendo el nivel continuo de crecimiento de PIB-PPA y la reducción constante de los miles de tm de emisiones de CO₂ por billón de consumo (BTU) de energía, para mantener anualmente constante las emisiones de CO₂ equivalentes a las del año 1991 (21.333 Mtm de CO₂).

Evolución y proyección de datos reales y ajustada datos de 1991

Variables: (PIB - PPA) (Energía BTU) (Emisiones CO2)

Ratio: (Miles tm de CO2 por billón BTU reales y ajustados a 1991)

Tabla 3

año	Billón PIB PPA A	Billon (1x10 ¹²) BTU B	Mtm CO ₂ año C	Reales mil-tm CO ₂ / B. BTU	=1991 mil-tm CO ₂ / B. BTU	=1991 Mtm CO ₂ año	Dif 1991 Mtm CO ₂ año
1991	51	338.036	21.333	63	63	21.333	0
1992	51	337.258	21.398	63	63	21.333	65
1993	53	339.269	21.462	63	63	21.333	129
1994	54	342.850	21.680	63	62	21.333	347
1995	56	351.919	21.987	62	61	21.333	654
1996	58	361.408	22.583	62	59	21.333	1.250
1997	60	362.464	22.752	63	59	21.333	1.419
1998	62	364.666	22.820	63	59	21.333	1.487
1999	64	371.455	23.105	62	57	21.333	1.772
2000	67	383.842	23.673	62	56	21.333	2.340
2001	68	386.707	24.007	62	55	21.333	2.674
2002	70	395.423	24.545	62	54	21.333	3.212
2003	73	409.769	25.755	63	52	21.333	4.422
2004	76	431.090	27.118	63	49	21.333	5.785
2005	80	444.879	28.203	63	48	21.333	6.870
2006	84	459.091	29.079	63	46	21.333	7.746
2007	88	472.098	30.120	64	45	21.333	8.787
2008	91	477.805	30.393	64	45	21.333	9.060
2009	90	472.156	29.722	63	45	21.333	8.389
2010	95	503.253	31.033	62	42	21.333	9.700
2011	99	516.236	31.871	62	41	21.333	10.538
2012	102	525.618	32.220	61	41	21.333	10.887
2013	105	533.624	32.677	61	40	21.333	11.344
2014	109	537.484	32.779	61	40	21.333	11.446
2015	112	537.623	32.774	61	40	21.333	11.441
2016	116	543.516	32.818	60	39	21.333	11.485
2017	120	552.508	33.306	60	39	21.333	11.973
2018	125	565.002	34.014	60	38	21.333	12.681
2019	128	567.714	34.044	60	38	21.333	12.711
2020	125	542.272	32.285	60	39	21.333	10.952
2021	133	569.813	34.052	60	37	21.333	12.719
2022	134	600.598	35.698	59	36	21.333	14.365
2023	136	589.262	34.923	59	36	21.333	13.590
2024	138	595.817	35.210	59	36	21.333	13.877
2025	141	602.373	35.495	59	35	21.333	14.162
2026	143	608.928	35.777	59	35	21.333	14.444
2027	146	615.484	36.057	59	35	21.333	14.724
2028	148	622.039	36.335	58	34	21.333	15.002
2029	151	628.594	36.610	58	34	21.333	15.277
2030	153	635.150	36.884	58	34	21.333	15.551
2031	156	641.705	37.155	58	33	21.333	15.822
2032	158	648.261	37.423	58	33	21.333	16.090
2033	160	654.816	37.690	58	33	21.333	16.357
2034	163	661.371	37.954	57	32	21.333	16.621
2035	165	667.927	38.217	57	32	21.333	16.884
2036	168	674.482	38.476	57	32	21.333	17.143
2037	170	681.038	38.734	57	31	21.333	17.401
2038	173	687.593	38.989	57	31	21.333	17.656
2039	175	694.149	39.243	57	31	21.333	17.910
2040	177	700.704	39.494	56	30	21.333	18.161
2041	180	707.259	39.742	56	30	21.333	18.409
2042	182	713.815	39.989	56	30	21.333	18.656
2043	185	720.370	40.233	56	30	21.333	18.900
2044	187	726.926	40.475	56	29	21.333	19.142
2045	190	733.481	40.715	56	29	21.333	19.382
2046	192	740.037	40.952	55	29	21.333	19.619
2047	195	746.592	41.187	55	29	21.333	19.854
2048	197	753.147	41.420	55	28	21.333	20.087
2049	199	759.703	41.651	55	28	21.333	20.318
2050	202	766.258	41.880	55	28	21.333	20.547

Datos finales de la Tabla 3.

