

La problemática de las emisiones de gases de efecto invernadero en Bolivia

Versión: 0.12

1. Introducción.....	2
2. Las emisiones de Bolivia	3
2.1. Comparando Bolivia con otros países.....	4
2.2. Problemas en los cálculos del PNCC.....	6
2.3. Los vacíos en el cálculo del UTCUTS.....	8
2.4. Estimando emisiones de incendios.....	9
2.5. Estimando emisiones de la deforestación.....	12
2.6. Absorción de CO ₂ por la tierra boliviana	13
2.7. Comparando Bolivia con otros países	14
2.8. Cobertura de emisiones bolivianas en la prensa.....	15
3. ¿Qué cantidad de emisiones es justa?.....	16
3.1. Las metas de limitar el calentamiento.....	18
3.2. La factibilidad de metas de 1°C, 1,5°C o 2°C de calentamiento.....	19
3.3. En rumbo a 4-6°C de calentamiento.....	22
4. Un país extractivista y exportador de recursos naturales	23
4.1. Planes hidrocarburíferos basados en un desarrollo sucio.....	24
4.2. El riesgo de la fractura hidráulica o fracking.....	32
4.3. Industrialización basada en hidrocarburos.....	33
5. Deforestación.....	39
5.1. Riesgos en el ciclo hídrico y la muerte progresivo del bosque amazónico..	43
5.2. Fertilizantes sintéticos y la alternativa de biochar.....	45
5.3. REDD+ y la propuesta alternativa del Mecanismo Conjunto.....	46
6. La dieta boliviana.....	48
7. Construcción y cemento.....	52
8. La problemática de la deuda climática.....	53
8.1. Emisiones históricas de Bolivia.....	55
8.2. Absorción histórica de CO ₂	58
8.3. El riesgo de la deuda climática.....	58
8.4. El uso problemático de la deuda climática.....	59
8.5. Un uso positivo de la deuda climática.....	61
9. Planes de adaptación y mitigación.....	62
9.1. Planes para la adaptación en Bolivia.....	62
9.2. Planes para la mitigación en Bolivia.....	63
9.3. Energía sucia de megahidroeléctricas.....	65
9.4. Energía eólica y solar.....	69
9.5. Proyectos del PNCC.....	75
9.6. Mecanismo De Mitigación Para Vivir Bien.....	76
10. Pautas para enfrentar el cambio climático	77
10.1. Como incentivar y financiar el cambio	81
11. Referencias.....	83

1. Introducción

En los últimos años Bolivia viene articulando el concepto de "desarrollo integral" bajo el justificativo de balancear las necesidades de su población y la Madre Tierra, promoviendo "los derechos de la Madre Tierra" y fomentando la idea del "Vivir Bien" en lugar de "Vivir Mejor", para que Bolivia pueda desarrollar una alternativa que no dañe a la Madre Tierra. Sin embargo, los datos actuales acerca de deforestación, incendios, producción hidrocarburífera, producción agraria, producción mineral y las emisiones de *gases de efecto invernadero* (GEI) demuestran que este discurso no corresponde a la realidad boliviana. Los planes futuros presentados por los ministerios de gobierno son basados en el extractivismo, por ende, un desarrollo sucio que exporta recursos naturales y explota a la Madre Tierra.

Por el tamaño de su población, Bolivia es un país muy contaminador e insostenible en términos ecológicos. Produce alrededor de 30 toneladas de dióxido carbono equivalente per cápita (tCO₂-eq/cápita), las que vienen principalmente de incendios (20,8 tCO₂-eq/cápita), deforestación (9,2 - 15,5 tCO₂-eq/cápita), los gases de flúor (2,4 tCO₂-eq/cápita) y las emisiones fugitivas de combustibles fósiles (1,5 tCO₂-eq/cápita).¹ Este monto necesita ser reducido 92% para alcanzar a 2,4 tCO₂-eq/cápita, lo que es necesario para lograr la meta de limitar el calentamiento a 2°C. Esta meta sólo es posible si todos los países, incluso Bolivia, limiten sus emisiones dentro su *cupo de carbono*, pero actualmente Bolivia está en ruta para producir 10 veces más que su cupo de carbono de 1,35 gigatoneladas de CO₂-eq entre el 2000 y el 2050.

Los científicos que estudian los glaciares, los sedimentos del Lago Titicaca, la deforestación y los modelos climáticos de precipitación y sequías están advirtiéndolo que el territorio boliviano puede ser transformado por el cambio climático, de manera que se dañen a los ecosistemas esenciales y dificulten la vida humana que depende de esos ecosistemas. Lastimosamente, hubo muy poca discusión seria en la prensa nacional y en los debates políticos acerca de como Bolivia está contribuyendo al problema de cambio climático y como llegar a un verdadero proceso de cambio, para como país vivir dentro nuestros límites ecológicos.

El primer problema es la falta de entendimiento acerca de las causas y consecuencias del cambio climático y sin información adecuada, es difícil pensar en como solucionar la crisis ecológica, moral y socioeconómica que enfrentamos inminentemente. Este documento pretende ofrecer algunos datos y mencionar algunos estudios científicos con el objetivo de reorientar la conversación acerca del cambio climático en Bolivia.

El cambio climático conlleva muchas formas de injusticia, pero la falta de acción para solucionar la crisis sólo ampliará esta injusticia. Hasta ahora la mayoría de la discusión nacional se ha enfocado en las cuestiones de "¿cómo vamos a ser afectados por el cambio climático?" y "¿a quién podemos echar la culpa por esta crisis?"; sin embargo, la pregunta principal creemos debe ser "¿como nosotros podemos actuar para solucionar la crisis?"

Para contestar esta pregunta, es necesario entender como y donde en Bolivia se emiten gases de efecto invernadero y como las practicas actuales en la agricultura, la dieta boliviana, la silvicultura, la extracción hidrocarburífera, la generación de energía, los planes de desarrollo y la economía orientada a la extracción y exportación de materias primas, están contribuyendo a estas emisiones. El cambio climático es un problema estructural y es necesario hacer una análisis no solamente de los hábitos personales de bolivianas y bolivianos, sino también de las políticas y los planes del estado que fomentan la destrucción de la Madre Tierra y las altas emisiones de gases que cambian el clima. También es necesario analizar como la política externa de demandar un "deuda climática" de los países desarrollados complementa la política interna de fomentar el desarrollo sucio en Bolivia.

Hasta ahora los planes presentados por el gobierno boliviano para mitigar las emisiones de GEI han sido inefectivos, al igual que los planes de adaptación al fenómeno, y en algunos casos contribuyen al problema. Los planes actuales del estado sólo ayudan a profundizar la crisis y dificultar la salida de la crisis civilizatoria y ambiental, por lo tanto es necesaria una reflexión a todo nivel, pero sobretodo un empoderamiento del problema de parte de la sociedad civil organizada en movimientos que surjan y propongan nuevos rumbos de cambio para Bolivia, acorde a la Constitución política del Estado.

El camino para salir de la crisis actual no es único, ni tampoco fácil, y requiere de la creatividad y la acción colectiva de muchas personas. En este sentido este documento quiere aportar a los movimientos con información independiente para generar herramientas, acciones y campañas que ayuden a enfrentar el cambio climático. Esta información muestra algunos datos que enfocan su atención en algunos problemas ecológicos dentro de Bolivia y ofrece algunas pautas para solucionar estos problemas.

Algunas de las soluciones ofrecidas son soluciones técnicas (como la energía eólica, el *biochar*, cemento pozzolana y la salida del mercado de los focos incandescentes) que pueden ser implementadas sin enfrentar los problemas más profundos de país. Otras sugerencias (como un impuesto de carbono y redistribución de estos, cambios en las políticas de deforestación y la eliminación de los subsidios para los combustibles fósiles) son diseñados para cambiar los incentivos que estimulan el desarrollo sucio. Las sugerencias más personales (como cambios en la dieta, menos consumo de carne y reducción del consumo de energía) tocan la consciencia de cada persona. Las sugerencias más ambiciosas (como la meta de dejar 80% de los hidrocarburos en el suelo, el abandono de la industrialización basada en el extractivismo, la transición a agricultura orgánica y la transición a una economía local con poca exportación) son cambios estructurales y sistémicos que son necesarios para lograr la meta del Vivir Bien y alcanzar una sociedad en equilibrio y armonía con la Madre Tierra.

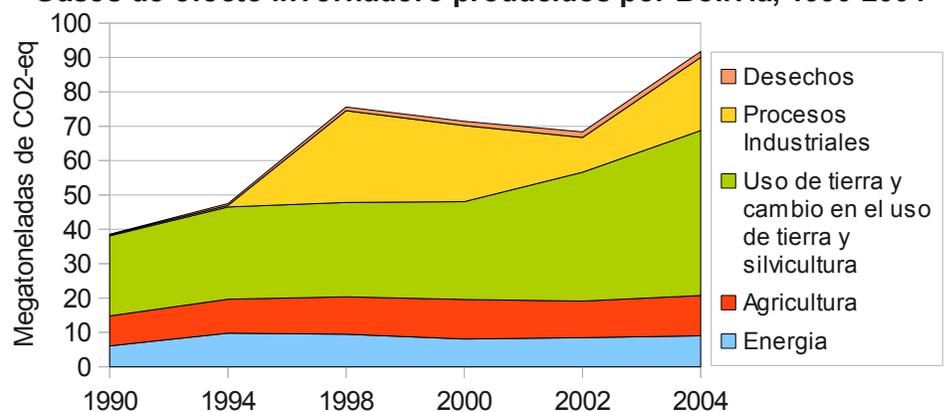
Sin embargo, ninguna de estas sugerencias son posibles si no existe una sociedad civil y movimientos informados y enfocados en los problemas de destrucción de la Madre Tierra, entonces este documento muestra brevemente algunos de estos problemas y sus causas, para llamar a la reflexión necesaria y despertar la consciencia de la sociedad para buscar una solución sistémica la actual crisis climática y civilizatoria.

2. Las emisiones de Bolivia

Bolivia es generalmente considerado como un país que contribuye muy poco al problema del cambio climática, por tanto, muchos piensan que es injusto que Bolivia sufra los impactos del cambio climático, a pesar de su poca contribución a los *gases de efecto invernadero* (GEI). Esta creencia es expresada por muchos, desde el Presidente de Bolivia hasta los movimientos indígenas, pero está basada en a suposición errónea de que Bolivia por no ser un país industrializado no produce mayores emisiones de gases de efecto invernadero.

Aunque Bolivia no quema mucho

Gases de efecto invernadero producidos por Bolivia, 1990-2004

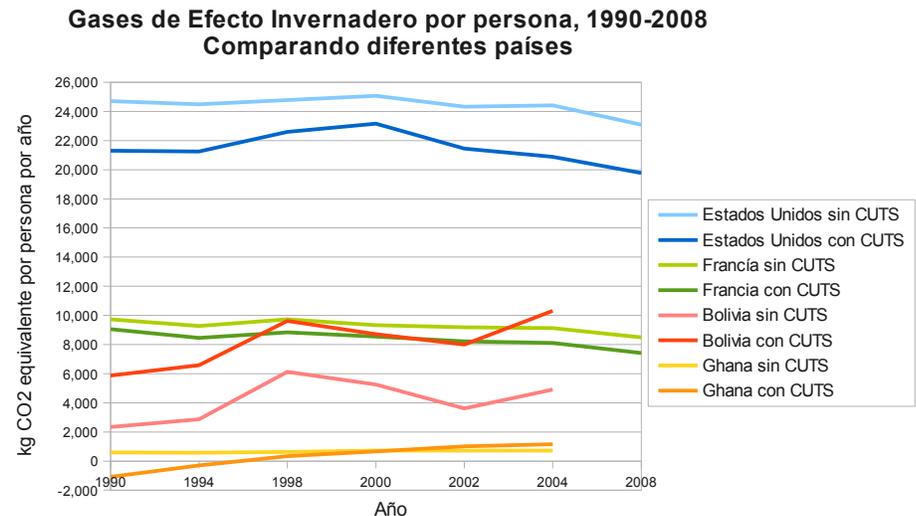


Fuente: Elaborado con datos del Programa Nacional de Cambios Climáticos, que son reportados a la UNFCCC, <http://unfccc.int/di/DetailedByParty.do>

carbón y petróleo en las cantidades que los países industrializados, esto no significa que no produzca muchos gases de efecto invernadero. Según el Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC) en el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), los GEI producidos por Bolivia entre 1990 y 2004 crecieron de 38,6 a 92,7 megatoneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂-eq).² El uso de hidrofluorocarbonos (HFCs) en procesos industriales contribuyó mucho al crecimiento, pero también ha habido un crecimiento dramático en la emisiones del *Uso de la Tierra y Cambio en el Uso de Tierra y Silvicultura* (UTCUTS), que es causado principalmente por la deforestación y incendios. Además, Bolivia ha aumentado su exportación de gas desde 1999, lo que no está incluido en estos montos, pero se debe tomar en cuenta que el gas exportado contribuye a los GEI emitidos por otros países.

2.1. Comparando Bolivia con otros países

Si los montos del PNCC son divididos por la población nacional, el boliviano promedio produjo 4,9 toneladas de CO₂ equivalente de emisiones directas en el año 2004. Si el UTCUTS es incluido, el boliviano promedio produce 10,2 ton. CO₂-eq, lo que es más que las emisiones por persona en Europa Occidental y Japón, pero menos que en Norteamérica, según los datos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (o UNFCCC por sus siglas en inglés). Mientras las emisiones de GEI por persona siguen creciendo en Bolivia, están disminuyendo levemente en Japón, Europa Occidental y EEUU.³



Fuente: Calculado con estadísticas de UNFCCC y US Census Bureau, <http://unfccc.int/di/DetailedByParty.do>, <http://www.census.gov/population/international/data/idb/country.php>

La distribución sectorial de la producción de GEI en Bolivia es diferente que la que se da en países industrializados. Bolivia no quema muchos combustibles fósiles en fábricas y autos; y el consumo de electricidad es bajo comparado con el de países industrializados, pero la generación de energía es solo un décimo de las emisiones de Bolivia, entonces los políticos que asumen que Bolivia no contamina porque no consume muchos combustibles fósiles están equivocados porque no están considerando las emisiones causados por la deforestación y la agricultura, ni los hidrocarburos que Bolivia exporta a sus vecinos.

En este respecto Bolivia es distinta de la mayoría de los países en vías de desarrollo. Entre los 122 países fuera del Anexo 1 del UNFCCC, lo que incluye la mayoría de los países en vías de desarrollo, el sector de energía produjo 62,9% de las emisiones y el UTCUTS produjo 1,6% de las emisiones de GEI en el año 2004. En

GEI emitidos en el 2004 (megatoneladas de CO ₂ -eq)						
Categoría	Bolivia		Países en desarrollo (no Anexo 1)		Países desarrollados (Anexo 1)	
	MTn	%	MTn	%	MTn	%
Energía	9,03	9.9%	7.501,15	62.9%	15.069,02	95.4%
Procesos industriales	21,27	23.2%	703,50	5.9%	1.204,09	7.6%
Agricultura	11,66	12.7%	3.033,04	25.4%	1.357,46	8.6%
UTCUTS	48,05	52.4%	196,06	1.6%	-2.332,81	-14.8%
Desechos	1,70	1.9%	497,74	4.2%	475,46	3.0%
Total	91,71	100%	11.931,50	100%	15.792,48	100%

Fuente: Elaboración propia con datos de la UNFCCC, <http://unfccc.int/di/DetailedByParty.do>

comparación, en Bolivia el sector de energía produjo 9,9% y el UTCUTS produjo 52,4% de las emisiones en el mismo año. En los países del Anexo 1, que incluye la mayoría de los países desarrollados, energía produjo 95,4% de emisiones y UTCUTS absorbió 14,8% de sus emisiones.

Según los montos reportados por cada país a la UNFCCC, Bolivia produce más gases por persona que todos los otros países sudamericanos excepto de Ecuador y Brasil, pero estos montos reportados por los países fuera del Anexo 1 son escasamente comparables, porque la calidad de sus datos es variable y sus datos no fueron revisados por consultores externos, como sucedió con los datos de los países en el Anexo 1.

Para comparar las emisiones de Bolivia con las emisiones de otros países, es necesario utilizar una metodología consistente para calcular los GEI en todo el mundo y tomar en cuenta las emisiones que ocurren en todos los sectores, incluso el UTCUTS y la agricultura, porque estas dos categorías engloban la deforestación y los incendios, que producen la mayoría de las emisiones en Bolivia. Además es necesario calcular no solo el CO₂, del que Bolivia produce poco, pero también el hollín (carbono negro), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), de los que Bolivia produce mucho. Además debe incluir también la capacidad de las tierras bolivianas para absorber sus emisiones.

De las 6 organizaciones que estiman las emisiones de GEI producidas por cada país, todas tienen huecos en sus cálculos, lo que dificultan una comparación válida entre países. Tres de estas organizaciones no incluye el UTCUTS en sus cálculos, así que sus montos no cubren el sector más importante en Bolivia. En teoría las cifras publicadas por la UNFCCC deben ser las más comparables porque incluyen casi todos los tipos de emisiones (aparte del hollín producido por incendios), pero los datos de la UNFCCC dependen de los cálculos de cada gobierno. Muchos países afuera del Anexo 1 han dejado de calcular sus emisiones y la calidad de sus datos es muy variable. Para realizar comparaciones entre países, la EDGAR (Emissions Database for Global Atmospheric Research) de la Comisión Europea y el CAIT (Climate Analysis Indicators Tool) del World Resources Institute son las mejores fuentes, porque su metodología es consistente en todo el mundo y calculan las emisiones de CH₄ y N₂O. Sin embargo, EDGAR y CAIT no cubren todos los aspectos de UTCUTS, entonces es importante tomar en cuenta sus limitaciones.

Organización	CO ₂	CH ₄ , N ₂ O	HFCs, PFCs, SF ₆	Hollín	Incendios agrarios	UTCUTS				Metodología consistente
						Deforestación	Absorción de GEI	Incendios forestales	Incendios de sabana	
Países adentro de Anexo 1 de la UNFCCC	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Países fuera de Anexo 1 de la UNFCCC	X	X	X		X	X	X	X	X	Depende del país
EDGAR, Comisión Europea	X	X			X			X		X
CAIT, World Resources Institute (WRI), EEUU	X	X	Depende del país			X				X
CDIAC, Oak Ridge National Lab., EEUU	X									X
Agencia Internacional de Energía (IEA)	X									X
US Energy Information Administration (EIA)	X									X

Fuente: Elaboración propia, basada en los sitios web de cada organización y Sarah Winne (2009-09-28) "Global Greenhouse Gases Emissions Review", Met Office Hadley Centre, http://www.metoffice.gov.uk/media/pdf/5/2/AVOID_WS2_D1_01_20090928.pdf

2.2. Problemas en los cálculos del PNCC

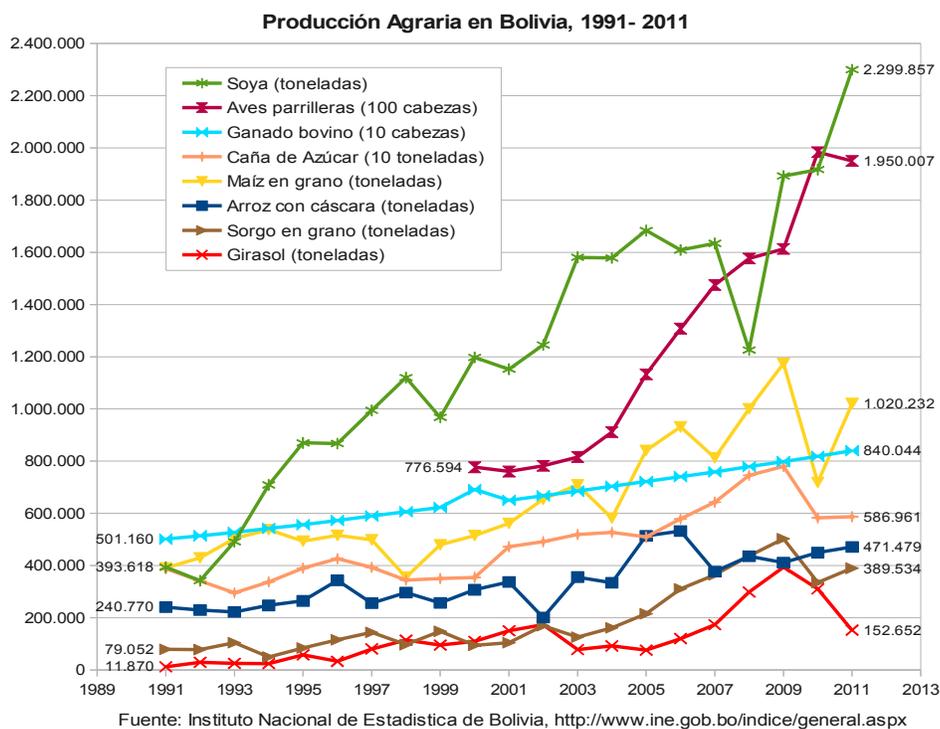
El Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC) en el Ministerio de Medio Ambiente y Agua no ha calculado las emisiones bolivianas desde el 2009, cuando publicó las emisiones de GEI en los años 2002 y 2004. Las estimaciones de las emisiones entre el 1990 y el 2004, que Bolivia ha reportado a la UNFCCC, tienen muchas falencias. Las emisiones reportadas en algunos sectores no reflejan la actividad en estos sectores.

Gases de Efecto Invernadero Producidos por Bolivia (megatoneladas de CO ₂ -eq)						
Categoría	1990	1994	1998	2000	2002	2004
Energía	6,0638	9,7398	9,4530	8,0690	8,4784	9,0346
Agricultura	8,7572	9,9383	10,8665	11,5415	10,6126	11,6572
Uso de tierra y cambio en el uso de tierra y silvicultura	23,2624	26,8446	27,5359	28,4780	37,5320	48,0473
Procesos Industriales	0,3230	0,4786	26,6570	22,1145	10,1163	21,2706
Desechos	0,1796	0,5371	1,1018	1,2442	1,6373	1,7028
Total	38,5859	47,5383	75,6142	71,4472	68,3767	91,7124

Fuente: Datos reportados por el Programa Nacional de Cambios Climáticos de Bolivia a la UNFCCC, <http://unfccc.int/di/DefaultBy>

Las emisiones en el sector de energía son cuestionables porque redujeron después de 1994, pero la generación de electricidad y la producción de gas y petróleo se expandieron entre 1994 y 2004, lo que no está reflejado en las cifras de emisiones. Entre el 1994 y el 2004, la generación de electricidad creció en un 60%, de 2.824 a 4.523 gigawatios-hora y la mayoría de esta electricidad adicional se generó en termoeléctricas de gas (AE 2013). Igualmente, entre el 1994 y el 2004, el consumo doméstico de petróleo creció en un 63%, de 30,4 a 49,6 miles de barriles por día y el consumo de gas natural creció en un 117%, de 35 a 76 mil millones de pies cúbicos por año (EIA).

Los datos que muestran las emisiones en el sector de agricultura son también cuestionables, porque la producción agraria se expandió mucho entre 1990 y 2004, pero las emisiones en el mismo periodo no reflejan bien esta expansión con un crecimiento de solo 33,1%. En comparación, la cantidad de tierras agrícolas creció de 2.701.171 a 6.204.975 hectáreas entre 1990 y 2004, Entre estas tierras, las áreas bajo cultivo crecieron de 1.350.260 a 3.317.073 hectáreas (PNCC 2009a, p. 101). Entre 1991 y 2004, la mayoría de productos agrarios tuvieron un crecimiento mayor a 33,1%: arroz (95,8%), maíz (161,0%), quinua (94,7%), sorgo



(392,8%), trigo (129,6%), café (102,5%), banano (46,5%), uva (52,1%), haba (51,3%), caña de azúcar (51,3%), girasol (1186,0%), soya (484,3%), papa (39,7%) y ganado bovino (67,6%).⁴ Con 2,3 veces más tierras agrarias en el 2004 que en el 1990, es difícil creer que las emisiones sólo crecieron en un 33,1% en este periodo.

Es evidente que el PNCC ha subestimado las emisiones producidas en varias categorías. El PNCC estimó 10,2 toneladas de CO₂-eq por boliviano en el 2004, pero el CAIT 8.0 de World Resources Institute estimó 22,2 toneladas de CO₂-eq por boliviano en el mismo año y la EDGAR 4.2 de la Comisión Europea estimó 30,1 toneladas de CO₂-eq por boliviano en el 2005. Aunque el PNCC utilizó la metodología estándar provista por la UNFCCC para calcular las emisiones bolivianas, la metodología permite subestimar las emisiones.

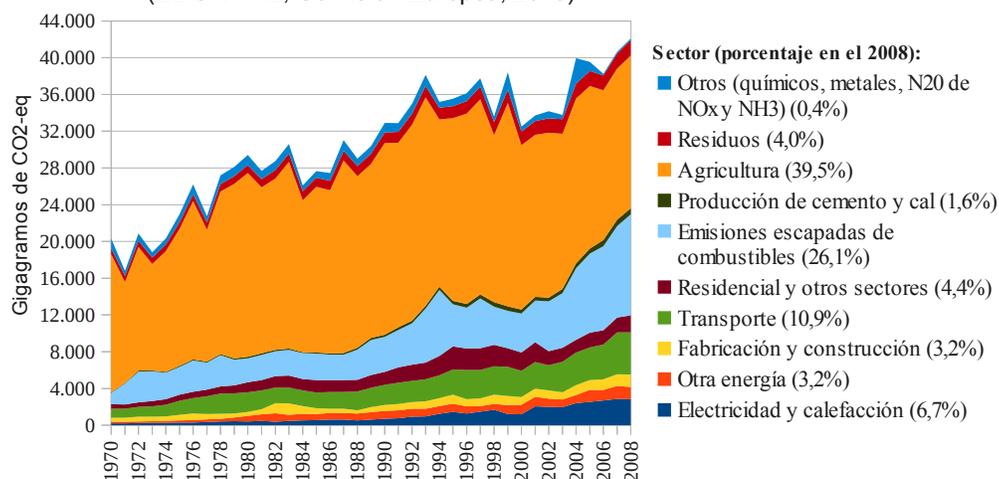
Emisiones de Bolivia, según fuentes diferentes								
Fuente (año de emisión)	MMAyA (2004)		CAIT 8.0 (2005)		CAIT 2.0 (2004)		EDGAR 4.2 (2004)	
	Mt CO ₂ eq	t CO ₂ eq/cápita	Mt CO ₂ eq	t CO ₂ eq/cápita	Mt CO ₂ eq	t CO ₂ eq/cápita	Mt CO ₂ eq	t CO ₂ eq/cápita
Energía	9,04	1,01	12,74	1,39	11,11	1,24	17,09	1,90
Emisiones fugitivas	0,89	0,10	2,70	0,30			7,80	0,87
Procesos industriales	21,27	2,37	0,72	0,08	0,66	0,07	0,55	0,06
Agricultura	11,66	1,30	45,61	4,99	39,43	4,39	17,95	2,00
Desechos	1,70	0,19	1,74	0,19	1,64	0,18	1,63	0,18
Total sin UTCUTS	43,67	4,86	60,84	6,65	52,97	5,90	39,96	4,45

Fuente: Elaboración propia con datos de la UNFCCC, World Resources Institute (2012, 2013) y EDGAR (2013).

En el sector de energía, las estimaciones de emisiones de GEI del PNCC son bajas, principalmente porque el PNCC no incluyó muchas emisiones fugitivas de combustibles fósiles. Aunque Bolivia exporta 82% de su gas, el metano que escapa de los pozos en el proceso de extracción de este gas deberían ser contabilizadas en las emisiones de Bolivia. La estimación de las emisiones fugitivas de la EDGAR es casi 9 veces más que la estimación del PNCC en el año 2004. Según la EDGAR, estas emisiones han crecido substancialmente desde que Bolivia empezó de aumentar la extracción de gas en 2000. EDGAR estima que las emisiones fugitivas de combustibles produjeron 11,00 Mt CO₂-eq en el 2008, que significa 1,14 toneladas de CO₂-eq per cápita.

Sin embargo, el quinto informe del Panel Internacional de Cambio Climático (IPCC) ha incluido la interacción de metano con aerosoles y estima que el metano tiene un *potencial de calentamiento global* (por sus siglas en inglés GWP) de 34 veces en un plazo de 100 años, que es 36% más que el GWP utilizado por el EDGAR. Entonces asumiendo esta condicionante, las emisiones fugitivas de combustibles recalculándolas significarían 14,85 Mt CO₂-eq en el 2008, o 1,54 toneladas de CO₂-eq per cápita. Además, investigaciones recientes de la Administración Nacional

Gases de efecto invernadero de Bolivia sin UTCUTS, 1970-2008
(EDGAR 4.2, Comisión Europea, 2013)



Oceánica y Atmosférica (NOAA) de los EEUU sobre los campos de extracción de gas demuestran que más metano está escapando a la atmósfera que el que fue estimado anteriormente.⁵

Igualmente, las estimaciones de emisiones por la agricultura del PNCC son muy bajas en comparación con las estimaciones de CAIT 8.0, CAIT 2.0 y EDGAR 4.2. Las estimaciones del metano emitido por la fermentación entérica en los estómagos de rumiantes son adecuadas, pero el PNCC subestima el óxido nítrico (N₂O) emitido por la agricultura, que es significativo porque N₂O causa 298 veces más calentamiento por gramo que CO₂ en un

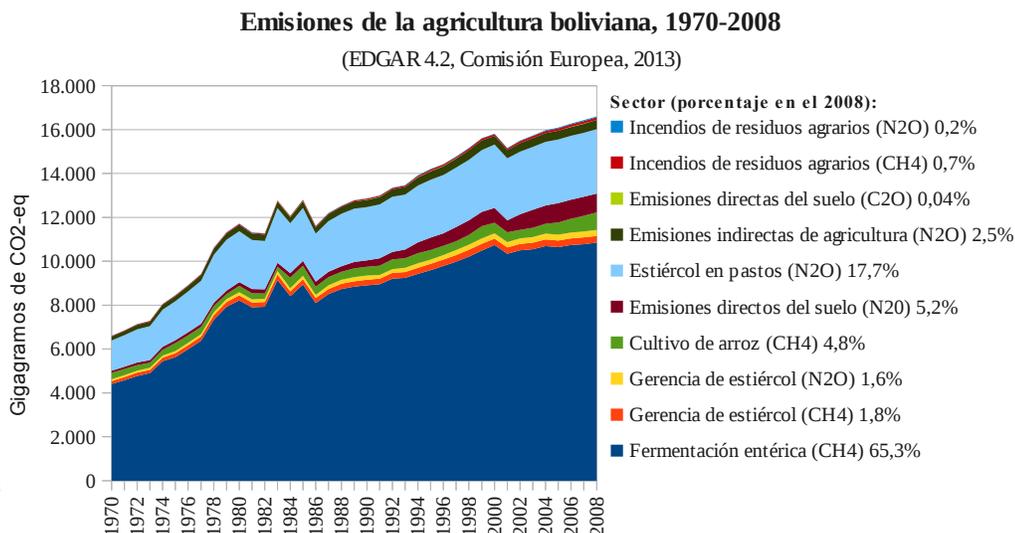
plazo de 100 años. Bolivia tradicionalmente no utilizó muchos fertilizantes sintéticos, que pueden emitir mucho N₂O si son aplicados en exceso, pero lamentablemente la agroindustria sojera utiliza muchos fertilizantes sintéticos. Según el PNCC (2009a, p. 81), las emisiones de N₂O causadas por fertilizantes sintéticos redujeron de 0,02971 a 0,01157 gigagramos entre el 2000 y 2004, que es una temporada cuando la producción de soya en Bolivia expandió 46,1%, de 1.152.270 a 1.683.652 toneladas.⁶ El PNCC tampoco estima adecuadamente las emisiones del N₂O que provienen del estiércol. Según el PNCC, el estiércol emitió 0,06 gigagramos de N₂O en el 2004, pero EDGAR 4.2 estimó 10,62 gigagramos de N₂O en el mismo año.

La única categoría donde PNCC estima más emisiones que el CAIT 8.0, CAIT 2.0 y EDGAR 4.2 es el sector de procesos industriales, pero CAIT y EDGAR no incluyeron los gases de flúor en sus cálculos, entonces no pueden demostrar como estos gases utilizados en la refrigeración han crecido en Bolivia. Las subestimaciones del PNCC en las emisiones fugitivas de energía y las emisiones de N₂O en la agricultura son balanceadas por la falta de contabilización de los gases de flúor en CAIT y EDGAR, entonces el total sin UTCUTS del PNCC no es muy diferente que los totales de CAIT y EDGAR. Los totales de CAIT y EDGAR serían muchos más altos si estos gases de flúor fuesen incluidos en sus cálculos, porque Bolivia utiliza mucho HFC-134a, que es 1300 veces más calentador por un gramo que CO₂ en un plazo de 100 años.

Ningunas de las fuentes incluyen gases como los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), los que deben ser regulados bajo la Convención de Montreal, pero en Bolivia son utilizados sin mucha restricción. El MMAyA ha elaborado planes para reducir el uso de los HCFC, que son gases artificiales utilizados en la refrigeración y aerosoles. Sin embargo, la campaña del MMAyA en contra de los juegos de agua durante el carnaval ha promovido la venta de espumas carnavalescas que contiene HCFC-22, lo que causa 1810 veces más calentamiento por gramo que CO₂ en un plazo de 100 años. Un envase de espumas de Rey Momo contiene aproximadamente 12 gramos de HCFC-22, los que equivalen a 22 kilos de CO₂. (Batto 2014)

2.3. Los vacíos en el cálculo del UTCUTS

El sector donde las estimaciones del PNCC se distinguen más del CAIT y la EDGAR es en las



emisiones causadas por el UTCUTS, donde precisamente Bolivia tiene la mayor parte de sus emisiones. El PNCC estima las emisiones de GEI y la absorción de CO₂ en tierra que ha cambiado su uso y tierra que no ha cambiado su uso. Lastimosamente el PNCC subestima las emisiones en este sector, pero el CAIT y EDGAR sólo calculan algunos aspectos de este sector, entonces no existe ninguna estimación muy completa y confiable de las emisiones bolivianas del UTCUTS.

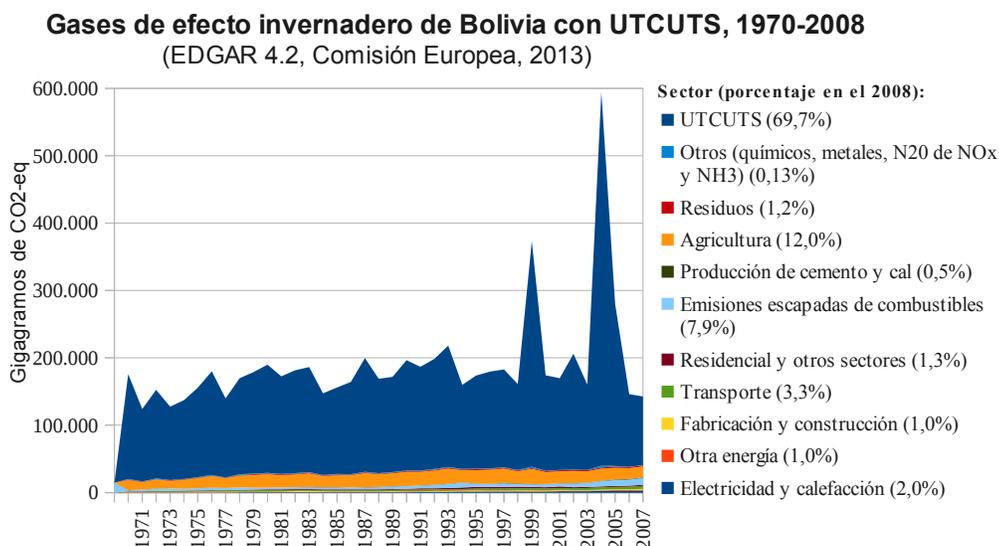
Emisiones bolivianas de UTCUTS, según fuentes diferentes				
Fuente	Categoría	Año de emisiones	Mt CO ₂ -eq/año	tCO ₂ -eq/año/cápita
PNCC (2009a)	UTCUTS (emisiones menos la absorción de la tierra)	2004	54,47-18,27 = 36,20	5,3
EDGAR 4.2 (2013)	Incendios de bosques y humedales	2004	554,26	61,7
EDGAR 4.2 (2013)	Incendios de bosques y humedales, promedio anual entre 2000 y 2008	2000 - 2008	186,46	20,8
PNCC (2009a)	Tierras convertidas a agrícolas	2004	28,72	3,2
CAIT 8.0 (2012) / Richard Houghton (2009)	Cambio de uso de tierra forestada	2000 - 2005	139	15,5
CAIT 2.0 (2013) / FAO (2010a)	Cambio de biomasa forestal	2001 - 2005	77,62	8,7
CAIT 2.0 (2013) / FAO (2010a)	Cambio de biomasa forestal	2006 - 2010	87,97	9,2
Lykke Andersen (2009-03-16), basado en datos de la FAO	Deforestación	2000 - 2005	110	11

En el sector del UTCUTS, es difícil comparar los números del PNCC con los números de EDGAR 4.2, CAIT 8.0 y CAIT 2.0, porque a menudo están cuantificando cosas diferentes. Según el PNCC, el boliviano promedio emitió 5,3 toneladas de CO₂-eq en el UTCUTS en el año 2004, pero el CAIT 8.0 estima 15,5 toneladas, el CAIT 2.0 estima 8,7 toneladas y el EDGAR estima 61,7 toneladas en el mismo año.

2.4. Estimando emisiones de incendios

En sus cálculos de UTCUTS, la EDGAR sólo incluye los incendios de bosques, humedales y la descomposición de biomasa muerta creada por estos incendios. En los años 1998, 2004 y 2005, cuando habían sequías, las emisiones llegaron a niveles muy altos. En el 2004, los incendios produjeron 61,7 toneladas de CO₂-eq per cápita, pero el promedio entre el 2000 y el 2008, fue 20,8 toneladas de CO₂-eq per cápita. Este

nivel de emisiones parece mucho, pero probablemente la EDGAR está subestimando el problema, porque no incluye los incendios en praderas en el UTCUTS y sólo estima que incendios agrarios que



produjeron 176,83 gigagramos de CO₂-eq o 0,13% de las emisiones bolivianas en el 2008.

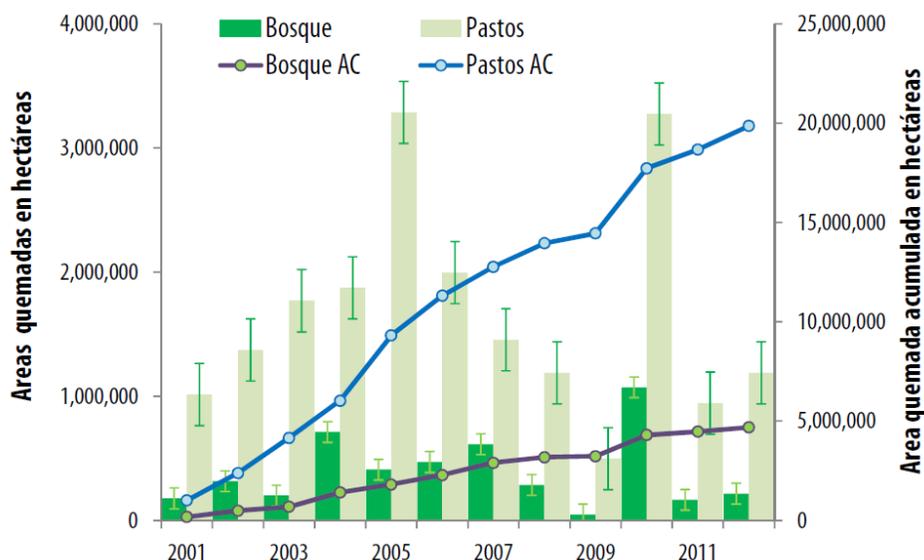
Por alguna razón, el PNCC no separa el CO₂ emitido por incendios en su propia subcategoría en UTCUTS, pero estima que incendios de vegetación en UTCUTS emitieron 411,96 gigagramos de CH₄ y 10,30 Gg de N₂O. En comparación, la EDGAR 4.2 estima que los incendios forestales solos emitieron 1.790,03 Gg de CH₄ y 52,65 Gg de N₂O en el mismo año, que es 4 veces más que las estimaciones del PNCC para todos los incendios en bosques, praderas y otros tipos de tierra. Desafortunadamente, el CAIT del World Resources Institute no estiman las emisiones de incendios, entonces no hay otra estimación para comparar con la EDGAR y el PNCC.

Según un estudio de imágenes satélites de la Fundación Amigos de la Naturaleza (Rodríguez M. 2011, p. 5), un promedio de 1.772.540 ha de pasto y 428.751 ha de bosque fueron quemadas cada año en Bolivia entre 2001 y 2010, lo que significa 1905 m² de pasto y 461 m² de bosque por persona.⁷ Estos números se pueden duplicar en años de sequía (como en el 2005 y el 2010), eventos que se volverán más comunes en el futuro.

Incendios son un problema regional en Sudamérica. Según el IPCC (2013, tabla 7.1), incendios de biomasa en Sudamérica

emiten 5,9 teragramos de aerosoles en el año 2000, comparado a 3,6 Tg en Asia y 2,0 Tg en Norteamérica. Estos incendios producen mucho calentamiento en Bolivia, porque producen hollín (carbono negro), que absorbe calor. El hollín sólo se queda en la atmósfera por 7-10 días (IPCC 2013),⁸ pero un gramo de hollín en la atmósfera absorbe un millón veces mas calor que un gramo de CO₂ durante estos días. Algunos expertos no consideran incendios de pastos y incendios agrarios como un problema porque el CO₂ y el hollín producido por estos incendios es balanceado por el carbono orgánico, dióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x) que reflejan la luz y causan un forzamiento negativo que es mayor que el calentamiento del hollín en el corto plazo. El problema es que el carbono orgánico, SO₂ y NO_x no se quedan en la atmósfera por mucho tiempo, pero el CO₂ puede quedarse por siglos, causando mucho calentamiento en el largo plazo (Bond et al. 2013, fig. 10.2, 10.3, 10.4). Este calentamiento es aumentado por el metano emitido por incendios, porque se convierte a CO₂ después de un promedio de 12,4 años en la atmósfera y el N₂O emitido que dura un promedio de 121 años (IPCC 2013, p. 166).

El hollín tiene un impacto más alto en Bolivia que en otras regiones, porque el hollín se precipita sobre los glaciares y oscurece (mancha) el hielo. El hielo más oscuro refleja menos luz y absorbe más calor, causando mayor derretimiento y más calentamiento en zonas andinas. El derretimiento de glaciares tiene un efecto multiplicador, causando más calentamiento en zonas altas. El calentamiento sobre el Illimani durante el siglo 21 fue 1,1°C (Rabatel et al. 2013), que fue más que el promedio de Bolivia. El impacto de hollín no ha sido estudiado bien en los Andes, pero estudios en los Himalayas han concluido que el hollín ha causado 50% del derretimiento de sus glaciares y ha causado un 0,6°C del



Incendios forestales y quemas de pastos en Bolivia, 2001-2012

Fuente: Fundación Amigos de la Naturaleza (2013-08) Dinámica de incendios y quemas en Bolivia Análisis histórico 2000 a 2012, p. 3, http://www.fan-bo.org/fan/?dl_id=141

aumento total de 1,0°C en la temperatura promedio de las Himalayas ([Ramanathan y Carmichael 2008](#), p. 224).

Las emisiones calculadas de PNCC, CAIT y EDGAR no incluyen el hollín, que es un vacío muy importante porque el hollín es la tercera causa de cambio climático, después del CO₂ y metano. Todavía hay mucho debate científico acerca de como calcular el impacto de hollín. El quinto informe del IPCC ([2013](#), TS.7) estima que el hollín ha causado 0,64 watos de forzamiento radiativo por metro cuadrado de la superficie de la tierra entre el 1751 y el 2011, los que provienen de combustibles fósiles (principalmente diesel) y biocombustibles (0,40 W/m²), de incendios de biomasa (0,20 W/m²) y del hollín en hielo y nieve (0,04 W/m²). En comparación, el IPCC estima que CO₂ ha causado 1,68 W/m² de forzamiento radiativo.

Sin embargo, algunos científicos piensan que el impacto del hollín es mucho mayor. Bond et al. ([2013](#), s. 0.2.3-0.2.8, fig. 9.1) estima que hollín ha causado 1,1 W/m² de forzamiento radiativo entre el 1751 y el 2005, los que provienen de combustibles fósiles (0,29 W/m²), de biocombustibles (0,22 W/m²), incendios abiertos de biomasa (0,20 W/m²), de hollín en hielo y nieve (0,13 W/m²) y de los efectos indirectos de hollín en las nubes (0,23 W/m²). Entonces, Bond et al. estima que el forzamiento de combustibles es 28% más que el IPCC y el forzamiento del hollín en hielo y nieve es 3 veces más que el IPCC. Además, el IPCC no incluye los efectos indirectos del hollín en las nubes.

También existen evidencias para sugerir que los incendios pueden reducir las lluvias porque sus aerosoles previenen la formación de nubes lluviosas y postergan la llegada de la estación de lluvia ([Nepstad et al. 2008](#), p. 1740). La reducción de lluvia durante tiempos de sequía puede aumentar la probabilidad de muerte de arboles, que produce más CO₂ y metano cuando se descomponen. Estos efectos derivados de hollín no son bien estudiados todavía, pero indican que los incendios tienen más impacto de lo que normalmente se cree.