Mtm CO2 / ppm	Mtm CO2	ppm	ppm	Año
13.960	acumulado	acumulado	418,53	2022
A: 2022-2050	1.078.908	77,28	495,81	2050
B: 2022-50 = 1991	597.323	42,79	461,32	2050
Diferencia A-B	481.585	34,50		

La proyección de los datos de la Tabla 3 desde el año 2022 hasta el 2050, se ha realizado en el caso de las emisiones de CO2, y la ratio de miles de tm por Billón de BTU, se ha realizado sobre los datos reales de los años 2017-18-19-20-21-22, por ser posteriores a la implementación de los acuerdos de París del 2014.

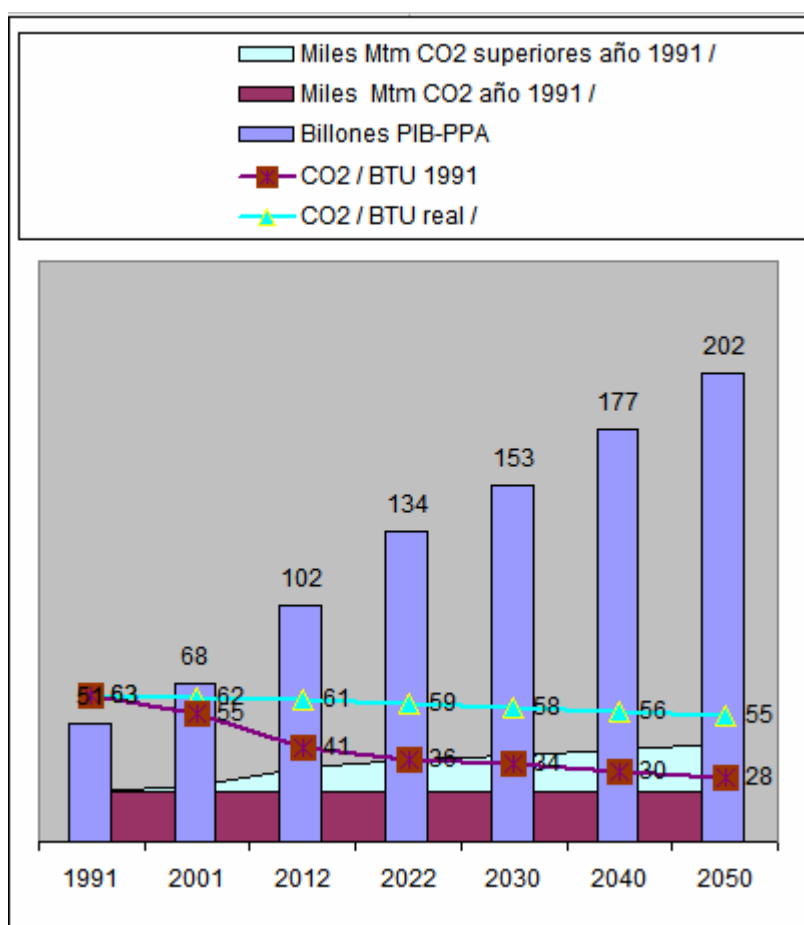
En la proyección hasta el 2050 el PIB-PPA global crecería hasta los 202 billones de dólares, el consumo de energía llegaría a los 766.258 billones de BTU, las emisiones de CO2 en el año 2050 serían de 41.880 Mtm, un 93% más que en 1991, y la ratio de miles de tm por Billón de BTU se situaría en 55, un 9% inferior a la del año 2022.

El total de Mtm de CO2 acumuladas en el aire atmosférico entre los años 2022 y 20250 sería de 1.078.908, y las ppm acumuladas a las precedentes serían de 77,28, situándose en 495,81.

En el caso de hipotético objetivo de ajustarse a la constante de emisiones de CO2 del año 1991, el total de Mtm de CO2 acumuladas en el aire atmosférico entre los años 2022 y 20250 sería de 597.323, y las ppm acumuladas a las precedentes serían de 42,79, situándose en 46132.