El derretimiento de glaciares bolivianos ha acelerado en las últimas décadas. Un estudio de los glaciares de Zongo, Chacaltaya y Charquini estima que la pérdida de área por año ha aumentado de 0,9% en los años 1963-83 a 1,7% en los años 1997-2006. Los glaciares bajo 5400 m.s.n.m están perdiendo su masa dos veces más rápidamente que los glaciares sobre 5400. Este derretimiento es preocupante porque 15% del agua de la ciudad de La Paz viene de los glaciares, y este porcentaje crece a 27% durante la estación seca. ([Rabatel et al. 2013](#))

A menudo políticos bolivianos y la prensa boliviana describen el derretimiento de los glaciares de Bolivia como un efecto del calentamiento global. En la ONU, Presidente Evo Morales ha declarado:

El objetivo tiene que ser, bajar la temperatura a un grado centígrado, repito, bajar la temperatura a un grado centígrado, para evitar que muchas islas desaparezcan, que el África sufra un holocausto climático y para que nuestros glaciares y nuestros lagos sagrados se salven.

([Morales Ayma 2010](#), p. 94, conferencia de prensa, Copenhague, Dinamarca, 2009-12-16)

...no solamente, el agua como un recurso natural de vivencia, sino lamento mucho estas políticas de un modelo económico que no está basada en la igualdad de los pueblos, pues nos trae cambio climático en las fuentes de agua. Nuestros nevados, montañas van desapareciendo, problemas en glaciares, también van desapareciendo, la sequía está provocando la deforestación. ⁹

([Morales Ayma 2010](#), p. 31, "Diez Mandamientos", Naciones Unidas, Nueva York, 2008-04-23)

Según Rabatel et al. ([2013](#)), el calentamiento es la causa principal que los glaciares está derritiendo en Ecuador, Venezuela y Colombia, pero en el Andes Sureño, la causa principal del derretimiento es el cambio en la reflectividad de glaciares, lo que es causado por las emisiones de hollín. La segunda causa es la variación en la llegada de la estación de lluvias, que puede ser un efecto del cambio climático, pero también puede ser un efecto de los aerosoles de hollín, que previene la formación de nubes

lluviosas. Algunos científicos piensan que las emisiones de incendios son la razón por que la estación de lluvias ahora llega 2 semanas más tarde que antes en el Amazonas (Nepstad et al. 2008, p. 1740). Según Rabatel et al., la alza en temperaturas causa menos derretimiento de los glaciares en Bolivia, Chile y Argentina que el hollín y el retraso en la llegada de la estación de lluvias. El calentamiento es un factor que contribuye al problema, pero la causa principal es el hollín producido dentro de Bolivia. Para prevenir el derretimiento de los glaciares bolivianos, hay que reducir las emisiones de hollín en Bolivia, que vienen de incendios abiertos, cocinas de biomasa y motores de diesel.

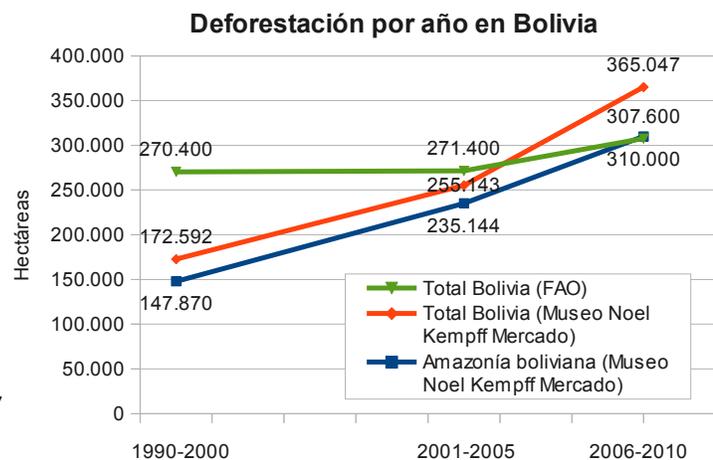
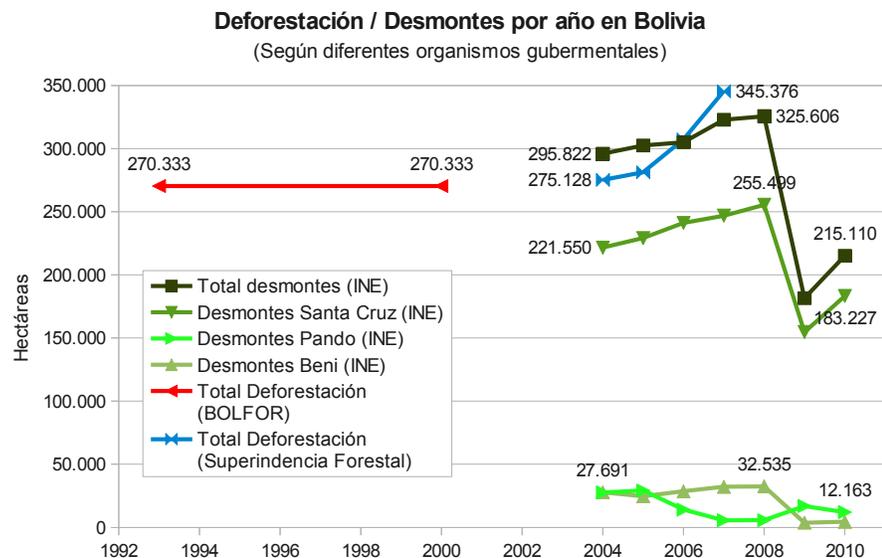
2.5. Estimando emisiones de la deforestación

Deforestación es el principal problema ambiental de Bolivia. Lykke Andersen (2009-03-16) estima que la deforestación produce emisiones anuales de 110 millones de toneladas de CO₂, que significa 11 toneladas de CO₂ per cápita en Bolivia. Lastimosamente, no es fácil entender el impacto de este problema en las emisiones publicadas por el PNCC, porque las emisiones de deforestación no están separadas en su propia categoría. La mayoría

de tierras deforestadas son convertidas a tierras agrícolas, pero la categoría de "tierras convertidas a agrícolas" puede incluir también tierras que originalmente fueron praderas. El PNCC (2009a) estima que esta categoría de tierras emitió 28,72 Mt CO₂ en el 2004, que significa 3,2 toneladas de CO₂ per cápita.

En cambio, el CAIT 8.0 del World Resources Institute, que es basado en las investigaciones de Richard Houghton (2009), estima que la suma de deforestación y reforestación emitió 139 Mt CO₂ en Bolivia en el 2004, que significa 15,5 tCO₂ per cápita.¹⁰ La próxima versión, que es el CAIT 2.0, incluye las estimaciones de la FAO acerca de los cambios en la biomasa forestal. Según el CAIT 2.0, el cambio en la biomasa forestal emitió 77,01 Mt CO₂ por año entre el 2001 y el 2005, que significa 8,7 tCO₂ per cápita. Entre el 2006 y el 2010, este monto subió a 87,97 Mt CO₂ por año, o 9,2 tCO₂ per cápita.¹¹ El CAIT 2.0 y la FAO

(2010a) probablemente subestima el carbono perdido, porque utiliza un promedio de 78 toneladas de carbono por hectárea de bosque boliviano, comparado a 121 tC en Brasil, 126 tC en Peru y 104 tC en



Argentina. Las estimaciones de Richard Houghton también están basadas en los números de deforestación y reforestación de la FAO, pero Houghton estima que más carbono existe en una hectárea de bosque boliviano.

El problema con estos cálculos es que los números de la FAO acerca de deforestación y reforestación boliviana son proyecciones basadas en la deforestación reportada por BOLFOR en 1993-2000 y la Superintendencia Forestal en 2004-2007 (FAO, 2010b). Utilizando estos datos, la FAO estima que había 271 mil hectáreas de deforestación por año entre el 2000 y el 2005, que significa 308 m² per cápita. Entre el 2005 y el 2010, este monto subió a 308 mil ha por año, que significa 320m² per cápita, que es 39 veces más que el promedio mundial de 8,3m² per cápita.¹² Igualmente, el PNCC (2009b, p. 89) estimó en el 2009 que 400.000 hectáreas fueron deforestadas por año en Bolivia, lo que significa 409m² per cápita.

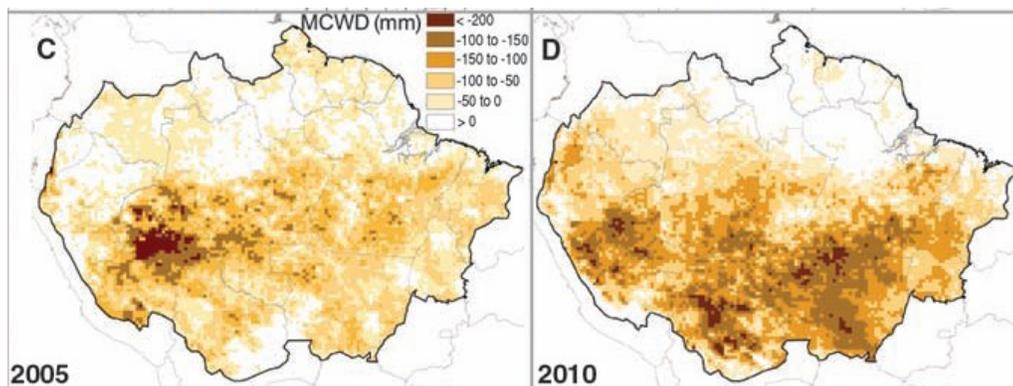
A diferencia de estos datos proyectados, el Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado (MNKM) hizo un estudio de los fotos satélites de Landsat, y utilizó software de la NASA para calcular la deforestación, concluyo que había 255.143 ha de deforestación por año en Bolivia entre el 2001 y el 2005, lo que significa 289m² per cápita. Entre el 2006 y 2010, este monto subió a 365.047 ha por año (Killeen s.f.), lo que significa 380m² per cápita.¹³ Si los datos del MNKM son correctos, las emisiones de UTCUTS del CAIT en el 2004 probablemente debe ser reducidas 6%, pero las emisiones de UTCUTS después de 2006 deben ser aumentadas 17%.

Considerando que la FAO subestima la cantidad de carbono por hectárea y subestima el número de hectáreas deforestadas entre el 2006 y el 2010, las emisiones causadas por la deforestación probablemente son más de 10 tCO₂ per cápita hoy en día y probablemente más cerca de 15 tCO₂ per cápita. Igualmente, las emisiones de incendios probablemente son más de 15 tCO₂-eq per cápita en un año promedio. Con la expansión en la última década en la extracción de gas que emite emisiones fugitivas, la generación de electricidad que es basada en la quema de gas, la minería que consume mucha energía y la producción agraria que produce mucho metano y N₂O, probablemente la emisiones per cápita en Bolivia son alrededor de 30 toneladas de CO₂-eq por año.

2.6. Absorción de CO₂ por la tierra boliviana

Parte de la razón por la que el PNCC tiene estimaciones más bajas en el sector UTCUTS que la EDGAR y el CAIT, es porque el PNCC ha calculado la cantidad de CO₂ que la tierra boliviana absorbe y ha restado este monto de las emisiones causadas por UTCUTS. En el 2004, el PNCC estima que la tierra boliviana absorbió 18,27 megatoneladas de CO₂, que significa 2,0 toneladas de CO₂ fueron absorbidos per cápita; entonces las emisiones del UTCUTS fueron de 7,3 toneladas per cápita, pero se calcularon 5,3 toneladas después de restar el CO₂ absorbido por la tierra.

Estudios recientes han bajado mucho las estimaciones del carbono absorbido por la cuenca amazónica en un año normal, pero todavía la cantidad es significativa. Phillips et al. (2009) estima que la cuenca amazónica que está ubicada en 9 países sudamericanos, absorbe 1,43 ± 0,37 gigatoneladas de



Déficit máximo climatológico de agua (MCWD) en la cuenca amazónica en el 2005 y el 2010, que es una manera de medir la mortalidad de árboles. Fuente: Lewis et al. 2011.

CO₂ por año.

Entonces la cuenca amazónica boliviana debe ser capaz de absorber las emisiones de Bolivia, sin importar si las emisiones fueran 0,0917 Gt CO₂-eq en 2004 según el PNCC (2009b), 0,1988 Gt CO₂-eq en 2004 según el CAIT 8.0 del World Resources Institute o 0,2801 Gt CO₂-eq en 2005 según la EDGAR 4.2 de la Comisión Europea.

El problema es que este sumidero de carbono está desapareciendo. En los años 1998, 2005 y 2010 hubo sequías extremas en el Amazonas, lo que antes solía ocurrir una vez por siglo. Lewis et al. (2011) estiman que 2,5 millones de km² sufrieron aumentos significativos de mortalidad de árboles, lo que produjo emisiones de 4,4 gigatoneladas de dióxido de carbono en el 2005. Estos números aumentaron a 3,2 millones de km² y 6,6 Gt de CO₂ en el 2010.¹⁴ Más alarmante es un estudio de Gatti et al. (2014) que concluyó que en el 2010, que fue un año seco, la cuenca amazónica emitió $1,8 \pm 0,66$ Gt CO₂ y en el 2011, que fue un año lluvioso, emitió $0,22 \pm 0,4$ Gt CO₂.¹⁵ El estudio de S. Lewis *et al.* sugiere que el carbono emitido durante sequías cancelan el carbono absorbido durante años normales y el estudio de L. Gatti *et al.* sugiere que ahora el Amazonas es un emisor neto de carbono en lugar de ser un sumidero de carbono.

Es demasiado temprano para concluir que esta la tendencia todavía, pero estos estudios sugieren que la cuenca amazónica boliviana ahora absorbe muy poco de las emisiones actuales de Bolivia.

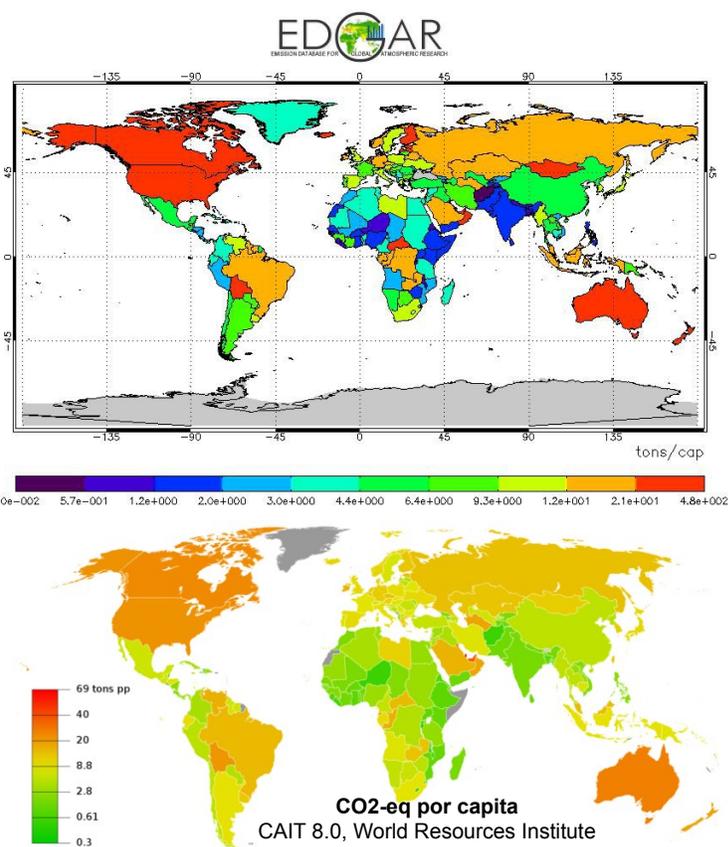
2.7. Comparando Bolivia con otros países

Según los datos de la EDGAR 4.2 de la Comisión Europea y el CAIT 8.0 del World Resources Institute, Bolivia es uno de los mayores emisores de GEI en el mundo en términos de población. Bolivia emite más GEI per cápita que cualquier otro país en Sudamérica y Europa, y está en la misma categoría de contaminadores como Australia, EEUU y Qatar.

Gases de efecto invernadero por persona (toneladas CO2-eq/capita)				
Pais	UNFCCC, reportados por cada país (año)	EDGAR 4.2, Comisión Europea (2005)	CAIT 8.0, World Resources Inst. (2004)	CDIAC de Oak Ridge (2009)
Alemania	11,59 (2010)	12,28	12,58	8,97
Arabia Saudita	14,06 (2000)	16,05	15,88	16,14
Argentina	6,46 (2000)	8,21	9,30	4,36
Australia	26,12 (2010)	30,67	27,25	18,38
Bolivia	10,21 (2004)	30,07	22,13	1,48
Brasil	11,79 (2005)	13,78	15,43	1,90
Chile	3,62 (2006)	6,13	5,48	3,94
China	5,39 (2005)	6,01	5,09	5,77
Cuba	1,69 (1996)	4,12	2,58	2,81
Ecuador	30,07 (2006)	3,58	9,66	2,11
España	7,10 (2010)	10,01	10,61	6,28
Estados Unidos	18,52 (2010)	23,86	23,50	17,28
Francia	7,90 (2010)	9,18	9,46	5,61
India	1,23 (2000)	1,87	1,61	1,64
Italia	7,35 (2010)	9,61	9,95	6,66
Japón	9,36 (2010)	11,42	10,91	8,63
Perú	4,64 (2000)	2,43	5,36	1,65
Reino Unido	9,60 (2010)	11,10	11,39	7,68
Rusia	10,88 (2010)	17,97	13,91	11,09
Sudáfrica	8,91 (1994)	9,53	9,29	10,12
Venezuela		10,16	16,76	6,51

Notas: GEI por capita de UNFCCC, EDGAR y WRI son calculados con la población de la ONU. Datos de UNFCCC son reportados por cada país, entonces son menos comparables. CDIAC sólo incluye combustibles fósiles y la fábrica de cemento.

Fuentes: UNFCCC, <http://unfccc.int/di/DetailedByParty/Event.do?event=go>; EDGAR 4.2, Comisión Europea, http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=GHGts_pc1990-2010; CAIT 8.0, World Resources Institute, <http://www.wri.org/data-portal/Breakdown-of-GHG-Emissions-by-Sector-and-Gas>; Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, <http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC>; "World Population Prospects: The 2010 Revision", ONU, <http://esa.un.org/wpp/Excel-Data/population.htm>



2.8. Cobertura de emisiones bolivianas en la prensa

Desafortunadamente, no hay mucha discusión adentro de Bolivia acerca de los altos niveles de emisiones por persona. La mayoría de los comentarios en la prensa nacional se enfocan en los efectos de cambio climático, pero pocos discuten las contribuciones de Bolivia a este problema. Periódicos bolivianos han publicado artículos intitolados "Bolivia: víctima del cambio climático" ([La Razón 2007-12-19](#)) y "Bolivia es uno de los países que más sufre por el cambio climático" ([El Deber 2013-06-04](#)). Cuando fueron publicados dos informes del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) acerca del cambio climático y biodiversidad en Bolivia, *La Razón* reportó:

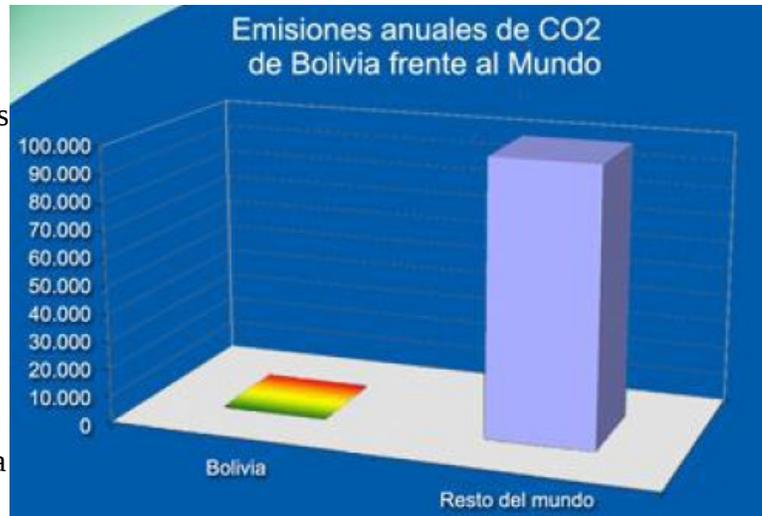
Bolivia es uno de los países que más sufre las consecuencias del cambio climático, a pesar de incidir menos en el fenómeno, de acuerdo con dos estudios realizados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

La investigadora Jocelijn François explicó que aunque Bolivia tiene muy bajas emisiones contaminantes, "es uno de los países más vulnerables" ante el cambio climático, según la agencia EFE. ([La Razón 2013-06-05](#))

Igualmente, los libros publicados en Bolivia acerca del cambio climático y los informes del gobierno boliviano se han enfocado en los impactos y la adaptación al cambio climático, pero apenas discuten como Bolivia puede reducir sus propias emisiones, lo que es llamado "mitigación". En un total de 5 libros ([Flores B. et al. 2011](#); [Nordgren 2011](#); [Flores B. 2010](#); [Hoffmann y Requena 2012](#); [Hoffmann y Torres-Heuchel, eds. 2014](#)) y 2 informes gubernamentales publicados en Bolivia ([Min. de Planificación del Desarrollo 2007](#); [PNCC 2009c](#)), el único que toca el tema de mitigación en Bolivia es la colección de ensayos editados por Hoffman y Torres-Heuchel, *Cambio climático en Bolivia: Lo mejor del Klimablog 2011-2013*, donde 5 de los 23 artículos incluidos cubren de alguna manera el tema de

mitigación en Bolivia (3 de deforestación, 1 de incendios agrarios, 1 de energía renovable).

Ninguno de estos libros o informes publicados en Bolivia incluye datos acerca de las emisiones per cápita en Bolivia. Igualmente, ningunos de los informes del PNCC calculan las emisiones per cápita en Bolivia. Sin embargo, la tapa del *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de Bolivia: 2002-2004*, que fue publicado en 2009, incluye el gráfico "Emisiones anuales de CO₂ de Bolivia frente al Mundo". (La comparación de CO₂ en lugar de CO₂-eq es importante porque excluye el metano y óxido nítrico que Bolivia produce mucho.) Este cálculo no es requerido por las pautas de la UNFCCC y no está incluido en los informes de emisiones elaborados por otros países. El mensaje de este gráfico en la tapa es claro: Bolivia no es responsable por el cambio climático (aunque sea un país que produce muchos GEI con relación al tamaño de su población).



Fuente: [PNCC 2009a](#), tapa.

En la prensa internacional, la mayoría de la cobertura de emisiones por persona se ha enfocado en China y los países desarrollados. La UNFCCC es la fuente

más conocida acerca de las emisiones de GEI, pero su sitio web no lista las emisiones per cápita.

Cuando las emisiones por persona son reportadas en la prensa, generalmente utilizan datos provistos por el sitio web del Banco Mundial, que contiene los cálculos del CDIAC del Laboratorio Nacional de Oak Ridge del gobierno norteamericano. Según esta fuente, Bolivia sólo produce 1,5 toneladas de CO₂-eq por persona por año, pero este cálculo sólo incluye el consumo de los combustibles fósiles y la fabricación de cemento--estas actividades producen solo un décimo de las emisiones bolivianas. Además CDIAC no incluye en su cálculo el metano que se escapa a la atmósfera en la extracción de gas, lo que es un problema grave en países que, como Bolivia, extraen mucho gas.

No hay mucha discusión en la prensa acerca de las emisiones de Bolivia, porque el PNCC y UNFCCC no publican emisiones per cápita, y el Banco Mundial publican números que no incluyen las emisiones de deforestación, incendios y agricultura. Los sitios web de EDGAR y World Resources Institute proveen emisiones per cápita y incluyen parcialmente las emisiones en UTCUTS, pero estos datos no son reportados en la prensa nacional y son pocos los reportados en la prensa internacional.

3. ¿Qué cantidad de emisiones es justa?

Es verdad que Bolivia produce pocas emisiones comparada con países grandes como los Estados Unidos y China, pero ¿es justo echar la culpa a los países grandes sólo porque contienen más población? Se puede dividir la responsabilidad por el cambio climático en muchas maneras (por dólar de economía, por hectárea, por país, etc.), pero la forma más justa es por persona. Cada persona en el planeta debe tener el derecho de emitir la misma cantidad de GEI. No es justo de decir que un boliviano puede emitir más que un chino o un hindu, porque viene de una población pequeña de solo 10 millones de habitantes. Todos en nuestro planeta deben ser iguales sin distinción de su país. Entonces los Bolivianos tienen la misma obligación de reducir sus emisiones que los norteamericanos, australianos y qataris que también producen muchos GEI per cápita.

Entonces, la cuestión es ¿que cantidad de emisiones es justa por persona? En la mayoría del mundo hay un consenso que debemos limitar el calentamiento promedio a 2°C y esta meta ha sido aprobado en el Acuerdo de Copenhague por 114 de los 122 países en las negociaciones internacionales del UNFCCC.

Para tener un 80% de posibilidad de evitar 2°C de calentamiento, el mundo sólo debería emitir 886 gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente entre el 2000 y el 2050, según el Instituto de Potsdam ([Meinshausen et al. 2009](#)). Ya que Bolivia tiene 0,15% de la población mundial, entonces debe tener el derecho a emitir 1,35 Gt CO₂-eq. Si Bolivia sigue emitiendo los mismos niveles de GEI que el PNCC ([2009a](#)) calcula que Bolivia emitió en el 2004, Bolivia emitirá 4,59 Gt CO₂-eq entre 2000 y 2050, que es 3,4 veces más que la porción de carbono que le correspondería. Si estimamos que Bolivia emite alrededor de 30 toneladas por persona en lugar de 10,2 toneladas que el PNCC estima, Bolivia emitiría 10 veces más carbono del que le correspondería entre 2000 y 2050.

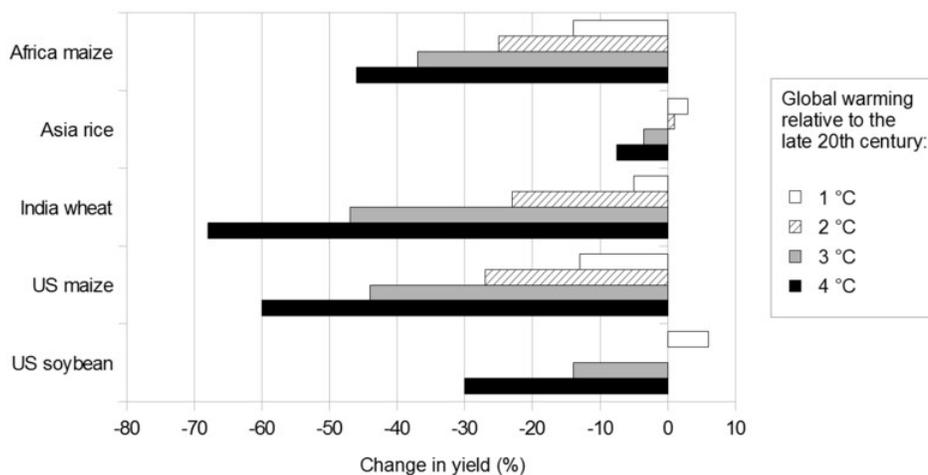
Para emitir un total de 1,35 gigatoneladas en 50 años, Bolivia debería emitir un promedio de 26,6 megatoneladas cada año entre 2000 y 2050. Si asumamos que la emisiones sean constantes y la población crezca según las proyecciones medias de la ONU, la cantidad de GEI que cada boliviano debe emitir caería de 3,1 toneladas de CO₂-eq en el 2000 a 1,6 toneladas de CO₂-eq en el 2050. Cuando consideramos que el boliviano promedio emite aproximadamente 30 toneladas, la meta actual sería una reducción de 92% de emisiones para llegar a 2,4 toneladas per cápita en el 2015.

Cupo de GEI por persona en Bolivia

Año	Población estimada por ONU (miles)	GEI por persona (ton. CO ₂ -eq)
2000	8.495	3,13
2005	9.355	2,84
2010	10.157	2,62
2015	11.025	2,41
2020	11.913	2,23
2025	12.801	2,08
2030	13.665	1,95
2035	14.486	1,83
2040	15.257	1,74
2045	15.971	1,66
2050	16.621	1,60

Cupo nacional de 26,58 MTn de GEI por año. Fuente: Cálculos propios con datos de: World Population Prospects: The 2012 Revision (proyección media), ONU <http://esa.un.org/unpd/wpp/unpp/p2k0data>

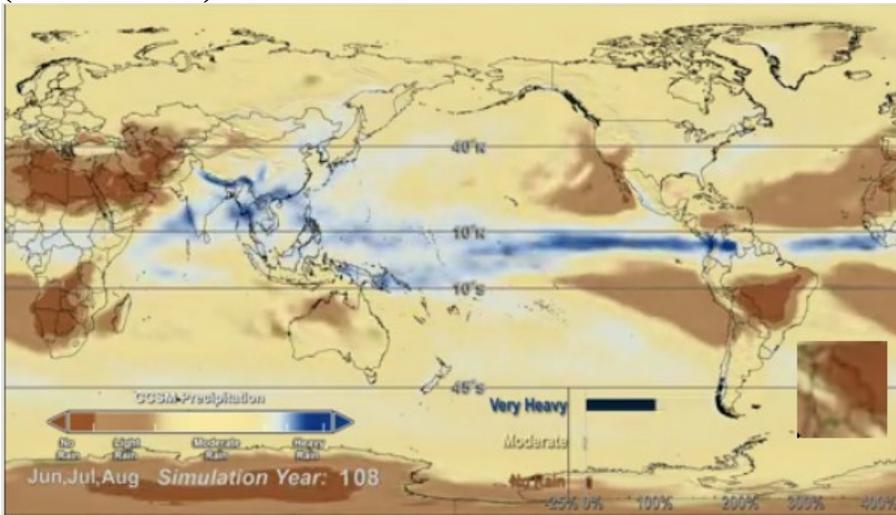
Es importante recalcar que la meta actual de limitar el planeta a solo 2°C de calentamiento implica un trastorno horrible en el clima que amanezca a la civilización humana. Según el US National Research Council ([2011](#)), 2°C de calentamiento (comparado a las temperaturas a los finales del siglo 20) reduciría el rendimiento del maíz en África 25% y del maíz en Norteamérica 27% y el rendimiento del trigo en



Reducción proyectada en el rendimiento de cultivos con el cambio climático
Fuente: [US National Research Council 2011](#).

India 23%, entonces podemos esperar altos impactos en la agricultura boliviana. En el pasado, el aumento de 1 a 2°C causó que la profundidad del Lago Titicaca bajara hasta 85 metros ([Bush et al. 2010](#)), comparado con 282m hoy en día, entonces 2°C de calentamiento implican la pérdida de muchos lagos andinos. Cada grado de calentamiento aumenta la probabilidad que el bosque amazónico sufra un trastorno del ciclo de lluvias y la muerte progresiva del bosque en sí comience ([Cox et al. 2004](#); [Cox et al. 2013](#)). Modelos climáticos de la NASA predicen que Bolivia padecería sequías amplias en la cuenca amazónica y el altiplano sureño, lo que podría dificultar la producción agraria en estas regiones

(Lau et al. 2013).



Proyecciones de sequía de la NASA. Áreas azules reciben más lluvia y áreas café reciben menos. Fuente: [Lau et al. 2013](http://www.nasa.gov/topics/earth/features/wetter-wet.html);
<http://www.nasa.gov/topics/earth/features/wetter-wet.html>

3.1. Las metas de limitar el calentamiento

En vista de los problemas que el cambio climático puede traer, Bolivia fue uno de los estados que declararon que el calentamiento debe ser limitado a 1,5°C en Poznania en diciembre de 2008. El Presidente Evo Morales ha declarado varias veces que el mundo debe limitar el calentamiento global a 1°C y esta meta fue aprobado en la Conferencia Mundial de los Pueblos sobre el Cambio Climático y los Derechos de la Madre Tierra en abril 2010. En las negociaciones de Cancún en diciembre de 2010, Morales dijo:

Por eso aprovecho esta oportunidad para brevemente hacer conocer las conclusiones de la primera Conferencia Mundial de los Pueblos sobre el Cambio Climático y los Derechos de la Madre Tierra.

Una de las propuestas concretas es cómo estabilizar la temperatura en el planeta a 1 grado centígrado, por supuesto, para mí es la más importante, pero de acuerdo a las propuestas que vienen de algunas potencias, tratar de estabilizar a 2 C°, hasta inclusive llegar a 4 C°, imagínense, cómo estaría el planeta con 4 grados centígrados o 2 C°. En este momento con 0,8 C° ya tenemos problemas muy graves en el mundo. ([Morales 2010-12-09](#))

Bolivia fue uno de los ocho países en las negociaciones que rechazó el Acuerdo de Copenhague en 2009. En un comunicado de prensa, el gobierno boliviano explicó que el Acuerdo fue rechazado porque no sería efectivo para reducir las emisiones mundiales:

Solamente existe una manera de medir el éxito de un acuerdo climático, y esto se basa en que si es o no efectivo para las reducciones de emisiones para prevenir el cambio climático. Este texto claramente falla, pues permite elevar la temperatura global en más de 4 grados, a niveles desastrosos para la humanidad. ([Climate Justice Now 2010-12-11](#))

El gobierno boliviano calificó el Acuerdo de Copenhague como un "fracaso tanto en contenido como en proceso". El Acuerdo fue considerado como un "imposición" de países ricos que lograron "incluir todas las escapatorias posibles para disminuir su obligación de actuar":

La llamada 'victoria' para el multilateralismo es realmente una victoria para las naciones ricas que intimidaron y forzaron a otras naciones a aceptar un acuerdo en sus términos. Las naciones más ricas no ofrecieron nada nuevo en reducción de emisiones o de financiación, y en lugar han

buscado en dar marcha atrás a los compromisos existentes, e incluir todas las escapatorias posibles para disminuir su obligación de actuar.

Mientras que las naciones en vías de desarrollo – las que se enfrentan las peores consecuencias del cambio climático – abogaron la ambición, nos han ofrecido en lugar el “realismo” de gestos vacíos. Propuestas por parte de los países poderosos como los EE.UU. fueron tratadas como sacrosantas, mientras que las nuestras eran desechables. Los acuerdos fueron siempre a expensas de las víctimas, en lugar de los culpables del cambio climático. Cuando Bolivia dijo que no estaba de acuerdo con el texto en las últimas horas de conversaciones, la objeción fue rechazada. Un acuerdo en el que sólo los poderosos llegan a la victoria no es una negociación, es una imposición. ([Climate Justice Now 2010-12-11](#))

El gobierno boliviano tenía mucha razón para criticar el proceso de las negociaciones de UNFCCC, porque la mayoría del Acuerdo de Copenhague salió de una reunión secreta de 5 países (EEUU, China, India, Brasil y Sudáfrica) que quisieron evitar compromisos reales y efectivos para reducir sus propias emisiones. Lastimosamente, las propuestas ofrecidas por el gobierno boliviano para limitar el calentamiento global a 1°C o 1,5°C son igualmente irreales, como lo son los planes presentados por países como EEUU, China y Canadá que tienen poca intención de limitar sus propias emisiones según la meta de 2°C de calentamiento.

3.2. La factibilidad de metas de 1°C, 1,5°C o 2°C de calentamiento

Según las estimaciones convencionales, el mundo ya ha emitido suficientes gases de efecto invernadero para alcanzar 1,2 - 1,4 °C de calentamiento en el largo plazo ([van Vuuren et al. 2008](#)). No es posible evitar este *calentamiento comprometido* que hasta ahora ha sido absorbido por los mares, los polos y los glaciares, porque este calor eventualmente será soltado y subirá la temperatura de la atmósfera. Actualmente 93% del calor en el planeta es absorbido por el mar que tiene mucha inercia termal ([Levitus et al. 2012](#)), porque se requiere décadas para calentar kilómetros de profundidad en el mar. Eventualmente el calor absorbido por el mar será emitido a la atmósfera para alcanzar aproximadamente 0,5 - 0,6 °C de calentamiento por encima del 0,85°C de calentamiento que el mundo ya ha experimentado.

Sin embargo, algunos científicos estiman que el calentamiento comprometido es mucho más grave. La quema de carbón está produciendo aerosoles de azufre (SOx) que refleja los rayos del sol y ha prevenido mucho calentamiento. Hansen *et al.* ([2011](#)) estiman que los aerosoles actualmente bloquean $1,6 \pm 0,3 \text{ w/m}^2$ de forzamiento radiativo, que es el equivalente de 1,2°C de calentamiento.¹⁶ Cuando el mundo se cambie a energía limpia, la mayoría de este forzamiento negativo sería eliminando de la atmósfera, causando más calentamiento. Después de examinar el rol de aerosoles en el clima, Ramanathan y Feng ([2008](#)) concluyeron que el calentamiento comprometido es 2,4°C (en un ámbito de 1,4 - 4,3°C).

El calentamiento comprometido ya ha pasado el umbral de 1°C, entonces esta meta sólo será posible si encontramos una manera económica para sacar el CO₂ existente de la atmósfera y guardarlo de forma segura y estable. Necesitamos desarrollar nuevas tecnologías para capturar carbono no concentrado de la atmósfera a gran escala, pero pocos expertos piensan esta tecnología sea viable económicamente.

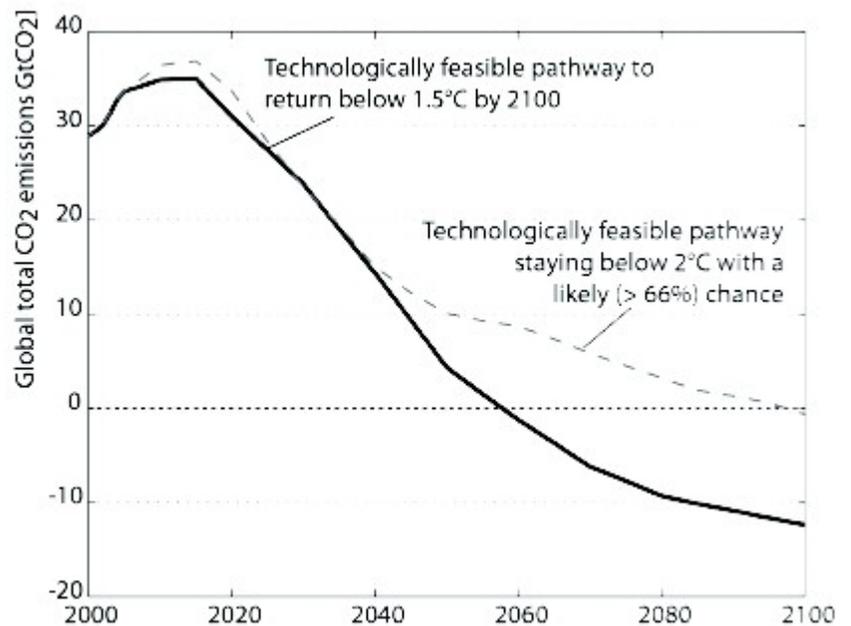
Los sistemas actuales de *captura y almacenamiento de carbono* (CCS por sus siglas en inglés) son diseñados para emisiones concentrados de CO₂, como en las chimeneas de termoeléctricas y fabricas, pero estos puntos concentrados de emisiones serán eliminados en una economía de cero carbono, entonces el CCS sólo tiene sentido en el largo plazo si puede capturar carbono en el aire libre. La American Physical Society ([2011](#)) estima que el costo de capturar carbono no concentrado en la atmósfera sería \$2200 por tonelada de carbono (\$600 por ton. de CO₂), entonces se necesitaría

\$us200 billones para quitar 50 partes por millón de CO₂ de la atmósfera (que equivale 106 Gt de CO₂). El problema es que CCS es una solución temporal. Las reservas de carbono están tan saturadas que cuando el carbono sea quitado de la atmósfera, a largo plazo la reservas (principalmente el mar) emitirán CO₂ para reemplazar el CO₂ quitado. Hansen et al. (2013b) estiman que una reducción de 50 ppm de CO₂ será reducida a solo 15 ppm después de un siglo, entonces es necesario capturar el CO₂ continuamente, que subiría el costo a \$us600 billones por un siglo de CCS. Keith et al. (2006) argumentan que los costos pueden bajar hasta \$us500 por tonelada de carbono, si haya fuerte apoyo para la investigación y desarrollo de CCS y proyectos pilotos que duren décadas. Si Keith et al. están en lo cierto, el costo de un siglo de CCS sería de \$us150 billones (Hansen et al. 2013b), pero estos costos son muy teóricos, porque la tecnología todavía no existe. De todos modos es difícil imaginar que el mundo industrializado pague entre \$us150 y \$us600 billones por CCS, si actualmente están demorando financiar los \$us100 mil millones en el Fondo Verde para la Clima (GCF), para ayudar a los países en desarrollo en los esfuerzos de adaptación y mitigación (Radio Formula 2013-11-18).

Una meta de 1,5°C de calentamiento es tan improbable como 1°C. Si las estimaciones conservadores de calentamiento comprometido son correctas (1.2 - 1.4°C), el planeta puede estabilizarse debajo de 1,5°C de calentamiento si todas las emisiones antropogénicas (que son emisiones generadas por humanos) terminan en el 2016. En otras palabras, todos los seres humanos tendrían que desaparecer, porque la respiración de cada ser humano produce aproximadamente un kilo de CO₂ por día. La población humana exhala 2,3 Gt CO₂ cada año. Existen 1,6 mil millones de grandes animales domésticos en el planeta; humanos y sus animales juntos producen 2,9 Gt de CO₂ cada año. (Strom 2007, p. 142) Además es imposible evitar algunos tipos de emisiones en la agricultura, porque el acto de arar la tierra para plantar emite CO₂, el estiércol de animales domésticos producen metano y óxido nítrico y la fermentación entérica en el estómago de rumiantes produce metano.

Según la Climate Action Network Europe, todavía es posible lograr 1,5°C de calentamiento para el 2100 sin exterminar la raza humana, pero es más difícil si las reducciones comienzan después de 2015. Las emisiones pueden seguir la misma ruta como una meta de 2.0°C de calentamiento hasta 2030, con reducciones más profundas después. En la segunda mitad del siglo hay que realizar emisiones negativas, utilizando CCS para capturar carbono de la atmósfera (Shaeffer et al. 2013-07, p. 23).

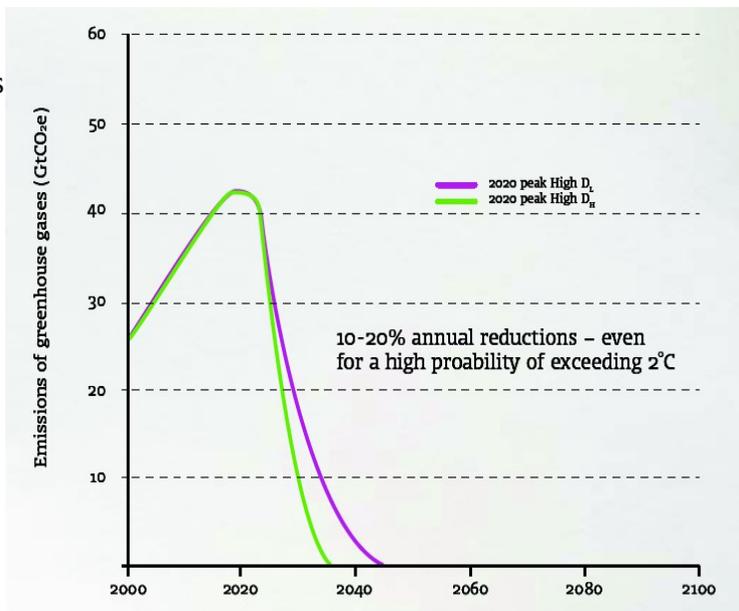
En otras palabras, un meta de 1,5°C de calentamiento no es muy realista. Depende del desarrollo de tecnología que actualmente no existe y la fe en que el mundo pueda llegar a un consenso mundial para invertir billones de dólares en esta tecnología. Además, emisiones negativas significan que todos los países tendrían que limitar sus emisiones, porque un país que sigue con altas emisiones puede arruinar toda la esquema de emisiones negativas para los otros. Esto implica un mecanismo punitivo para forzar cumplimiento, pero es difícil imaginar este mecanismo sin



Emisiones mundiales de CO₂ para lograr 1,5°C de calentamiento en el 2100 (línea sólida) y 2°C de calentamiento en el 2100 (línea con guiones)
Fuente: Shaeffer et al. 2013, p 24.

violencia, porque economías de poco carbono serán economías locales con poco transporte y poco comercio al exterior. Sin muchos flujos internacionales de fondos, el OMC, el Banco Mundial o el FMI no serían muy efectivos para presionar a los países económicamente, por lo que es probable que algunos países recurran a la violencia para forzar cumplimiento del esquema de emisiones negativas.

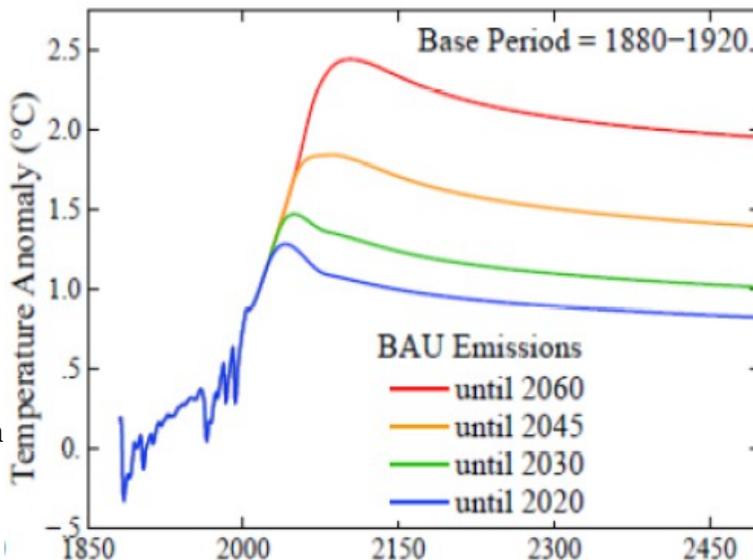
Si 1°C y 1,5°C de calentamiento son metas irreales, cada año que pasa sin acción, 2°C se vuelve igualmente imposible. Si las emisiones anuales de la agricultura son reducidas a 7,5 gigatoneladas de CO₂-eq y la deforestación es limitada (D_L), Anderson y Bows han calculado que para tener una 50% posibilidad de no exceder 2°C de calentamiento, el mundo tiene que alcanzar a su punto máximo de emisiones en el año 2020 y reducir sus emisiones anuales 10% por año para llegar a cero emisiones en el 2045 (sin incluir las emisiones inevitables en la agricultura). Si la deforestación es alta (D_H), las emisiones tienen que bajar 20% por año y llegar a cero emisiones en el 2035. Estas proyecciones demuestran la importancia de limitar la deforestación, que actualmente sólo está ocurriendo en bosques tropicales. Según la FAO (2010a, p. 339), entre el 1990 y el 2000, países tropicales perdieron 12,3 millones de hectáreas de bosque por año, pero países no tropicales recuperaron 2,9 millones de hectáreas de bosque por año.