Gráfico 2

Evolución (1991-2050) del: (PIB-PPA); (emisiones de CO₂), y ratio de (miles de Mtm de CO₂ / Billón de BTU), reales y ajustado a los valores de 1991



En ambos casos de la proyección de datos reales y ajustados a los valores del año 1991, la reducción de emisiones de CO₂, no va a impedir una alta concentración de ppm de CO₂ en el aire atmosférico. El efecto invernadero atmosférico por la acumulación de CO₂ continuará inexorablemente.

Promedio por países de los miles de tm de CO2 por
Billón de BTU

Periodos (1993-2022) (2017-2022), e índice

Miles Tm CO2 por Billón BTU	1993 a 2022	2018 a 2022	Año 2022	índice por País
World	62	60	58	0,97
A	B	C	B/A	
Sweden	31	29	30	0,94
Bhutan	43	34	25	0,78
Norway	38	35	35	0,92
France	37	35	38	0,94
Congo-Kinshasa	43	36	40	0,84
Finland	44	37	36	0,84
Macau	56	38	36	0,68
Switzerland	42	39	37	0,92
Uruguay	51	43	44	0,84
Paraguay	48	44	43	0,93
Armenia	64	45	43	0,70
Albania	49	46	45	0,94
Hungary	51	46	45	0,90
Slovakia	51	46	42	0,91
Mozambique	43	46	47	1,07
Venezuela	53	46	50	0,87
Canada	49	47	47	0,96
Costa Rica	53	48	49	0,91
Russia	54	49	45	0,90
Belgium	50	49	49	0,97
Georgia	48	50	50	1,04
Tajikistan	45	50	51	1,11
Brazil	51	50	48	0,99
Ukraine	58	51	43	0,89
Estonia	64	51	53	0,80
United Kingdom	57	52	52	0,90
Austria	55	52	52	0,94
Slovenia	57	52	50	0,92
Zambia	42	52	49	1,22
Spain	57	52	53	0,92
Colombia	52	53	52	1,01
United States	58	53	52	0,91
Denmark	64	53	51	0,83
Belize	73	53	55	0,73
Lithuania	48	53	53	1,10
Kyrgyzstan	52	53	57	1,01
Portugal	59	53	51	0,90
Croatia	58	53	53	0,92
Italy	59	54	55	0,91
Saudi Arabia	55	54	56	0,98
Lesotho	46	54	55	1,17
New Zealand	55	54	52	0,98
Bahrain	54	54	54	1,00
Iran	59	54	56	0,92
Qatar	53	54	55	1,02
Cameroon	55	55	56	0,99
Peru	58	55	54	0,94
Argentina	55	55	54	1,01
South Korea	57	55	53	0,97
Romania	61	55	54	0,91
Uzbekistan	56	56	56	0,98
Namibia	57	56	57	0,97
Equatorial Guinea	43	56	55	1,30
Belarus	57	56	54	0,98
Honduras	63	56	55	0,89
Turkmenistan	57	56	56	0,97
Latvia	56	56	53	1,00
Oman	58	56	56	0,98
Bulgaria	60	56	59	0,94
Azerbaijan	60	56	57	0,94
Nicaragua	64	56	56	0,88
El Salvador	60	56	55	0,94
Netherlands	58	57	56	0,97