Emisiones mundiales para un 50% probabilidad de limitar el calentamiento a 2°C con baja deforestación (D_L) y alta deforestación (D_H). No incluye 7,5 Gt de emisiones inevitables en agricultura y deforestación. **Fuente:** [K. Anderson 2012-09](#), p. 25.

Según Anderson y Bows, los países en el Anexo 1 necesitan reducir sus emisiones 40% hasta el 2015, 70% hasta el 2020 y 90% hasta el 2030 para lograr la meta de 2°C de calentamiento. Los países fuera del Anexo 1 tienen que hacer lo mismo una década o dos después ([Anderson 2012-09](#), p. 35; [Anderson y Bows 2008](#)).

Este nivel de reducción en emisiones no tiene precedentes. Después del colapso de la Unión Soviética cuando había desindustrialización masiva, Rusia tuvo 5% reducciones anuales en emisiones durante la década de los 90. Para lograr la meta de 2°C de calentamiento, todo el mundo tiene que alcanzar una tasa de reducción entre 2 y 4 veces más rápida y por 2 veces más tiempo de lo que Rusia hizo en los años 90. Vale la pena mencionar que Rusia sólo logró esta reducción en sus emisiones con



Emisiones si combustibles fósiles siguen como de costumbre hasta el pico y baja 6%/año después con 100Gt C absorbido por reforestación

Fuente: [Hansen et al. s/f](#). Scientific Case for Avoiding Dangerous Climate Change to Protect Young People and Nature.

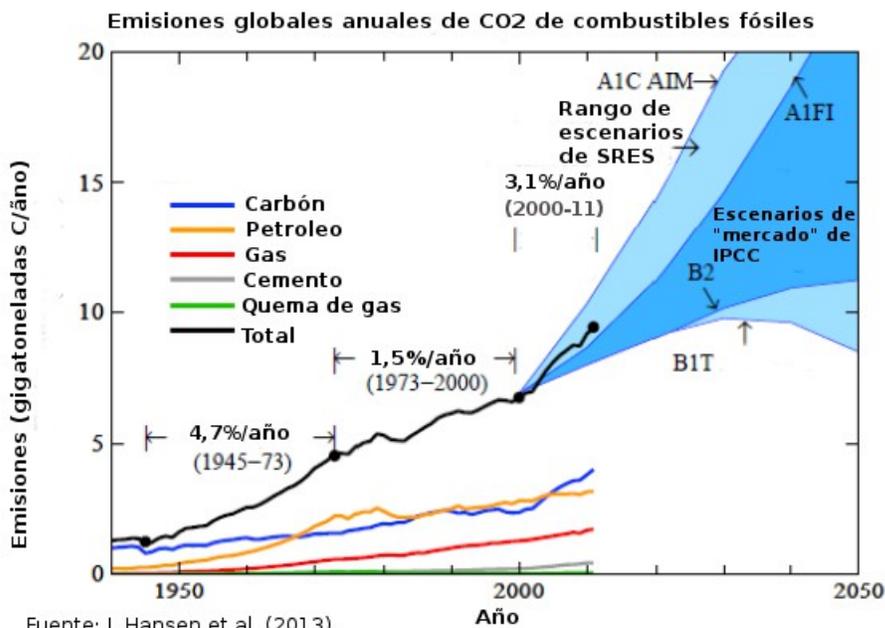
una recesión económica grave que ocasionó una alza en la mortalidad y la brusca caída de la calidad de la vida rusa.

A diferencia de Anderson y Bows que consideran la deforestación pasada un factor que no puede ser cambiado, Hansen *et al.* (s.f.) predicen que 100 gigatoneladas de carbono (que equivale 367 Gt de CO₂) pueden ser capturadas si el mundo se embarca en un programa masivo de reforestación entre 2031 y 2080. Según Hansen *et al.*, si el mundo se alcanza su pico de emisiones en el 2013, y se baja 6% por año después, el planeta tendría calentamiento encima de 1°C hasta el 2060. Obviamente, no es posible alcanzar al pico de emisiones en el pasado, pero Hansen *et al.* enfatizan la importancia de alcanzar el pico lo mas pronto posible. Si las emisiones de combustibles fósiles siguen como de costumbre (*business as usual*) hasta el 2020 y bajan 6% por año después, el planeta tendría un calentamiento por encima de 1°C hasta el 2150. Si siguen como de costumbre hasta el 2030, el planeta tendría un calentamiento por encima de 1°C hasta el 2500. Si siguen como de costumbre hasta el 2060, el planeta tendría alzas de temperaturas por encima de 2°C hasta el 2450. En otras palabras, la decisión de postergar la acción ahora condenaría a generaciones futuras a siglos de altas temperaturas y trastornos climáticos.

3.3. En rumbo a 4-6°C de calentamiento

Lastimosamente, en lugar de bajar las emisiones y comenzar la transición hacía una economía de bajo carbono, el mundo en vías de desarrollo está encaminándose en estampida hacia el desarrollo sucio. Desde el año 2006, el mundo en desarrollo ha emitido más GEI que el mundo desarrollado y se predice que el mundo en desarrollo emitirá el 70% más GEI que el mundo desarrollado en el 2030 (Banco Mundial 2009, p. 193). Actualmente China emite 26,9% de los GEI antropogénicos mundiales (Hansen *et al.* 2013b), pero si China cumple su anunciado duodécimo plan de 5 años, probablemente emitirá la mitad de las emisiones mundiales para los primeros años de la década de 2020. Igualmente, las emisiones anuales de India probablemente crecerán a 3,5 gigatoneladas de CO₂ por año en el 2020 y seguirá creciendo hasta 7 Gt en el 2030 (Anderson 2012-09, p. 32). El aumento en las emisiones de países en vías de desarrollo es la razón principal para que la tasa de emisiones se haya duplicado en la última década. Entre 1973 y 2000, las emisiones mundiales de combustibles fósiles y la fabricación de cemento crecieron 1,5% por año, pero entre 2000 y 2011, estas emisiones crecieron 3,1% por año (Hansen *et al.* 2013c). No hay ninguna indicación que las emisiones mundiales detendrá pronto. En el 2009-2010, emisiones mundiales crecieron 5,9% (Anderson 2012-09).

Con este tipo de crecimiento en emisiones, el mundo está en ruta para tener entre 4°C y 6°C de calentamiento para finales del siglo 21, lo que implica más riesgo de pasar algunos umbrales (*tipping points*) que pueden provocar calentamiento desenfrenado, como el derretimiento de las capas de hielo de Groenlandia y Antártica Occidental, el derretimiento del *permafrost* de Siberia y Canadá, la emisión de los clathrates (metano congelado) en el mar y Siberia, la muerte de los arrecifes de coral, la desaparición de la mayoría del



plancton el mar, que es el principal sumidero de CO₂ en el planeta y la muerte progresiva del bosque amazónico.

Para limitar el calentamiento a solo 2°C se necesita una transformación masiva en pocas décadas a la energía eólica, solar, mareomotriz y geotérmica, reforestación en escala masiva, un cambio en las pautas de consumo y comercio, agricultura orgánica local y tierra menos arada y el consumo reducido de carne. Ningún país actualmente está preparado para implementar los impuestos de carbono y otras medidas necesarias como dejar 80% de sus reservas de combustibles combustibles en el suelo, reforestar sus tierras y abandonar la agricultura industrializada basada en químicos y fertilizantes artificiales.

Bolivia en particular no está contemplando el cambio sistemático que sea necesario, con sus planes actuales para la industrialización y el desarrollo sucio basado en exportaciones de energía, soya, girasol, coca y quinua y la explotación de gas, petróleo, litio, hierro y sus bosques y la construcción de carreteras, fabricas de cemento, fabricas de urea, termoeléctricas de gas y megahidroeléctricas. Ninguno de estos planes es compatible con una meta de 2°C de calentamiento, y aún menos con 1,5°C.

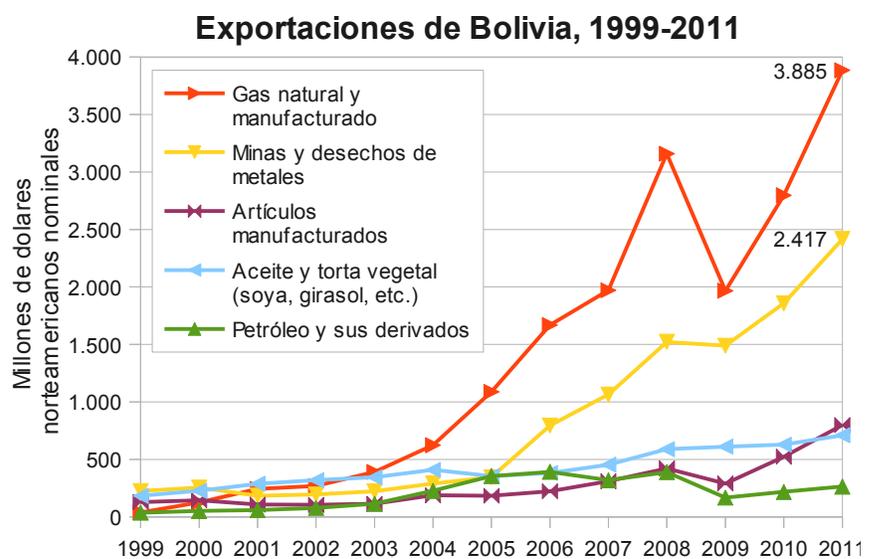
En vista de los riesgos de cambio climático, el Presidente Evo Morales les ha exigido a los países industrializados en las negociaciones de Copenhague que bajen sus emisiones entre 90% y 100% hasta el medio del siglo:

Los países industrializados, llamados en otras palabras países ricos, saludamos esas potencias, nos plantean irracionalmente cómo reducir de manera real sus emisiones de gases en un 50%. Los planteamientos de los pueblos que luchan por la vida es, por lo menos, reducir, hasta el 2050, un 90 a 100%. (Morales 2010, p. 122, Debate General, COP 15, Copenhague, Dinamarca, 2009-12-18)

Mientras el Presidente Morales exige que otros países reduzcan sus emisiones en forma drástica y haga una transformación enorme de sus sociedades y economías para lograr estas reducciones, el Presidente no hace ninguna demanda que Bolivia haga una transformación similar y reduzca sus propias emisiones, que ya son más altas per cápita que la gran mayoría de países industrializados.

4. Un país extractivista y exportador de recursos naturales

En lugar de prepararse para un economía de cero carbono, Bolivia está transformándose en un país orientado a extractivismo y la exportación de sus recursos naturales. Entre 1999 y 2011, las exportaciones de Bolivia crecieron 775%, de 1.042 a 9.114 millones en dolares norteamericanos nominales. La mayoría de este crecimiento en exportaciones estuvo en hidrocarburos y la minería. Las exportaciones de gas crecieron 9.995% (de \$us127 a \$us3.885 millones) y las exportaciones de minerales y desechos de metales 978% (de \$us224 a \$2.417 millones).¹⁷ (INE)

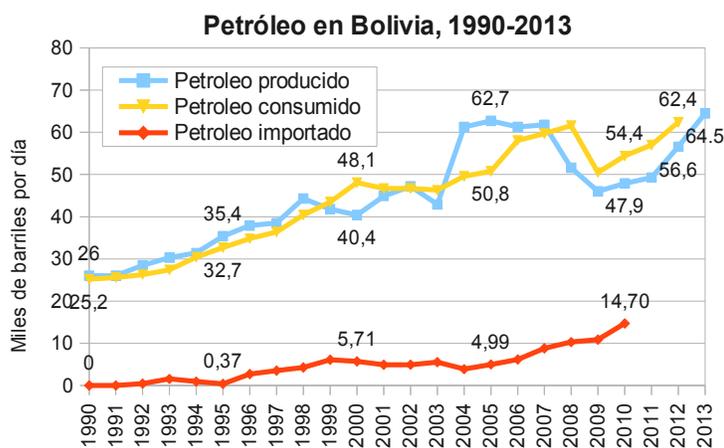


Fuente: Instituto Nacional de Estadística,
<http://www.ine.gob.bo/indice/general.aspx?codigo=50101>

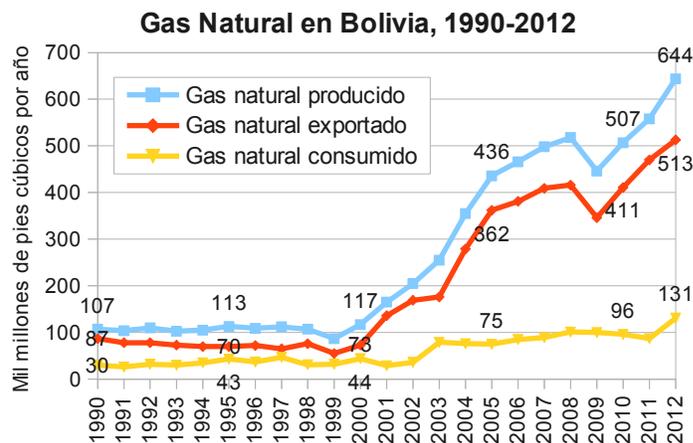
Estas actividades contaminan el agua y el suelo y producen muchos gases de efecto invernadero. El gas y petróleo que fueron extraído del suelo boliviano entre 2000 y 2012 produjeron 362 megatoneladas de CO₂.¹⁸ Igualmente, la minería tiene un alto impacto en la contaminación del suelo y agua. Las grandes cantidades de energía que son gastadas en la minería producen muchos gases de efecto invernadero.

4.1. Planes hidrocarburíferos basados en un desarrollo sucio

El modelo de desarrollo sucio muestra su esencia en los planes energéticos del gobierno. Actualmente, 56% del gas consumido en Bolivia es utilizado en termoeléctricas (*MHyE 2012*, s. 4.1.3.1), que producen 63,1% de la electricidad en Bolivia.¹⁹ El gobierno planea invertir cerca de 1000 millones de dolares en los próximos 5 años para incrementar la capacidad eléctrica en 620 megawattios. La mayoría de estas serán en termoeléctricas de gas (*La Razón 2013-08-12*).



Fuente: US Energy Information Administration, <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm>



Fuente: US Energy Information Administration, <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm>

Con la actual tasa de extracción, Bolivia tiene 18 años de gas y 31 años de petróleo en sus reservas probadas (P1) y reservas probables (P2).²⁰ En lugar de tomar esta oportunidad para cambiar rumbo y invertir en la energía eólica y energía solar, las que Bolivia tiene en abundancia, el gobierno planifica seguir con el extractivismo y explorar en busca de más hidrocarburos. La franja hidrocarburífera donde la exploración y extracción puede ser realizada en Bolivia se ha expandido de 2,9 millones de hectáreas en el 2007 a 24 millones de hectáreas o 22,6% del país. Once de las 22 áreas protegidas nacionales están incluidas por esta franja hidrocarburífera, porque todo el territorio nacional es considerado un recurso para explotar y contaminar. (*CEDIB 2013-06-03*) El 49% de todo el territorio boliviano tiene potencial hidrocarburífero, de los cuales entre un 35% y un 39% han sido explorados, pero debe ser más explorado según el Vicepresidente Álvaro García Linera a pesar de estar ubicado en áreas protegidas:

Está bien que tengamos parques y somos un país profundamente respetuoso de la madre tierra, pero eso no significa que nos quedaremos viviendo como hace 400 años para que vengan otros a explotar las riquezas que aún no hemos aprovechado...

En las palabras de García Linera, la extracción hidrocarburífera es una expresión de nacionalismo mezclado con conceptos de progreso, soberanía y la transformación de Bolivia en una "potencial continental":

Hoy haremos todo lo que esté a nuestro alcance como Estado para explorar e industrializar nuestros recursos con un profundo componente soberano. Ésa es la prioridad nacional para superar la pobreza y generar las vanguardias científico-

tecnológicas y la masa crítica pensante que nos convertirán en una potencia continental durante las próximas décadas. Seremos una potencia económica, social, cultural y política. (*Revista Petroquímica 2013-06-13*)

Es difícil entender como la explotación y contaminación del medio ambiente pueden ser elogiadas como un acto de nacionalismo, que genera una "masa crítica pensante", pero el discurso de García Linera es una indicación del grado que el gobierno boliviano está arraigado en la ideología de desarrollo sucio.

Entre el 2005 y el 2014, las inversiones en hidrocarburos en Bolivia ha crecido 1.131%, de 246 a 3.029 millones de dólares (*YPFB 2013-01; La Razón 2014-01-28*). YPFB planea invertir \$us8.406 millones en el desarrollo de pozos de gas entre el 2012 y el 2016. De este monto, \$us2.052 millones será gastado en la exploración de nuevos pozos de gas (*Vásquez 2013-04-08*), para triplicar sus reservas probadas (P1) de gas (*El Cambio, 2012-08-25*).

Demanda Potencial de Gas Natural Periodo 2009-2026



Proyección Demanda - Oferta de Crudo (2009 - 2026)



Fuente: YPFB (2009) *Plan de Inversiones 2009-2015*, p. 27.

Fuente: YPFB (2009) *Plan de Inversiones 2009-2015*, p. 53.

En octubre de 2013, Carlos Villegas, el presidente de YPFB anunció que este alto nivel de inversión aceleraría en el largo plazo y YPFB invertiría 40.670 millones de dólares hasta el año 2025. Esta inversión estará distribuida en exploración (44%), producción (22%), refinación (17%), distribución (3%), industrialización (14%) y en ciencia y tecnología (1%). YPFB pretende gastar un promedio de 3.389 millones de dólares por año en el desarrollo de hidrocarburos (*Economía Bolivia 2013-10-30*), porque este nivel de inversión será necesario para abastecer la demanda potencial que YPFB ha proyectado para el 2026. En su *Plan de Inversiones: 2009-2015*, YPFB (2009) predice que la demanda de gas crecerá de 41 a 102 millones de metros cúbicos por día (MMmcd) y la demanda de petróleo crecerá de 87,9 a 258,2 millones de barriles por día entre el 2009 y el 2026. Esto alto nivel de demanda en combustibles líquidos también está proyectada en su *Plan de Inversiones: 2012-2016* (*YPFB 2012-03*, p. 15). Para abastecer esta alta demanda doméstica de hidrocarburos y exportar 27,7 MMmcd de gas a Argentina y 24 MMmcd de gas a un nuevo mercado externo en el 2025 (*YPFB 2009*, p. 27, 53), YPFB pretende descubrir 250% más hidrocarburos que sus actuales reservas probadas. Hasta el 2025, quiere encontrar al menos 18 trillones de pies cúbicos adicionales de gas natural y 500

YPFB: Tasa de crecimiento anual en la demanda boliviana de combustibles

Combustible	Tasa histórica		Tasa proyectada 2009-2026
	Años	%	
Consumo de gasolina	2001-2008	7%	7%
Consumo de diésel	2001-2008	6%	7%
Potencia eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional (SIN)	1997-2008	4,0%	6,7%
Consumo doméstico de gas natural	1997-2008	7,2%	7,2%

Fuente: Plan de Inversiones 2009-2015, YPFB, 2009, p. 29, 40, 52; US Energy Information Administration, <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm>

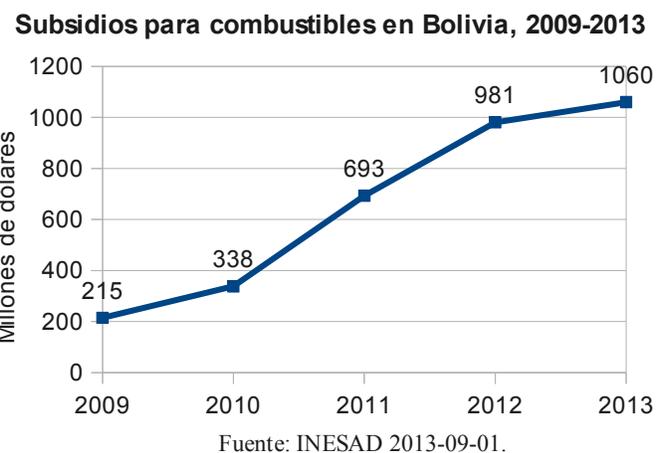
millones de barriles adicionales de petróleo. (*Economía Bolivia 2013-10-30*) En el 2013, YPFB invirtió \$us 286,2 millones o 13% de su presupuesto en la exploración de hidrocarburos (*YPFB 2013-01*, p. 30), pero en los próximos 12 años YPFB pretende invertir un promedio de \$us 1.491 millones por año o 44% de su presupuesto en exploración.²¹

El gobierno boliviano asume que toda esta exploración y desarrollo de hidrocarburos es necesario porque es arraigado en el desarrollo sucio que sigue consumiendo más y más recursos naturales y no puede cuestionarlo o imaginar otra ruta. YPFB ha visto que el consumo de diésel creció 6% por año y de gasolina creció 7% por año en el pasado, entonces asume que estos combustibles deben crecer 7% por año hasta el 2026. Igualmente, la tasa de crecimiento anual en el consumo de gas natural fue 7,2% en el pasado, entonces YPFB asume que debe crecer 7,2% por año hasta el 2026.

El gobierno estimula esta demanda creciente con subsidios de gasolina, diesel y GLP, y la venta de gas natural a precios bajos. El precio de un litro de diesel y gasolina en el mercado internacional es de 9,56 y 9,51 bolivianos, pero el consumidor final en Bolivia paga sólo 3,72 y 3,74 bolivianos, respectivamente. Es decir, el Estado subvenciona Bs 5,84 por cada litro de diesel y Bs 5,77 por cada litro de gasolina (*El Cambio 2012-11-23*). En el 2013, el Estado gastó 633 millones de dólares en el subsidio al diésel, 309 millones en gasolina, 54 millones en GLP y 59 millones como incentivo a los campos petroleros (*HCB 2012-11-15*). Los subsidios de combustibles fósiles ha crecido un 49% por año, de 215 a 1.060 millones de dólares entre el 2009 y el 2013 (*INESAD 2013-09-01*).²² Igualmente, YPFB vende el gas natural en Bolivia para usos residenciales, comerciales, industriales y transporte vehicular a 14% del precio que exporta a Brasil (*YPFB 2014*).

La administración de Evo Morales es muy comprometida ofrecer gas y electricidad a precios bajos, pero ha tratado de reducir los subsidios para diesel y gasolina, porque estos combustibles son importados y la producción nacional es uno de las plataformas del partido MAS. En Diciembre de 2010, el gobierno intentó subir el precio de diesel a Bs 6,80 y de gasolina a Bs 6,47. Es decir, reduce el subsidio para gasolina y diesel a 3 bolivianos por litro. La huelga de los sindicatos de transporte en el "gasolinazo" detuvo esta reducción en los subsidios. Para la administración, el problema no fue el daño ecológico causado por los subsidios, pero los costos de la importación. Ahora la administración de Evo Morales tiene una solución en su plan para aumentar la producción nacional de petróleo, construir nuevas refinerías, convertir gas en diesel y gasolina y convertir vehículos para utilizar gas natural.

Todavía no hay suficiente producción de petróleo y suficiente refinerías para satisfacer la demanda doméstica. En el 2013, 52,1% del diesel oil y aproximadamente 30% de la gasolina en Bolivia fueron importados.²³ La única solución para YPFB es importar más diésel y gasolina en el corto plazo, y construir más refinerías y explorar más petróleo en el largo plazo para seguir ofreciendo diesel y gasolina a bajos precios que estimulan más demanda.



YPFB (2009, p. 29) también asume que Bolivia necesita altas tasas de consumo de electricidad. Aunque la demanda eléctrica sólo creció 4,0% en el pasado, YPFB proyectó en el 2009 que la demanda crecería 6,7% por año en el futuro. En el 2009, Bolivia no tuvo suficiente capacidad generadora para abastecer su demanda. En el SIN, el margen de reserva eléctrica bajó del 30,8% en el 2003 al 11,1% en el 2009 (López s.f., p. 18), entonces probablemente fue necesario construir más generadores eléctricos en el corto plazo.

Sin embargo YPFB no se ha cuestionado si el 7% crecimiento anual en el consumo de electricidad y combustibles fósiles sea sostenible o necesario en el largo plazo.

El Ministerio de Hidrocarburos y Energía (MHyE) también piensa que las tasas de crecimiento deben ser el 7% por año o aun más altos. En su *Plan Estratégico Institucional 2011-2015*, el MHyE ha proyectado un crecimiento por encima del 7% para la producción de todos los tipos de combustibles fósiles y la generación de electricidad. Sola en la categoría de "reducción de consumo de energía" la tasa de crecimiento es menos del 7%, con una reducción de 72MW a 84MW en 5 cinco años. Este crecimiento no será acompañado por más eficiencia en el uso de energía. La meta es aumentar la intensidad energética de 1,03 a 1,05 barriles equivalentes de petróleo por mil bolivianos del producto interno bruto (Bep/PIB), la que significa que más energía será consumida por cada mil bolivianos en el 2015 que en el 2010. (MHyE 2011, p. 75-6)

YPFB y el Ministerio de Hidrocarburos y Energía no se han cuestionado si los bolivianos pueden Vivir Bien sin altas tasas de crecimiento energético, porque este crecimiento está vinculado a mejor calidad de vida y conceptos de progreso, según los funcionarios del gobierno. Entre el 2001 y el 2006, el consumo de electricidad sólo creció 1,6% por año, pero entre el 2006 y el 2011, el consumo de electricidad creció 7,08% por año. La directora General de Electricidad del VMEEA, Hortensia Jiménez, comentó, "El crecimiento de 7,08% significa que en los últimos cinco años se ha registrado una mejora en la calidad de vida de la población" (América Economía 2011-09-13).

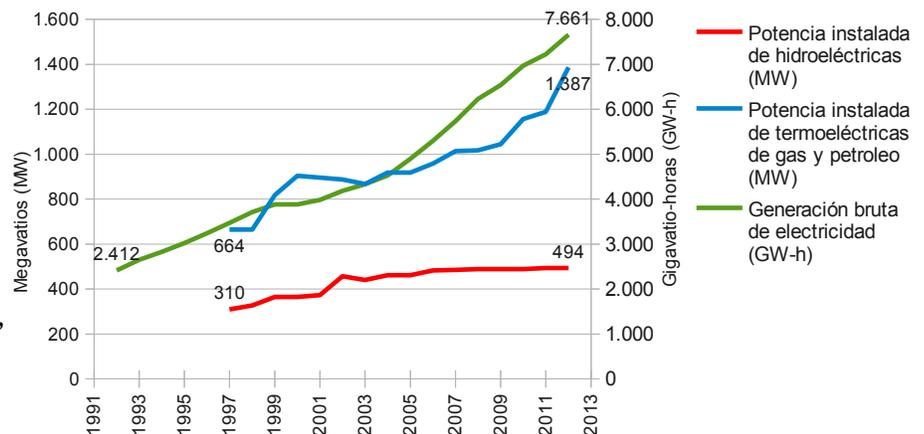
Tampoco, el gobierno no se ha cuestionado si Bolivia necesita generar su electricidad con tecnologías sucias y anticuadas, como termoeléctricas de gas y megahidroeléctricas. Esta falta de visión es reflejada por el hecho de que el gobierno sólo planifica invertir \$us 40 millones en el desarrollo de energía eólica, solar, microhidroeléctrica y biomasa entre los años 2012 y

Plan del Ministerio de Hidrocarburos y Energía en el 2011

Año	2010	2015	Tasa anual de crecimiento
Generación eléctrica (MW)	1211,5	1769,5	7,9%
Producción de gas natural (MMmcd)	41,72	61,24	8,0%
Producción de Petróleo crudo + Gasolina Blanca (MBPD)	42,91	60,94	7,3%
Producción de Gasolina Especial (MBPD)	14,99	22,89	8,8%
Producción de Diesel Oil (MBPD)	11,05	21,34	14,1%
Producción de Jet Fuel (BPD)	3007	10266	27,8%
Producción de GLP de campo y planta (TMD)	690,7	1918	22,7%
Producción de GNL (TDM)	0	200	∞
Generación de electricidad con fuentes hídricas (MW)	476,4	683,4	7,5%
Generación de electricidad con fuentes alternativas (MW)	21	35	10,8%
Reducción de consumo de energía (MW)	72	84	3,1%
Intensidad Energética (Consumo de Energía Total en Bep/PIB a precios de mercado en M Bs de 1990)	1,03	1,05	0,4%

Fuente: Ministerio de Hidrocarburos y Energía (2011) *Plan Estratégico Institucional: 2011-2015*, La Paz, Bolivia, p. 75-6.

Generación de Electricidad en Bolivia, 1992-2012



Fuente: Anuario Estadística 2012, Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad, Bolivia, 2013

2015 ([Bolpress 2012-05-15](#)).

Entre el 2009 y el 2018, el *Plan de Inversión 2009-2015* de la YPFB ([2009](#), p. 30) planea añadir 21 nuevas termoeléctricas de gas en el Sistema Interconectado Nacional (SIN), con un total de 729,5MW de capacidad termoeléctrica. YPFB proyecta que las termoeléctricas en el SIN consumirían 465.196 millones de pies cúbicos de gas entre el 2009 y el 2018. La quema de esta cantidad de gas emitirían 25,4 megatoneladas de CO₂.²⁴ Durante esa década sola una hidroeléctrica (Misicuni, 117,6MW) y una planta geotérmica (Laguna Colorada, 96,6MW) serían incluidas en la matriz energética. ([YPFB 2009](#), p. 32-33)

Por lo general, este Plan de YPFB ha sido cumplido hasta ahora. Entre el 2009 y el 2012, la capacidad termoeléctrica nacional expandió el 32,8%, con 342,1MW adicionales, mientras la capacidad hidroeléctrica sólo expandió el 1,2%, con 5,7MW adicionales ([AE 2013](#), p. 19-24). Los pronunciamientos en el 2013 por el Ministerio de Hidrocarburo y Energía indican que la construcción de termoeléctricas de gas se acelerará en los próximos 5 años.

Parte de la razón que YPFB y el Ministerio de Hidrocarburos y Energía proyecta que el consumo de electricidad y combustibles fósiles crecerá 7% por año en Bolivia, es porque el Estado está promoviendo el uso de energía barata como un mecanismo de crecimiento. Bolivia exporta gas a Brasil al precio de \$us 8,88 por un millón de Btu (unidad termal británica) y a Argentina al precio de \$us 10,11 MMBtu (precios en el cuarto trimestre de 2013). En cambio, el YPFB vende gas a los generadores de electricidad en el SIN por un precio de \$us 1,27 MMBtu, lo que fue el precio decretado en el 2008 (SSDH No. 0450/2008). Igualmente, YPFB vende gas para el uso residencial, comercial, industrial y transporte vehicular por \$us 0,95 MMBtu.²⁵ ([YPFB 2014](#), p. 13, 18-9) Estos precios son tan baratos que no hay mucho incentivo para ser eficiente en el uso de energía en Bolivia. No hay razón económica para que bolivianos compren focos ahorradores ni fabricas bolivianas inviertan en tecnología más eficiente en el uso de energía. Sin este subsidio, energía hidroeléctrica sería más barata que energía termoeléctrica, pero el subsidio hace la energía termoeléctrica a gas más barata. El Ministerio de Hidrocarburos y Energía observa que es difícil justificar la inversión en energía renovable cuando gas es tan barato ([MHyE 2012-01-05](#), p. 163-4).

La cuestión es si Bolivia puede realizar sus metas de desarrollo integral y acceso universal a electricidad en la Constitución Política del Estado y el *Plan Patriótico del Bicentenario 2025*, sin recurrir al desarrollo sucio y la explotación desenfrenada de hidrocarburos. Artículo 378 de la CPE exige que:

Las diferentes formas de energía y sus fuentes constituyen un recurso estratégico, su acceso es un derecho fundamental y esencial para el desarrollo integral y social del país, y se regirá por los principios de eficiencia, continuidad, adaptabilidad y preservación del medio ambiente.

Igualmente, en el *Plan Patriótico* ([2012](#), p. 9) el gobierno boliviano elaboró las metas que "el 100% de las bolivianas y los bolivianos cuenta con servicios de energía eléctrica y luz" y el 100% de la población boliviana tiene acceso al internet para el año 2025. En el 2009, el 13,2% de hogares en Bolivia no tuvieron acceso a energía eléctrica ([INE s.f.](#)). El Programa Electricidad para Vivir con Dignidad fue establecido para extender acceso a electricidad a todo el país, y actualmente está ejecutando un presupuesto de 50.111.500 dolares para dar luz a 111,485 hogares adicionales ([VMEEA s.f.](#), p. 8).

Sin embargo, no es necesario hacer crecer la matriz energética en 7% por año hasta el 2026 y añadir 21 nuevas termoeléctricas al SIN en una década para lograr estas metas. En el mundo en desarrollo, una persona promedio utiliza 170 kilowatio-horas por año ([Banco Mundial 2009](#), p. 3). Porque la meta es extender el internet a todos, que involucra mucho uso de computadoras y otra electrónica, entonces

podemos doblar la cantidad anual de electricidad a 340kw-h. Además muchas personas que no tienen luz viven en zonas lejanas, esto significa que para llegar a ellas un porcentaje de electricidad será perdida en la transferencia por las líneas. Si estimamos una pérdida del 15% adicional en las líneas eléctricas, necesitamos aproximadamente 400kw-h por persona, o 600GW-h adicionales por año para los 1,5 millones de bolivianos que actualmente no tienen acceso a luz. Hoy en día, más personas utilizan aparatos móviles y laptops para obtener acceso al internet, entonces el uso del internet generalmente consume menos energía que el uso de una televisión o un foco incandescente, aunque puede ser más cuando está incluido el uso de routers, otra maquinaria de la red y los servidores. El uso del internet puede reducir el consumo de electricidad en algunos casos porque consume menos que otras actividades, pero en la mayoría de casos el uso del internet aumentará el consumo de electricidad. Si estimamos que la mitad de los 8,5 millones de bolivianos que actualmente tienen luz, consumirán 100kw-h adicionales por año para usar sus equipos electrónicos, necesitamos 425GW-h adicionales. El total de 1025GW-h adicionales significa el 13,4% más generación de electricidad que en el año 2012.

Con la tasa actual de crecimiento, Bolivia tendría suficiente electricidad para toda la población dentro de 2 años. Crecimiento de 7% por dos décadas no es necesario para los bolivianos en zonas remotas, pero es necesario para el pueblo urbano, que está adoptando estilos de vida occidental y para el uso ineficiente de energía en los sectores comerciales y industriales. La cuestión es si este tipo de desarrollo es la mejor ruta y qué son sus costos.

En la última década, Bolivia ha recreado el mismo ciclo de dependencia con la exportación de sus hidrocarburos, que el país ha experimentado en el pasado con la exportación de plata y estaño. Ahora el país es comprometido a seguir exportando gas a Brasil y Argentina. YPFB tiene un contrato para abastecer hasta 30,08 millones de metros cúbicos por día (MMmcd) de gas entre el 1999 y 2019. Ahora Brasil está comprando más gas que el máximo establecido en el contrato. En el 2013, Bolivia exportó 31,92 MMmcd) de gas a Brasil, que fue 14,3% más que en el 2012.

Igualmente, YPFB tiene un contrato para abastecer hasta 27,7 MMmcd a Argentina entre 2007 y 2026. En el 2013 YPFB exportó 14,97 MMmcd a Argentina, los que fueron un 20,7% más que en el 2012. ([YPFB 2014](#), p. 16) En el 2013, YPFB expandió el gasoducto Juana Azurduy de Padilla a Argentina, para aumentar la capacidad exportadora de 13 a 22 MMmcd ([YPFB 2014](#), p. 44), y YPFB ha anunciado planes para seguir expandiendo su infraestructura para exportar más a Argentina que los 27,7 MMmcd en el contrato.²⁶ En el 2013, Bolivia también empezó de exportar GLP a Paraguay y Uruguay, abriendo un nuevo mercado de exportaciones.

Esta explotación desenfrenada de las reservas de hidrocarburos contradice todas las metas de desarrollo integral en armonía con la Madre Tierra. El desarrollo planificado basado en la explotación de gas y petróleo amenaza la estabilidad del clima y el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas. Bolivia tiene reservas potenciales para emitir hasta 2,9 Gt de CO₂ del gas convencional, 2,6 Gt de CO₂ del gas de esquisto y 0,37 Gt de CO₂ del petróleo, más el 0,36 Gt ya emitido entre el 2000 y el 2012, que en total significaría 6,1 Gt de CO₂,²⁷ lo que es 4,6 veces más que el cupo de carbono de Bolivia entre el 2000 y el 2050. Para no exceder su cupo de carbono, Bolivia tiene que

Hidrocarburos extraídos y en reservas de Bolivia		
Gas natural	Trillones de pies cúbicos	Megatoneladas de CO ₂
Gas extraído 2000-2012	5,03	275
Gas probado (P1)	8,23	450
Gas probable (P2)	3,71	203
Gas posible (P3)	6,27	343
Gas potencial (incluye P1-P3)	53	2.899
Gas de esquisto	48	2.625
Total (extraído, potencial y de esquisto)	106	5.799
Petróleo	Millones de barriles	Megatoneladas de CO ₂
Petróleo extraído 2000-2012	202	87
Petróleo probado (P1)	209	90
Petróleo probable (P2)	391	168
Petróleo posible (P3)	255	110
Total (extraído y P1-P3)	1.057	455

Fuente: Elaboración propia. Ver nota 27.

dejar 80% de sus reservas hidrocarburíferas en el suelo y abandonar toda exploración en busca de nuevas reservas. Solas las reservas probadas (P1) y probables (P2) pueden ser explotadas.

El problema es que el Estado Plurinacional de Bolivia se ha vuelto muy dependiente de los ingresos de hidrocarburos. Entre el 2005 y el 2013, los ingresos estatales de hidrocarburos han crecido el 730%, de 673 a 5.586 millones de dólares ([La Razón 2014-01-28](#)). De las 23 empresas públicas, 97% de las ganancias viene del YPFB ([Página Siete 2014-04-22](#)).

Hidrocarburos están financiando a gran mayoría de los programas gubernamentales, incluso los programas sociales. Por ejemplo, la Renta Dignidad, que da una pensión a los

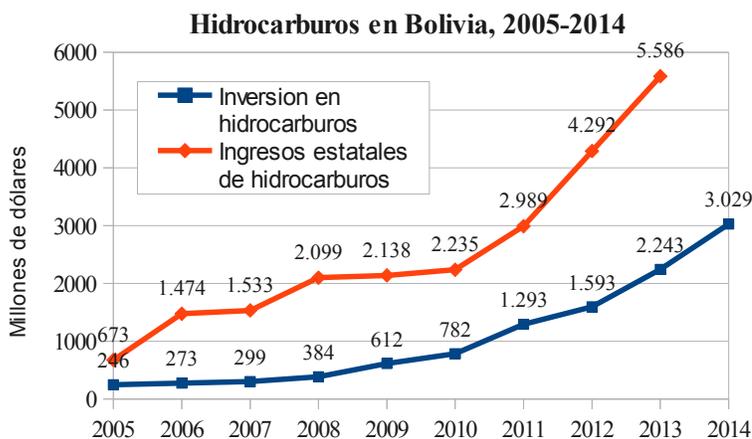
mayores de 60 años, es financiado por el Impuesto Directo a los Hidrocarburos (IDH). En febrero de 2013, Mario Guillen, el viceministro de Pensiones y Servicios Financieros, anunció que el gobierno estaba esperando el informe de YPFB sobre los ingresos proyectados para fijar el incremento de la Renta Dignidad: “Lo que nosotros hacemos de acuerdo a los datos que nos pasa Yacimientos de la venta del peso del petróleo y la venta de gas proyectada en el futuro, nosotros vemos cuanto de eso se generará en IDH para que veamos la sostenibilidad del beneficio.” ([La Razón 2013-02-26](#))

Con este nivel de dependencia, el Estado es comprometido a explotar sus reservas hidrocarburíferas para financiar sus programas sociales, los que ganan el apoyo del pueblo boliviano. La administración actual no puede dejar de extraer los hidrocarburos, sin eliminar los servicios y programas que ganan elecciones. Será muy difícil romper esta adicción hidrocarburífera, cuando la mayoría del pueblo boliviano es acostumbrada de recibir los beneficios de los ingresos de YPFB.

También hay que cuestionar ¿para qué sirve la energía barata y los químicos que vienen de combustibles fósiles? Las ciudades están creciendo en tasas sin precedentes, porque la energía es barata, la que hace posible transportar nuestra comida y bienes desde largas distancias para suministrar las necesidades de millones de personas en centros urbanos como La Paz/El Alto y Santa Cruz. El bajo costo de transporte hace que comida en la ciudad a menudo es más barata que en el campo donde esa comida es producida. El bajo costo de transporte también ha fomentado la expansión del área urbana, con nuevos barrios brotando como hongos en las afueras de las ciudades. Además, el bajo costo de transporte ha facilitado la migración del campo hacia la urbe. Los precios bajos en buses ha fomentado viajes frecuentes a la ciudad. Hoy en día, muchos campesinos trabajan en la ciudad durante la semana, pero vuelvan al campo en los fines de la semana.

El bajo costo de comida y otros bienes, la expansión desenfrenada de las ciudades, la vida rutinaria entre el campo y la urbe y la construcción de viviendas en las afueras de ciudades terminarán cuando energía sea cara, y por ende el transporte costará más. En un mundo de poca energía, la comida será más cara y la habilidad de producir comida será una habilidad más valorada en la sociedad. Cuando suba el precio de vivir en la ciudad porque todo lo necesario es transportado de lejos y cueste mucho más, la vida en el campo será más atractiva.

En los años 90, había una falta de combustibles fósiles en Cuba cuando la Unión Soviética colapsó y



Fuente: Programa de Inversiones 2013, YPFB;
Hidrocarburosbolivia.com, 2014-01-16; La Razón, 2014-01-28.

dejó de abastecer combustibles y petroquímicos a la isla. De repente, el estatus de los productores de comida subieron en Cuba y el agricultor fue una profesión respetada. Muchos cubanos empezaron plantar huertas y practicar agricultura orgánica. La vida en el campo fue más valorada y la agricultura urbana se expandió.

Eventualmente la misma transición ocurrirá en Bolivia, pero la transición será más dolorosa que en Cuba, porque Bolivia está más dependiente de una economía basada en energía barata. Cuando suba el costo del transporte, comida y los otros bienes, muchas de las viviendas en las afueras de las ciudades serán abandonadas y muchos volverán al campo. Entonces, los subsidios actuales en combustibles y la política actual de ofrecer energía barata como el motor de crecimiento sólo está profundizando la eventual crisis energética y las mermando la transición hacia una economía local de menos consumo de energía, poco transporte y la agricultura orgánica sin petroquímicos y fertilizantes sintéticos.

Actualmente, el mundo tiene aproximadamente 15.000 gigatoneladas de carbono en reservas explotables de hidrocarburos, y esta reserva se sigue expandiendo cada año debido a los precios más altos y nueva tecnología de extracción. Los gobiernos suministran entre 400 y 500 mil millones de dolares en subsidios para fomentar la extracción y el consumo de hidrocarburos. (*Hansen et al. s.f.*, p. 2) Si 10.000 Gt de este carbono son extraídas y quemadas y un tercio de este se queda en la atmósfera, Hansen *et al.* (*2013a*) estima que el planeta se calentará en un promedio de 16°C, que significará 20°C de calentamiento sobre los continentes. Actualmente el 55% de emisiones de CO₂ se quedan en la atmósfera y los sumideros en el mar y los continentes estarían tan saturados que probablemente dos terceros se quedarían en la atmósfera, es decir que la explotación de 5.000 Gt de este carbono, probablemente serían suficientes para calentar el planeta en 16°C.