Eswatini	53	57	54	1,06
Kuwait	62	57	59	0,93
Czechia	65	57	56	0,88
Nepal	59	57	59	0,98
Algeria	56	58	56	1,03
Moldova	57	58	58	1,01
Brunei	57	58	58	1,01
Sudan	64	58	56	0,91
Angola	62	58	58	0,94
Ecuador	60	58	58	0,97
Thailand	62	58	61	0,94
Congo-Brazzaville	59	58	59	0,99
Malawi	57	58	60	1,03
Ethiopia	61	58	60	0,96
Tunisia	61	58	57	0,96
Luxembourg	61	58	57	0,95
Gabon	59	59	61	0,99
Germany	61	59	60	0,96
Egypt	60	59	59	0,97
Cote d'Ivoire	60	59	58	0,98
Ireland	65	59	59	0,90
Bangladesh	60	59	60	0,99
Cuba	72	60	60	0,83
Uganda	57	60	58	1,04
United Arab Emirates	61	60	57	0,98
Mexico	61	60	60	0,98
Ghana	58	60	60	1,03
Bolivia	61	60	60	1,00
Jordan	67	60	61	0,91
Pakistan	61	61	61	1,00
Djibouti	94	61	62	0,65
Libya	63	62	62	0,98
Japan	60	62	62	1,03
Taiwan	62	62	62	1,00
Chile	62	62	58	1,00
Guatemala	64	62	60	0,97
Afghanistan	58	62	64	1,07
Iraq	71	63	61	0,89
Kenya	64	63	63	0,98
Burma	61	63	63	1,04
Tanzania	63	63	61	1,00
Israel	72	63	63	0,88
Nigeria	64	64	63	0,99
Rwanda	71	64	63	0,90
Greece	73	64	63	0,88
Burundi	72	64	65	0,89
Suriname	66	64	64	0,98
Syria	63	64	64	1,02
Singapore	66	65	65	0,99
Fiji	71	65	64	0,91
Niger	74	65	67	0,88
Papua New Guinea	64	66	66	1,02
Liberia	70	66	59	0,94
Central African Republic	80	66	64	0,82
Yemen	68	66	68	0,96
Togo	81	66	64	0,81
Burkina Faso	68	66	64	0,98
Guinea	60	66	66	1,10
Turkiye	67	66	65	0,98
Dominican Republic	66	67	66	1,01
Malaysia	65	67	66	1,03
Samoa	57	67	67	1,18
Saint Vincent/Grenadines	66	68	66	1,03
Australia	72	68	67	0,94
North Macedonia	76	68	69	0,90
Panama	69	68	67	0,99
China	78	68	61	0,87
Jamaica	73	68	67	0,94
Zimbabwe	72	69	72	0,95
Cambodia	72	69	67	0,95
Cyprus	72	69	69	0,95
Sierra Leone	92	69	71	0,74
Benin	69	69	69	1,00

Mali	56	69	68	1,24
Puerto Rico	64	69	70	1,08
Sri Lanka	66	69	69	1,05
Mauritania	91	70	69	0,77
Dominica	61	70	68	1,14
Malta	63	70	69	1,11
Hong Kong	73	70	70	0,96
Tonga	71	70	68	0,99
Aruba	66	70	71	1,06
Vanuatu	72	71	70	0,98
Barbados	68	71	70	1,04
Somalia	71	71	70	1,00
Madagascar	74	71	73	0,96
Saint Lucia	69	71	71	1,02
Solomon Islands	65	71	72	1,09
Morocco	69	71	72	1,02
Chad	64	71	71	1,11
Lebanon	71	71	72	1,00
Kiribati	67	71	71	1,06
Cabo Verde	54	71	70	1,32
Haiti	67	71	71	1,06
Antigua and Barbuda	71	71	72	1,00
Comoros	71	72	71	1,01
Grenada	70	72	71	1,03
Senegal	69	72	67	1,03
Maldives	71	72	76	1,01
Seychelles	70	72	73	1,03
The Bahamas	76	72	73	0,95
Bermuda	68	72	73	1,06
Poland	79	73	72	0,92
Mauritius	70	73	72	1,03
Guyana	73	73	72	1,00
British Virgin Islands	64	73	70	1,14
Sao Tome and Principe	73	73	72	0,99
Cayman Islands	64	73	72	1,14
Saint Kitts and Nevis	66	73	73	1,11
Gambia, The	69	74	73	1,07
Indonesia	68	74	75	1,08
Guinea-Bissau	80	75	72	0,93
Philippines	72	75	76	1,05
Botswana	72	76	79	1,06
Vietnam	74	78	78	1,06
India	78	79	80	1,01
Kazakhstan	81	80	78	0,98
Bosnia and Herzegovina	77	82	86	1,06
South Africa	85	84	83	0,99
Mongolia	89	85	82	0,96
North Korea	91	91	91	1,00
Laos	55	95	92	1,71

Fuente BTU: EIA. Fuente CO2: BP. Elaboración propia.

El **índice de tendencia** compara el promedio de los **miles de tm de CO2 por Billón de BTU**, del periodo, 1993 a 2022 (**A**), con el promedio del periodo de los años posteriores a la implementación de los Acuerdos de París (2017-18-19-20-21-22) (**B**) en una ratio de: $(B) / (A)$, que ofrece un indicador que establece, que los valores superiores a **1**, reflejados en gris, son países que en el periodo (2017-2022)

tienen un promedio de **miles de tm de CO2 por Billón de BTU**, superiores al periodo (1993 - 2022).

A la inversa, los países con valores inferiores a **1** reflejados en color azul claro, tienen el promedio del periodo (2017-2022) inferior al promedio del periodo (1993-2022).