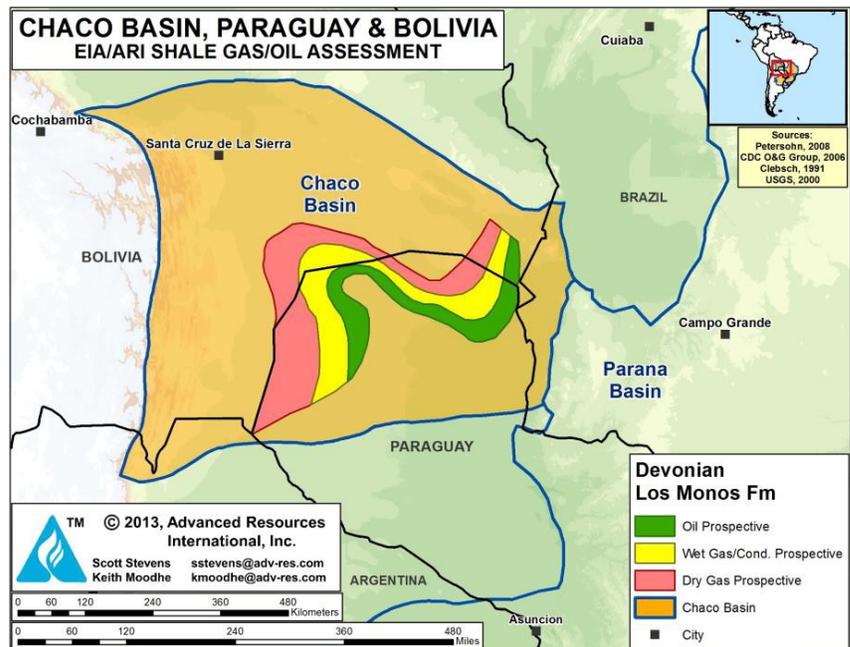
Con estas altas temperaturas combinadas con el aumento de la humedad (aire caliente retiene más agua), la producción de granos sería imposible y el cuerpo humano empezaría a morir por la altas temperaturas. Los humanos podrían migrar a zonas montañosas para evitar el calor, pero el aumento de agua en la estratosfera destruiría el ozono que actualmente bloquea los rayos de luz ultravioleta, en otras palabras, los humanos no podrían sobrevivir a la radiación solar en altas elevaciones. Cuando el planeta experimentó temperaturas 10-12°C encima de las temperaturas actuales hace 56 millones de años durante el Máximo Termal Paleoceno-Eoceno (PETM), los mamíferos tuvieron problemas sobreviviendo el calor. Algunos evolucionaron con cuerpos más pequeños para difundir mejor el calor de sus cuerpos. El PETM ocurrió gradualmente durante miles de años, pero el calentamiento actual ocurrirá en uno o dos siglos, impidiendo la evolución del cuerpo humano para adaptar al calor. (*Hansen et al. 2013a*, p. 24-5)

Si el mundo sigue emitiendo el 3% más emisiones de combustibles fósiles por año, como se ha emitido desde el año 2000, las 5.000 Gt de carbono serían emitidas en tan solo de 96 años,²⁸ lo que significa tres generaciones de bolivianos más. Bolivia está ayudado crear este futuro oscuro, extrayendo 15,3% más gas por año y 3,6% más petróleo por año desde el 2000.²⁹ Lastimosamente, el gobierno está haciendo todo posible para condenar la raza humana a extinción. Los incentivos que el gobierno actualmente ofrece para fomentar la extracción petrolera ha causado que la producción de petróleo creció 15,0% en el 2013, comparada al 2012 (*YPFB 2014*, p. 5). La única esperanza para el planeta es dejar el 80% de las reservas hidrocarburíferas en el suelo y dejar de ofrecer subsidios que fomentan su extracción y consumo.

Si todos los países incluyendo Bolivia defienden justificaciones discursivas desarrollistas para seguir explotando sus reservas hidrocarburíferas, entonces el homo sapiens-sapiens (ser humano) se extinguiría al igual que los dinosaurios hace 65 millones de años atrás.

4.2. El riesgo de la fractura hidráulica o *fracking*

YPFB está en ruta para eventualmente explotar todas las reservas bolivianas de gas convencional, pero YPF no está planeando un futuro después de combustibles fósiles. Está buscando otra fuente de hidrocarburos para seguir el ciclo de depredación y explotación de la Madre Tierra. En este sentido, YPF está desarrollando planes para explotar los 48 trillones de pies cúbicos del gas de esquisto en la Cuenca del Chaco cuando se acabe el gas convencional. La extracción de estos 48 tpc de gas emitiría 2,6 gigatoneladas de CO₂, lo que es doble el cupo de carbono de Bolivia hasta el 2050 (Batto 2013). En junio de 2013 YPF firmó un acuerdo con YPF, la petrolera estatal de Argentina, para realizar la exploración de gas de esquisto en Abapó, Santa Cruz (BNAmericas 2013-06-12).



Fuente: Kuuskraa et al. 2011-04, *World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States*, Advanced Resources International.

Para extraer el gas atrapado en la roca, hay que utilizar una técnica llamada la fractura hidráulica o *fracking* en inglés, que inyecta una mezcla de 95% agua, 4,5% arena y 0,5% químicos a alta presión para fracturar la roca y liberar el gas. Un pozo de *fracking* típicamente consume entre 15 y 27 millones de litros de agua y entre 80 y 140 toneladas de químicos.

El fluido de *fracking* puede contener hasta 65 químicos, entre los que a menudo se encuentran bencina, glicol-éteres, tolueno, etanol y nofenol (Morgan 2013-04-26). Algunos de estos químicos como la bencina y sus derivados, etilenglicol 2-BE, naftalina y cloruro de metileno son considerados agentes cancerígenos. Un estudio de 353 químicos identificados y utilizados para el *fracking* concluyó que el 75% de estos afectan a la piel, ojos y los órganos sensoriales, el 52% afectan el sistema nervioso, el 40% afectan al sistema inmunológico y los riñones, el 46% afectan al sistema cardiovascular y la sangre y el 25% son cancerígenos (Colborn et al. 2011).

YPFB está desarrollando planes para construir una planta de hidrocarburos aromáticos BTX, que puede fabricar la bencina y el tolueno, que son dos de los químicos cancerígenos utilizados en el fluido de *fracking*. Además el Ministerio de Energía y Hidrocarburos está planeando construir otra planta de etileno-glicoles, que probablemente tendrá la capacidad de producir glicol-éteres y etilenglicol 2-BE, los que también están utilizados el fluido de *fracking*.

Si Bolivia explota toda su reserva de gas de esquisto, 242 mil millones de litros de agua sería consumidos (en un ámbito entre 112 y 335 mil millones de litros y no incluyendo el agua utilizada en el mantenimiento de los gasoductos).³⁰ La extracción de gas de esquisto en la cuenca del Chaco utilizará mucho de un recurso vital que ya es escaso, poniendo en riesgo las otras necesidades hídricas de Tarija y el sur de Santa Cruz.

De todos modos la exportación de gas natural es un negocio con alto riesgo de booms y quiebras. Actualmente Bolivia exporta gas a Argentina y Brasil a precios que son doble el precio internacional de gas. Es poco probable que estos países sigan comprando gas boliviano en el futuro a estos precios, cuando ambos países tienen sus propias reservas de gas de esquisto para explotar. Argentina tiene 802 trillones de pies cúbicos de gas de esquisto, los que representan la segunda reserva más grande del mundo, y Brasil tiene 245 tpc de gas de esquisto, los que representan la décima reserva más grande. Argentina está planeando empezar la extracción de su gas de esquisto en el 2017, y Brasil está desarrollando planes para hacer lo mismo. ([El Deber 2014-05-13](#)) La extracción de tanto gas de esquisto puede causar una caída rápida en el precio regional del gas como ha ocurrido en los EEUU, donde el *fracking* ha causado una sobreoferta de gas y los precios han caído 73% en 5 años.³¹

Actualmente las finanzas del Estado y el crecimiento económico de Bolivia depende de las exportaciones de gas. Bolivia se volverá aun más dependiente de estas exportaciones si YPFB invierta 40.670 millones en el desarrollo hidrocarburífero en los próximos 12 años. Si Argentina y Brasil dejan de comprar el gas boliviano, en tal caso, Bolivia enfrentaría un colapso económico con lo que ha ocurrido en los años 80 cuando el precio del estaño se cayó y los costos de producción subieron en Bolivia.

Bolivia puede exportar su gas a otros países vecinos, pero el mercado de Perú es limitado y Chile no tiene razón construir gasoductos hasta Bolivia, cuando las reservas de Argentina están más cerca de los centros urbanos chilenos. La solución que YPFB está planteando es construir una planta para convertir gas natural a un líquido (GNL) que puede ser exportado por barco. La conversión a líquido consume energía, la que reduce las ganancias y produce GEI. Hoy en día el mercado internacional de GNL es tan competitivo, que las ganancias serán limitadas.

4.3. Industrialización basada en hidrocarburos

Bolivia no necesita mucha energía para vivir bien, pero necesita mucha más energía para realizar los planes de industrialización del gobierno. La idea de la administración actual es utilizar hidrocarburos como un mecanismo para industrializar el país. El *Plan de Inversiones 2009-2015* de YPFB planea que 20,6 millones de metros cúbicos de gas por día serán utilizadas para la industrialización de Bolivia ([2009](#), p. 27). Según este plan, gas natural será utilizado para convertir gas en diesel oil y gasolina (GTL), fundir hierro, fabricar amoníaco, urea y polietileno y crear petrocasas con componentes plásticos ([2009](#), p. 38-46).

En el 2012, el *Plan Patriótico del Bicentenario 2025* estableció la meta de dejar de exportar materias primas para el 2025:

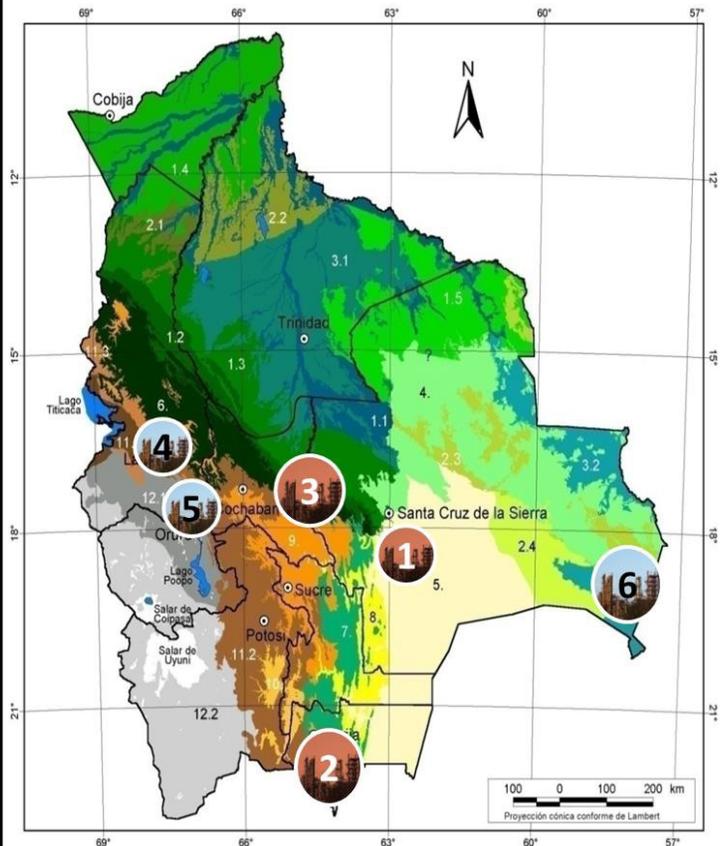
Bolivia no puede ser sólo productor de materias primas para la voracidad de las potencias industrializadas. Bolivia tiene que ser un país innovador y creativo. Tenemos que desarrollar nuestra propia tecnología rompiendo las cadenas de la dependencia. ([2012](#), p. 9)

Lastimosamente, la manera que la administración actual pretende de "desarrollar nuestra propia tecnología rompiendo las cadenas de dependencia" es copiar el desarrollo sucio del pasado de países occidentales. En lugar de reorientar la economía hacia la producción local para servir las necesidades locales, quiere seguir exportando hidrocarburos y otras materias primas, pero con valor agregado. "Industrialización" en este sentido significa la explotación de la naturaleza para transformar materias primas en productos intermedios y terminados que pueden ser vendidos a otros países.

En respuesta a los desafíos planteados por el Plan Patriótico, el Ministerio de Hidrocarburos y Energía expandió sus planes para incluir la construcción de 12 plantas diferentes para transformar hidrocarburos en productos intermedios y terminados con valor agregado. Según el plan de desarrollo *Industrialización de los Hidrocarburos Rumbo al Bicentenario* ([VMICTAH 2013](#)), el YPFB construirá 4

plantas industriales en el corto plazo y 2 plantas adicionales en el largo plazo. Además, la Empresa Boliviana de Industrialización de Hidrocarburos (EBIH), que fue creado por artículo 363 de la nueva constitución, construirá 3 otras plantas en el corto plazo, más 3 plantas adicionales en el largo plazo. En esta manera, la EBIH estará "atendiendo necesidades sociales y productivas de la población boliviana," según el Ministerio de Hidrocarburos y Energía ([VMICTAH 2013](#), s. 1).

<p>1.- Polo Petroquímico Centro: Río Grande, Santa Cruz</p> <ul style="list-style-type: none"> • a) Planta de Separación de Líquidos. • b) Planta de GNL. • c) Planta de GTL.
<p>2.- Polo Petroquímico Sur: Gran Chaco</p> <ul style="list-style-type: none"> • a) Planta de Separación de Líquidos. • b) Complejo de Etileno y Polietileno. • c) Planta de Propileno y Polipropileno.
<p>3.- Polo Petroquímico Centro: Carrasco, Cochabamba:</p> <ul style="list-style-type: none"> • a) Complejo de Amoniaco y Urea. • b) Planta de Nitrato de Amonio.
<p>4 y 5.- Eje Industrial del Oeste: La Paz - Oruro</p> <ul style="list-style-type: none"> • a) Planta de Producción de Tuberías y Accesorios para Redes de Gas Natural y Films de Polietileno. • b) Planta de Producción de Kits de Petrocasas del Bicentenario.
<p>6.- Eje Industrial del Este: Mutún, Santa Cruz</p> <ul style="list-style-type: none"> • a) Complejo Petroquímico del Metanol.



La industrialización de hidrocarburos de YPFB y EBIH. Fuente: [VMICTAH 2013](#), s. 5.

- **Proyectos inmediatos de YPFB:**
 - **Complejo Petroquímico de Amoniaco y Urea** en Bulu Bulu Carrasco-Cochabamba, lo que Samsung fue contratado para construir por un costo de \$us 843,9 millones. Construcción comenzó en abril de 2013, y se prevé entregar la planta en el segundo semestre de 2015. La planta consumirá 1,42 millones de metros cúbicos por día (MMmcd) de gas para producir 2.100 toneladas de urea por día. ([VMICTAH 2013](#), s. 6.1; [YPFB 2013-01](#), p. 48; [YPFB 2014](#), p. 46)
 - El 46% de urea es nitrógeno, que puede formar óxido nítrico cuando es aplicado en campos de cultivo. El Estado no debe subvencionar el consumo de urea que aumentaría las exportaciones de la agroindustria y las emisiones de GEI. En lugar de promover el uso de petroquímicos en la agricultura, debe promover el uso de biochar y la agricultura orgánica, que es más sostenible en términos ecológicos. (Ver la sección [Fertilizantes sintéticos y la alternativa de biochar](#))*
 - **El Complejo Petroquímico Gran Chaco** en Yacuiba-Tarija, que contendrá las siguientes 3 plantas:
 - **Planta de Etileno y Polietileno**, que consumirá 756.000 toneladas métricas por año (tma) de etano para producir 600.000 tma de polietilenos.

El proceso de deshidrogenación de etano (CH₃-CH₃) para formar etileno (CH₂=CH₂) requiere alto consumo de combustibles para calentar hornos a temperaturas de 1000°C, y YPFB (2009, p. 46) prevé que esta planta consumirá 2,8 MMmcd de gas.

- **Planta de Propileno y Polipropileno**, la que producirá 200.000 tma de propileno ([CBHE 2014-05-16](#)) y 400.000 tma de polipropileno ([VMICTAH 2013](#), s. 6.3).
- **Planta de Separación de Líquidos**, que producirá el etano y el propano, que son los insumos para las plantas de etileno y el propileno. Actualmente YPFB está invirtiendo \$us 643,8 millones en esta planta ([YPFB 2013-01](#), p. 47), que entrará en producción en septiembre de 2014. Tendrá la capacidad de procesar 3,22 MMmcd de gas³² para producir entre 2.156 a 3.144 toneladas métricas diarias (tmd) de etano, 1.542 a 2.247 tmd de GLP, 716 a 1.044 barriles por día (bpd) de isopentano y 1.137 a 1.658 (bpd) de gasolina. La producción de 82% de GLP será destinado al mercado externo ([YPFB 2014](#), p. 46)
- **Complejo Rio Grande**, en Santa Cruz, que contendrá las siguientes 3 plantas:
 - **Planta de Separación de Líquidos**, para proveer insumos a las otras 2 plantas en el complejo. YPFB ha invertido \$us 168,4 millones en esta planta, que en julio de 2013 comenzó de operar ([YPFB 2013-01](#), p. 46). En el 2013, produjo 212,73 toneladas de GLP (gas licuado de petróleo) por día, pero tendrá la capacidad para producir por día 361 toneladas de GLP, 350 barriles de gasolina estabilizada y 195 barriles de gasolina rica en iso-pentano. Más inversión en esta planta es necesaria para proveer insumos para las otras dos plantas planeadas de GTL y GNL.

En el 2013, la producción adicional de esta planta y las nuevas planta de engarrafado en Santa Cruz, Cochabamba y La Paz han eliminado la necesidad de importar GLP y ahora Bolivia puede exportarlo. En el 2013, Bolivia consumió 538,17 toneladas por día (tpd) de GLP, pero produjo 1.002,07 tpd, y el exceso fue exportado a Paraguay y Uruguay. ([YPFB 2014](#), p. 36-38, 46)
 - **Planta Gas a Líquido (Gas to Liquid-GTL)**, la que consumirá 9 MMmcd de gas para producirá 30.000 barriles por día de combustibles líquidos (diesel oil, gasolina y kerosene) ([VMICTAH 2013](#), s. 6.4), los que son doble la cantidad de combustibles líquidos que Bolivia actualmente importa.

Hay que cuestionar si es una buena idea utilizar 15% del gas extraído de Bolivia para crear combustibles líquidos, lo que es un proceso que también consume energía. Tal vez esta conversión puede ser justificada en el caso de diesel oil, porque diesel oil creado de gas no produce hollín cuando es quemado como diesel oil normal, y la conversión consume menos energía con temperaturas alrededor de 200°C. En cambio, la conversión de gas a gasolina no hace sentido en términos ecológicos, porque gasolina creada de gas no reduce mucho las emisiones de hollín, comparado a gasolina de petróleo. Además la conversión de gas natural a gasolina consume más energía para generar la alta presión (20-30 bares) y temperaturas entre 300°C y 350°C para produce la reacción Fisher-Tropsch. En lugar de subvencionar el precio de combustibles líquidos y planear producir de estos combustibles de gas, Bolivia puede venderlos al precio de mercado, para que la demanda reduzca y corresponda a la oferta actual.
 - **Planta Gas Natural a Líquido (GNL)**, la que convertirá gas a un líquido que puede ser exportado a mercados internacionales. (Ver la sección [El riesgo de la fractura hidráulica o fracking](#))
- **Proyectos futuros de YPFB:**

- **Planta de Aromáticos BTX** (Bencino-Tolueno-Xileno), la que producirá 75.000 toneladas métricas por año (tma) de benceno, 120.000 tma de tolueno y 61.000 tma de xilenos. Actualmente no hay mucha demanda domestica para estos químicos cancerígenos, que pueden dañar a la salud humana, pero el Ministerio de Hidrocarburos y Energía pretende desarrollar industrias nacionales de estireno, poliestireno, solventes, fibras, resinas y cauchos que consumirán muchos hidrocarburos aromáticos BTX.

El Ministerio no lo menciona en su planes ([VMICTAH 2013](#), s. 7.1), pero estos químicos BTX también son utilizados en el fracking. Esta planta puede ser ubicada en el Complejo Gran Chaco o el Complejo Rio Grande, los que están en la Cuenca del Chaco donde el Ministerio planea realizar la fracking. Entonces, el MHyE planea producir los químicos que contaminará el agua boliviana y arriesgará la salud del pueblo boliviano.
- **Planta Poliestireno (PS)**, la que producirá un mínimo de 100.000 toneladas de poliestireno por año. El MHyE recomienda que esta planta esté ubicada cerca del Complejo Gran Chaco, que producirá los insumos etileno y bencino, los que son utilizados en la fabricación de estireno.

Poliestireno es utilizado en el embalaje de comida procesada y comida chatarra, lo que fomentaría el consumo de estas comidas insalubres. No es una buena idea promover más consumo de poliestireno, porque la quema de basura es una practica muy común en Bolivia y poliestireno quemado suelta varios químicos peligrosos.
- **Proyectos inmediatos de la EBIH:**

 - **Planta de Petrocasas del Bicentenario** en Laka Pucara, Caracollo-Oruro, que puede fabricar hasta 6.600 kits (perfiles y accesorios) de viviendas prefabricadas por año. La planta costará \$us 42 millones y entrará en funcionamiento a finales del 2014. El kit que tiene un precio de venta de 8.548 dólares y incluye cavidades de PVC que son llenadas con concreto para formar los perfiles, paredes, techos, marcos, puertas y ventanas en una vivienda típica (petrocasa).

Este programa presenta varios problemas ambientales. PVC es muy flamable y la quema de PVC produce mercurio, que es una neurotoxina. Los aditivos para prevenir la flama en PVC generalmente son tóxicos y los ftalates para hacer flexible el PVC son trastornadores endocrinos, que pueden causar defectos de nacimiento y problemas de desarrollo en niños. Además, PVC pierda su fuerza y se vuelve quebradizo, tal que PVC dure menos años que materiales convencionales de construcción. Además, una petrocasa consume más cemento que una casa típica de ladrillos, por lo tanto, una petrocasa producirá más GEI y subirá el impacto ambiental de cada casa.
 - **Planta de Tuberías, Accesorios y Films de Polietileno** en el El Alto (zona Chijini Chico), la que costará 6,5 MM\$us y producirá 3.100 tma de tuberías para redes de gas natural (conexiones secundarias) y agua, 175 tma de accesorios para redes de gas y 4.000 tma de films.
 - **Complejo Petroquímico del Metanol** en Mutún, Santa Cruz, que costará 450 MM\$us y tendrá una capacidad de producción de 500.000 tma de metanol, que es un químico utilizado en solventes y como un aditivo en la gasolina. La planta consumirá 1,2 millones de metros cúbicos por día (MMmcd) de gas natural.
- **Proyectos futuros de la EBIH:**

 - **Planta de Policloruro de Vinilo (PVC)** en el Complejo Gran Chaco, la que costaría 550 MM\$us para construir y consumiría 90.000 tma de etileno para producir 200.000 tma de PVC, las que pueden ser exportadas y pueden abastecer a la Planta de Petrocasas del

Bicentenario. El 43% de los insumos de PVC es etileno y el otro 57% es cloro, lo que requiere grandes cantidades de electricidad para extraerlo del sal. La construcción de una planta de PVC requeriría la construcción de una planta eléctrica adicional y otra planta para extraer el cloro-soda de las sales en el Chaco.

La fabricación de PVC utiliza la neurotoxina mercurio, que a menudo se escapa al medio ambiente y daña la salud de los obreros. Aunque tubería de PVC es más barata, no es recomendado porque dura menos años y los aditivos en el PVC pueden entrar el agua.

- **Planta de Óxido de Etileno-Glicoles**, la que es otra opción para consumir el etano producido por la Planta de Separación de Líquidos de Gran Chaco. La construcción de esta planta costaría 580 MM\$us y sería capaz de producir 260.000 tma de mono-etilenglicol (MEG), 26.000 tma de dietilenglicol (DEG) y 3.000 tma de tri-etilenglicol (TEG). El mayor impacto esperado con la implementación de esta planta, es la exportación a mercados de la región y asiáticos para la producción de polietileno tereftalato (PET).

No es una buena idea promover la producción y el consumo de PET, que es utilizado en botellas de plástico claro. Estudios demuestran que los ftalatos en el plástico pueden entrar los líquidos que contienen ácidos como gaseosas, y ftalatos son trastornadores endocrinos, que pueden causar defectos de nacimiento y problemas de desarrollo en niños. Además botellas de PET producen mucha basura, y el gobierno debe promover la reutilización de botellas en lugar de promover su desecho.