Considerando el valor del promedio de los **miles de tm de CO2 por Billón de BTU**, del periodo, 2017 a 2022, y el índice de tendencia, se puede agrupar los diferentes países en cuatro modelos de emisiones de CO2 con relación al crecimiento de su PIB-PPA

MODELO 1. Los países con una matriz energética menos contaminante son los que tienen la ratio del promedio de los miles de tm de CO2 por Billón de BTU, inferior a los 60 de la media mundial del periodo (2017-2022) y un índice de tendencia inferior a **1**.

MODELO 2. En segundo lugar estarían los países con un índice de tendencia inferior a **1** y una ratio de CO2/BTU superior a los 60 de la media mundial.

MODELO 3. En tercer lugar están los países con una ratio inferior a 60 y un índice superior a **1**.

MODELO 4. En cuarto lugar se situarían los países con una ratio CO2/BTU superior a 60 y un índice superior a 1.

Estos Modelos, agrupados en: emisiones de CO2, consumo de energía, PIB-PPA y población, ofrecen globalmente los siguientes resultados

Modelos globales de emisiones de CO2 (año 2022)

Modelos de emisiones de CO2	(Mtm CO2)	(Billon Btu	Miles M. PIB-PPA	Pob. M. hb.
Modelo 1	14.703	284.799	68.503	2.547
Modelo 2	13.631	218.730	39.246	2.549
Modelo 3	660	12.109	3.134	300
Modelo 4	6.028	82.772	25.934	2.545
MUNDIAL	35.022	598.410	136.816	7.941
Modelo 1	42%	48%	50%	32%
Modelo 2	39%	37%	29%	32%
Modelo 3	2%	2%	2%	4%
Modelo 4	17%	14%	19%	32%
MUNDIAL	100%	100%	100%	100%

Los países correspondientes al Modelo 1 y 2 son mayoría a nivel mundial, lo que representa un esfuerzo de la mayoría mundial por la reducción de Emisiones de CO2 en el crecimiento del PIB-PPA.

El Modelo tres, tiene escasa significación.

En el Modelo cuatro, están los países con un sistema de crecimiento económico con proyección en el uso de energía basada en los combustibles fósiles.

El detalle de los países correspondientes a cada Modelo se puede ver en las siguientes Tablas

PAÍSES DEL MODELO 1

PAÍS	2018-2022	índice /País	(Mtm CO2)	(Billon Btu	Miles M. PIB-PPA	Pob. M. hb.
Sweden	29	0,94	47	1.581	558	10
Bhutan	34	0,78	1	48	9	0,78
Norway	35	0,92	39	1.099	351	5
France	35	0,94	312	8.290	2.938	68
Congo-Kinshasa	36	0,84	4	96	101	99
Finland	37	0,84	36	1.008	257	6
Macau	38	0,68	2	48	35	0,70
Switzerland	39	0,92	34	899	616	9
Uruguay	43	0,84	7	162	81	3
Paraguay	44	0,93	8	193	89	7
Armenia	45	0,70	7	169	39	3
Albania	46	0,94	4	86	42	3
Hungary	46	0,90	45	996	332	10
Slovakia	46	0,91	21	514	188	5
Venezuela	46	0,87	81	1.621	155	28
Canada	47	0,96	573	12.266	1.804	39
Costa Rica	48	0,91	8	163	102	5
Russia	49	0,90	1.457	32.541	3.843	144
Belgium	49	0,97	116	2.394	582	12
Brazil	50	0,99	517	10.766	3.180	215
Ukraine	51	0,89	93	2.194	346	41
Estonia	51	0,80	5	98	48	1
United Kingdom	52	0,90	353	6.735	3.034	68
Austria	52	0,94	58	1.113	477	9
Slovenia	52	0,92	12	243	81	2
Spain	52	0,92	266	5.048	1.795	48
United States	53	0,91	4.941	94.791	21.236	333
Denmark	53	0,83	30	592	328	6
Belize	53	0,73	0,69	12	4	0,41
Portugal	53	0,90	43	833	355	10
Croatia	53	0,92	16	302	124	4
Italy	54	0,91	317	5.806	2.402	59
Saudi Arabia	54	0,98	638	11.429	1.842	36
New Zealand	54	0,98	32	616	213	5
Iran	54	0,92	750	13.502	1.351	89

Cameroon	55	0,99	7	130	98	28
Peru	55	0,94	46	849	420	34
South Korea	55	0,97	643	12.204	2.296	52
Romania	55	0,91	63	1.154	556	19
Uzbekistan	56	0,98	103	1.854	300	35
Namibia	56	0,97	4	63	24	3
Belarus	56	0,98	52	949	174	10
Honduras	56	0,89	9	171	54	10
Turkmenistan	56	0,97	101	1.818	100	6
Latvia	56	1,00	6	122	58	2
Oman	56	0,98	80	1.411	175	5
Bulgaria	56	0,94	43	737	160	7
Azerbaijan	56	0,94	36	637	154	10
Nicaragua	56	0,88	5	90	38	7
El Salvador	56	0,94	8	150	56	6
Netherlands	57	0,97	186	3.313	996	18
Kuwait	57	0,93	101	1.716	189	4
Czechia	57	0,88	91	1.618	410	11
Nepal	57	0,98	11	180	111	31
Sudan	58	0,91	16	294	158	47
Angola	58	0,94	20	342	192	36
Ecuador	58	0,97	31	542	202	18
Thailand	58	0,94	308	5.016	1.219	72
Congo-Brazzaville	58	0,99	3	43	19	6
Ethiopia	58	0,96	17	289	274	123
Tunisia	58	0,96	24	416	128	12
Luxembourg	58	0,95	9	153	73	0,66
Gabon	59	0,99	3	57	32	2
Germany	59	0,96	668	11.093	4.206	84
Egypt	59	0,97	240	4.047	1.544	111
Cote d'Ivoire	59	0,98	13	218	161	28
Ireland	59	0,90	36	605	559	5
Bangladesh	59	0,99	100	1.657	1.117	171
Cuba	60	0,83	22	362	137	11
United Arab Emirates	60	0,98	268	4.686	724	9
Mexico	60	0,98	454	7.563	2.446	128

PAÍSES DEL MODELO 2

PAÍS	2018-2022	Índice /País	(Mtm CO2)	(Billon Btu	Miles M. PIB-PPA	Pob. M. hb.
Bolivia	60	1,00	18	296	95	12
Jordan	60	0,91	21	349	100	11
Pakistan	61	1,00	213	3.514	1.322	236
Djibouti	61	0,65	0,66	11	6	1
Libya	62	0,98	50	801	127	7
Guatemala	62	0,97	18	300	161	18
Iraq	63	0,89	157	2.567	427	44
Kenya	63	0,98	19	308	238	54
Israel	63	0,88	65	1.025	405	9
Nigeria	64	0,99	119	1.872	1.067	219
Rwanda	64	0,90	1	23	31	14
Greece	64	0,88	62	983	313	10
Burundi	64	0,89	0,80	12	9	13
Suriname	64	0,98	2	34	8	0,62
Singapore	65	0,99	242	3.713	599	6
Fiji	65	0,91	1	20	11	0,93
Niger	65	0,88	2	37	34	26
Liberia	66	0,94	0,62	10	6	5
Central African R.	66	0,82	0,32	5	4	6
Yemen	66	0,96	9	133	53	34
Togo	66	0,81	2	36	19	9
Burkina Faso	66	0,98	5	78	43	23
Turkiye	66	0,98	392	6.025	2.800	85
Australia	68	0,94	415	6.174	1.315	26
North Macedonia	68	0,90	7	97	33	2
Panama	68	0,99	26	384	131	4
China	68	0,87	10.550	173.964	26.395	1.426
Jamaica	68	0,94	9	132	26	3
Zimbabwe	69	0,95	14	191	41	16
Cambodia	69	0,95	14	215	73	17
Cyprus	69	0,95	7	98	38	0,92
Sierra Leone	69	0,74	1	19	15	9
Benin	69	1,00	7	102	45	13
Mauritania	70	0,77	4	63	21	5
Hong Kong	70	0,96	87	1.257	423	7

Tonga	70	0,99	0,13	2	1	0,11
Vanuatu	71	0,98	0,25	4	1	0,33
Somalia	71	1,00	0,82	12	12	18
Madagascar	71	0,96	4	56	44	30
Lebanon	71	1,00	27	370	65	5
The Bahamas	72	0,95	3	47	13	0,41
Poland	73	0,92	293	4.055	1.355	38
Sao Tome-Principe	73	0,99	0,16	2	1	0,23
Guinea-Bissau	75	0,93	0,36	5	4	2
Kazakhstan	80	0,98	265	3.416	487	19
South Africa	84	0,99	477	5.721	790	60
Mongolia	85	0,96	16	194	40	3

PAÍSES DEL MODELO 3

PAÍS	2018-2022	Índice /País	(Mtm CO2)	(Billon Btu	Miles M. PIB-PPA	Pob. M. hb.
Mozambique	46	1,07	8	179	40	33
Georgia	50	1,04	11	217	64	4
Tajikistan	50	1,11	8	162	41	10
Zambia	52	1,22	7	142	67	20
Colombia	53	1,01	70	1.338	762	52
Lithuania	53	1,10	13	244	106	3
Kyrgyzstan	53	1,01	10	179	31	7
Lesotho	54	1,17	0,75	14	6	2
Bahrain	54	1,00	43	801	72	2
Qatar	54	1,02	122	2.201	252	3
Argentina	55	1,01	185	3.447	873	46
Equatorial Guinea	56	1,30	4	69	21	2
Eswatini	57	1,06	1	21	12	1
Algeria	58	1,03	148	2.626	583	45
Moldova	58	1,01	7	127	30	4
Brunei	58	1,01	12	209	26	0,45
Malawi	58	1,03	2	27	30	20
Uganda	60	1,04	6	106	117	47

PAÍSES DEL MODELO 4

PAÍS	2018-2022	Índice /País	(Mtm CO2)	(Billon Btu	Miles M. PIB-PPA	Pob. M. hb.
Ghana	60	1,03	23	382	201	33
Japan	62	1,03	1.049	16.890	5.301	124
Taiwan	62	1,00	306	4.920	1.394	24
Chile	62	1,00	80	1.368	467	20
Afghanistan	62	1,07	7	110	62	41
Burma	63	1,04	31	501	239	54
Tanzania	63	1,00	13	211	177	65
Syria	64	1,02	26	401	52	22
Papua New Guinea	66	1,02	4	67	32	10
Guinea	66	1,10	5	68	33	14
Dominican Republic	67	1,01	27	412	209	11
Malaysia	67	1,03	262	3.954	964	34
Samoa	67	1,18	0,31	5	1	0,22
Saint Vincent/Gren.	68	1,03	0,25	4	1	0,10
Mali	69	1,24	7	101	46	23
Puerto Rico	69	1,08	17	248	67	3
Sri Lanka	69	1,05	22	315	269	22
Dominica	70	1,14	0,17	3	1	0,07
Malta	70	1,11	8	120	25	0,53
Aruba	70	1,06	1	17	4	0,11
Barbados	71	1,04	1	19	4	0,28
Saint Lucia	71	1,02	0,62	9	3	0,18
Solomon Islands	71	1,09	0,32	4	1	0,72
Morocco	71	1,02	68	934	307	37
Chad	71	1,11	2	29	27	18
Kiribati	71	1,06	0,08	1	0,27	0,13
Cabo Verde	71	1,32	0,68	10	4	0,59
Haiti	71	1,06	3	39	30	12
Antigua-Barbuda	71	1,00	0,77	11	2	0,09
Comoros	72	1,01	0,37	5	2	0,84
Grenada	72	1,03	0,36	5	2	0,13
Senegal	72	1,03	9	136	61	17
Maldives	72	1,01	2	29	11	0,52
Seychelles	72	1,03	0,87	12	3	0,11
Bermuda	72	1,06	0,58	8	6	0,06

Mauritius	73	1,03	5	71	28	1
Guyana	73	1,00	2	35	29	0,81
British Virgin Islands	73	1,14	0,19	3	2	0,03
Cayman Islands	73	1,14	0,72	10	4	0,07
Saint Kitts and Nevis	73	1,11	0,27	4	1	0,05
Gambia, The	74	1,07	0,52	7	6	3
Indonesia	74	1,08	685	9.102	3.452	276
Philippines	75	1,05	136	1.798	977	116
Botswana	76	1,06	8	103	40	3
Vietnam	78	1,06	298	3.841	1.051	98
India	79	1,01	2.805	35.257	10.190	1.422
Bosnia-Herzegovina	82	1,06	26	300	52	3
North Korea	91	1,00	62	675	37	26
Laos	95	1,71	20	220	59	8

*

Javier colomo Ugarte

Doctor en Geografía Económica Regional y Actividades Económicas