- **Planta de Nitrato de Amonio**, la que producirá un elemento utilizado en fertilizantes y explosivos.

El primer producto promueve la agroindustria exportadora y la segunda promueve la minería exportadora. Hay que cuestionar si Bolivia debe fomentar la expansión de estas industrias que hacen mucho daño al medio ambiente.

Además el gobierno boliviano ha firmado contratos para explotar 50% del fierro y construir refinerías en Mutún, Santa Cruz por los próximos 40 años, lo que consumirá 8,4 MMmcd de gas en el año 2018. También planea invertir \$us 306 millones para construir una fábrica de cemento en Caracollo, Oruro ([La Razón 2013-09-21](#)) y \$us 213 millones para construir otra fábrica de cemento en Potosí. La fábrica en Potosí requerirá la construcción de un nuevo gasoducto. ([HCB 2013-09-26](#)) La planta de litio que el gobierno planea construir en Potosí, también requerirá la construcción de una nueva termoeléctrica de gas para el procesamiento de litio.

Plantas industriales planificadas por el gobierno de Bolivia, basadas en hidrocarburos

Proyecto	Inversión (MM\$us)	Consumo de gas (MMmcd)	Producto	Producción prevista (tma)	Consumo domestico en el 2012	% consumo domestico de producción
Planta Amoniaco y Urea Carrasco (Bulo Bulo-CBBA)	843,9	1,42	urea	756.000	14.537	1,9%
Planta de Separación de Líquidos Gran Chaco (Yacuiba-Tarija)	643,8	3,22	GLP (tmd)	1.542-2.247		18%
			gasolina (bpd)	1.137-1.658		
			etano (tmd)	2.156-3.144		
			iso-pentano (bpd)	716-1.044		
Planta de Etileno y Polietileno Gran Chaco (Yacuiba-Tarija)	1.783	2,8	polietileno baja densidad	200.000	13.398	6,7%
			polietileno alta densidad	400.000	25.207	6,3%

Proyecto	Inversión (MM\$us)	Consumo de gas (MMmcd)	Producto	Producción prevista (tma)	Consumo domestico en el 2012	% consumo domestico de producción
Planta de Propileno y Polipropileno Gran Chaco (Yacuiña-Tarija)			polipropileno	400.000	21.200	5,3%
Planta de Separación de Líquidos Rio Grande (Santa Cruz)	168,4		GLP (tmd)	361		
			gasolina (bpd)	545		
Planta Gas a Líquido (GTL) Rio Grande (Santa Cruz)		9	combustible líquido (bpd)	30.000	14.385	48,0%
Planta de Aromáticos BTX			benceno	75.000	1.023	0,4%
			tolueno	120.000		
			xilenos	61.000		
Planta Poliestireno (PS)			poliestireno expandible	100.000	9.000	13,5%
			otro poliestireno		4.500	
Planta de Petrocasas del Bicentenario (Caracollo-Oruro)	42		kits de viviendas	6.600		
Planta de Tuberías, Accesorios y Films de Polietileno (El Alto-La Paz)	6,5		tubería	3.100		
			accesorios	175		
			films	4.000		
Complejo Petroquímico del Metanol (Mutún, Santa Cruz)	450	1,2	metanol	500.000	1.100	0,2%
Planta de Policloruro de Vinilo Gran Chaco	550		PVC	200.000	32.000	16,0%
Planta de Óxido de Etileno-Glicoles	580		mono-etilenglicol	260.000	1.000	0,3%
			dietilenglicol	26.000		
			tri-etilenglicol	3.000		
Planta de Nitrato de Amonio			fertilizante		21.000	
			explosivos		2.013	
Planta de Cemento (Potosí)	213		cemento			
Planta de Cemento (Caracollo-Oruro)	306		cemento			
Mina y refinería de hierro (Mutún, Santa Cruz)		8,4	hierro			
Litio (Potosí)			litio			

Fuente: Elaborado con datos de: [VMICTAH 2013](#); [YPFB 2009](#), p. 46-50; [YPFB 2013-01](#), 46-9; [La Razón 2013-09-21](#); [HCB 2013-09-26](#); [YPFB 1914](#), p. 46.

En el plan de desarrollo *Industrialización de los Hidrocarburos Rumbo al Bicentenario*, el Ministro del de Hidrocarburos y Energía, Juan Sosa Soruco describe la industrialización de hidrocarburos en estos términos:

hemos tomado el timón del desarrollo y en el Estado Plurinacional de Bolivia, estamos trabajando para devolverle la dignidad a todos los bolivianos y para que nuestros recursos naturales sean explotados, tratados y comercializarlos con soberanía y perspectiva de futuro, pensando siempre en proteger tanto a las futuras generaciones, como a la madre tierra. Ahora, con una Bolivia en constante crecimiento, podemos plantearnos retos ambiciosos que en el pasado sólo veíamos en los países denominados “potencias”. La industrialización es un hecho palpable que genera esperanza y trabajo, y que en un futuro próximo nos permitirá tener estabilidad energética y mayores ingresos económicos para el país, abriendo la puerta a nuevas exportaciones. ([MHyE, 2013](#)).

Sosa Soruco describe la explotación de la naturaleza como un proceso que devuelve "dignidad a todos los bolivianos" y "genera esperanza," pero es claro que el "desarrollo" planeado por el Ministerio de Hidrocarburos y Energía es definido en términos de "constante crecimiento," sin cuestionar si este tipo de crecimiento es deseable o sostenible. El deseo expresado es que Bolivia puede imitar a los otros países denominados "potencias". En otras palabras, la administración actual quiere copiar el desarrollo sucio de países industrializados.

A pesar de las promesas formulaicas para "proteger tanto las futuras generaciones, como la madre tierra," no hay ninguna provisión en el plan de desarrollo para lograr este fin. No había mucha evaluación del impacto ambiental de estas plantas industriales, ni recomendaciones para mitigar estos impactos. Tampoco hubo mucha reflexión en el gobierno y ni en la prensa acerca de otras rutas de desarrollo.

La mayoría de las plantas planeadas son diseñadas principalmente para la exportación. Cinco plantas solas (GTL, separación de líquidos Rio Grande, 2 de cemento y petrocasas) de las 18 plantas planeadas para industrializar hidrocarburos son orientadas primariamente para abastecer las necesidades de Bolivia. Mas de 80% de la producción de las otras plantas serán exportadas. Actualmente, hay poca demanda para hidrocarburos aromáticos BTX, metano y etileno-glicoles dentro de Bolivia. Tal vez hay suficiente demanda dentro de Bolivia para justificar la construcción de las plantas de poliestireno y PVC, pero hay que cuestionar si el gobierno debe promover el uso de estos plásticos, considerando sus impactos ambientales y los riesgos a la salud boliviana. En Bolivia, poliestireno es utilizado en vasos y cubiertas desechables, PET en botellas desechables, polietileno baja densidad en bolsas de comida procesada y PVC en el envoltorio temporal de comida (que expone a comida a ftalatos). Hay que cuestionar si el gobierno debe promover el consumo de comida procesada y comida chatarra que a menudo vienen en paquetes desechables.

Ninguna de estas plantas planeadas producirá productos compatibles con una sociedad y una economía de poco carbono. La cuestión no debe ser si una planta industrial puede generar ingresos, pero si una planta industrial puede generar productos que fortalecen la salud y el bien del pueblo boliviano y promueve el mejor futuro en armonía con la naturaleza. Tal vez hidrocarburos puede ser utilizados como un mecanismo para industrializar el país, pero la industrialización planificada no es sostenible en términos ecológicos y depende de un recurso natural que requiere miles de millones de dolares en exploración para mantener.

5. Deforestación

La misma actitud de extractivismo es encontrada en la exportación de productos agrarios. Entre 1999 y 2011, las exportaciones de aceite y torta de soya, girasol, etc. crecieron 288%, de \$us227 a \$us710 millones. Esta producción de soya y girasol está basada en la deforestación de Santa Cruz. En la misma manera en que la minería destruye el ambiente en el nombre de exportaciones, los agroindustriales cruceños destruyen la biodiversidad y riqueza ecológica de su departamento de para exportar productos agrarios a China y Brasil. Según la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT), 78,6% de los desmontes en Bolivia ocurren en Santa Cruz y solo 15,9% de estos desmontes son autorizados.

Desmontes en Departamentos Bolivianos (hectáreas), 2004-2010

Departamento	Desmontes autorizados	Desmontes ilegales	Por ciento autorizado	Total	Por ciento de total
Chuquisaca	4.914	17.981	21,5%	22.895	1,2%
La Paz	10.219	31.447	24,5%	41.666	2,1%
Cochabamba	8.574	22.618	27,5%	31.192	1,6%
Potosí	212	0	100,0%	212	0,01%
Oruro	0	0		0	0%
Tarija	12.395	42.266	22,7%	54.661	2,8%
Santa Cruz	243.063	1.289.025	15,9%	1.532.088	78,6%
Beni	7.746	146.166	5,0%	153.912	7,9%
Pando	1.971	109.628	1,8%	111.599	5,7%
Total	289.094	1.659.131	14,8%	1.948.225	100,0%

Fuente: Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra, Instituto Nacional de Estadística de Bolivia,
<http://www.ine.gob.bo/indice/EstadisticaSocial.aspx?codigo=80301>

Esta deforestación es fomentada por:

- 1) La falta de presupuesto adecuado y personal para hacer respetar las leyes y monitorear la deforestación en curso,
- 2) La construcción de carreteras hacia mercados brasileños, atravesando bosque virgen,
- 3) El subsidio anual de 1.060 millones de dólares al diesel y gasolina, que baja los costos de agroindustriales,
- 4) El costo barato de tierra con bosque virgen, la que es 10 veces más barata que en los países vecinos (*INESAD 2013-09-01*),
- 5) La aprobación de leyes que perdonan la deforestación previa por el costo de \$us10 a \$us60 por hectárea deforestada, creando expectativa por amnistías futuras,
- 6) Políticas que fomentan la colonización de bosque virgen,
- 7) Políticas que fomentan la exportación de productos agrarios, en lugar de políticas para promover agricultura sostenible de mercado local,
- 8) La falta de sanciones por los incendios agrarios en zonas colindantes al bosque, que a menudo son precursores de la deforestación.

Políticas para proveer tierra virgen barata, diesel barato y la falta de implementación de sanciones por deforestación y incendios, ha creado las condiciones para incentivar la inmigración de agroindustriales extranjeros. Entre 1992 y 2004, la agroindustria desforestó 10.110 km², lo que representó 53,7% de la deforestación en Bolivia Oriental (*Müller et al. 2011*, p. 450). El empresario agroindustrial típico deforesta 1500 ha, el ganadero intensivo 220 ha, el colonizador japonés 200 ha, el agricultor cruzeño y chaqueño 95 ha, el colono altoandino 25 ha y el agricultor indígena 10 ha (*Killeen et al. 2008*).

Deforestación en Bolivia Oriental (1992-2004)

Uso de tierra	Área deforestada (km ²)*	Por ciento de deforestación
Agroindustria [†]	10.110	53,7%
Agricultura de escala pequeña [‡]	3.560	18,9%
Ganadería	5.170	27,4%
Total deforestado	18.840	100%

* De 399.060 km² de bosque existente en 2004.

[†] Empresarios agroindustriales, agricultores cruzeños, colonos japoneses y colonos menonitas.

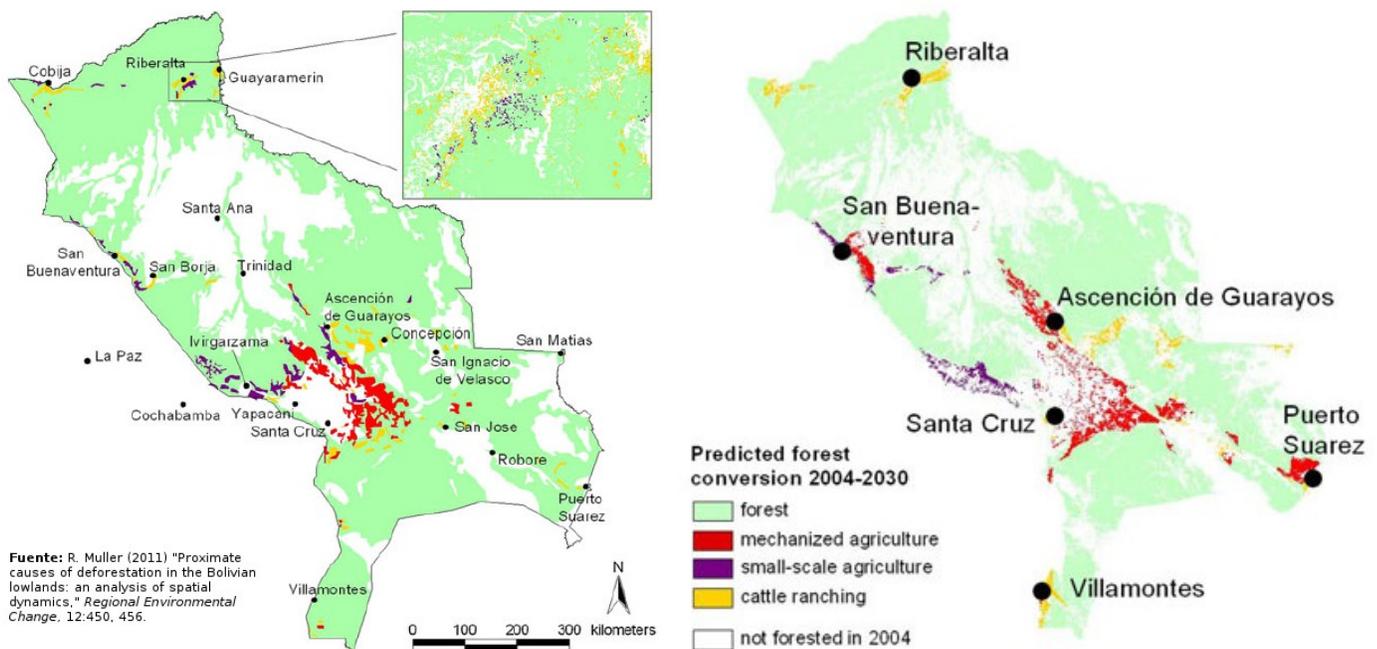
[‡] Colonos altoandinos, agricultores yungueños y agricultores indígenas.

Fuente: R. Müller et al. (2011) p. 450.

Entonces, para controlar la deforestación en Bolivia, las políticas deben ser enfocadas en control de la agroindustria que causa la mayoría de la deforestación en Bolivia. El número de empresarios agroindustriales es muy poco, por lo que las ganancias de la deforestación se quedan en pocas manos y producen pocos beneficios sociales. Extranjeros controlan aproximadamente 70% de la producción

soyera en Bolivia ([INESAD 2013-09-01](#)). Sin embargo, los empresarios agroindustriales están bien organizados políticamente, por lo que no será fácil regular la agroindustria boliviana.

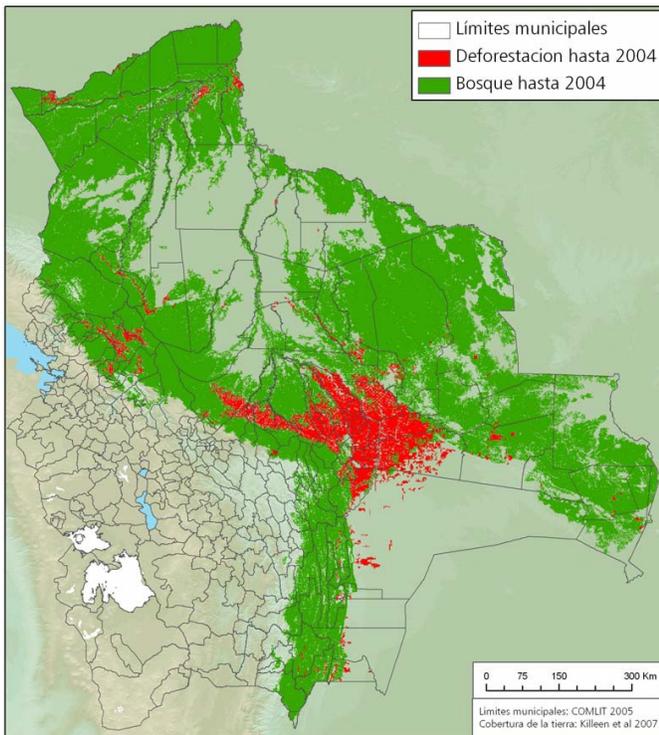
Müller et al. (2011) ha analizado la deforestación previa para determinar los factores más importantes para predecir la deforestación futura. Han creado un modelo que incorpora los factores de precipitación (lluvia excesiva y riesgo de sequía), fertilidad del suelo, acceso a mercados (que es determinado por acceso a carreteras y el costo de transporte), la inclinación de la tierra y restricciones en el uso de la tierra (TCO, parque nacional, área protegida, etc.). Algunos factores son más importantes según el tipo de actividad. Para la agricultura mecanizada, la fertilidad del suelo es un factor muy importante, pero no es muy importante para la ganadería, que depende más de acceso a mercados y el costo de transporte. Asumiendo que la cantidad de deforestación por año no cambia y la agricultura mecanizada, la ganadería y la agricultura de escala pequeña deforestan en las mismas proporciones como en el periodo de 1992 a 2004, el modelo de Müller et al. predice que la agricultura mecanizada deforestará en las áreas al norte de Ascencion de Guarayos, cerca de la frontera brasileña (Puerto Suárez), en San Buenaventura y al este del centro agrario de Santa Cruz. La ganadería deforestará alrededor de Riberalta, Guarayamerin y Cobija en el norte de Bolivia, alrededor de Concepción, San Ignacio de Velasco y San José de Chiquitos en la Chiquitania y alrededor de Villamontes en el sur. La agricultura de escala pequeña seguirá deforestando en el Chaparé y en las Yungas.



Deforestación entre 1992 y 2004, causada por la agricultura mecanizada (rojo), la agricultura de escala pequeña (morado) y la ganadería (amarillo).

Deforestación prevista entre 2004 y 2030

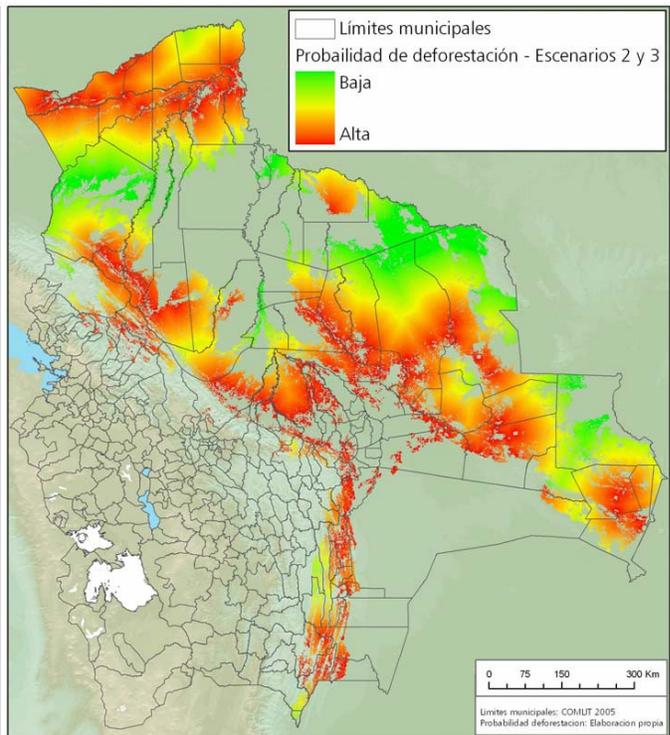
Lykke Andersen (2009) también ha modelado la deforestación futura de Bolivia, con otra metodología basada en: 1. el crecimiento proyectado de la población, 2. la intensidad de deforestación pasada (algunos municipios son más propensos a deforestar) y 3. la cantidad de tierra con pendientes menores de 25% (tierra plana es más propensa a ser deforestada). Observando el crecimiento en la deforestación previa, Andersen supone que las intensidades de deforestación en cada municipio siguen duplicándose cada década debido al aumento en riqueza, caminos y la demanda para productos agropecuarios. Con estas suposiciones, Andersen prevé que 37 millones de hectáreas serán deforestadas el año 2100. Al final del siglo, quedarán aproximadamente 6 millones hectáreas de bosque en áreas planas y casi 7 millones hectáreas de bosque en áreas con pendientes mayores a 25%.



Deforestación hasta 2004 y bosque remanente

Fuente: [Andersen 2009](#), p. 15.

Los estudios de Müller y Andersen son proyecciones basadas en las tendencias actuales, y demuestran lo que puede pasar si no hay un cambio en las políticas que actualmente promuevan la deforestación. Una de esas políticas promoviendo la deforestación es el plan IIRSA (Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional), que pretende construir un sistema de carreteras para integrar las economías de los países que comparten la cuenca amazónica. Las carreteras planeadas en Bolivia permitiría que la frontera agraria y la franja hidrocarburífera sigan expandiendo para cubrir áreas como el TIPNIS y la producción agropecuaria de Brasil sea transportada a la costa pacífica para obtener acceso a los mercados asiáticos.



Probabilidades de deforestación al 2100

Fuente: [Andersen 2009](#), p. 17.



Áreas de influencia alrededor de los corredores IIRSA

Fuente: Fundación Amigos del Museo Noel Kempff 2009, p. 13.

Estudios de imágenes satélites demuestran que la deforestación ocurre rápidamente alrededor de la construcción de una nueva carretera, porque abre nuevas zonas previamente inaccesibles y provee acceso a mercados y baja el costo de transporte a estos mercados. Si una carretera da acceso a la colonización en un radio de 50 km, las carreteras propuestas por la IIRSA expondrían 25.054.965 hectáreas de bosque boliviano, o 55% del bosque existente, al riesgo de deforestación ([Fundación Amigos del Museo Noel Kempff 2009](#), p. 14). Cuando el Estado no tiene políticas efectivas, ni la voluntad, para controlar la deforestación, es irresponsable promover la construcción de carreteras en tierras boscosas. Nuevas carreteras sólo deben ser permitidas cuando haya políticas establecidas para detener la deforestación.

5.1. Riesgos en el ciclo hídrico y la muerte progresivo del bosque amazónico

Es muy importante que la deforestación sea frenada y un programa de reforestación sea iniciado, porque existe el riesgo que la pérdida de bosque puede provocar un trastorno en el ciclo de agua en la cuenca amazónica. Actualmente la mitad de la lluvia en la cuenca vienen de la evapotranspiración de agua. Plantas succionan agua de sus raíces hacia sus hojas, donde el agua evapora por los estomas, que son agujeros en las hojas que absorban el dióxido de carbono y liberan el oxígeno. Esta agua evaporada sube a la atmósfera para formar nuevas nubes y el agua es reciclada en la lluvia. También la evapotranspiración ayuda a generar la convección de agua que provee la otra mitad de las lluvias en la cuenca amazónica. El movimiento de humedad del suelo hacia la atmósfera crea zonas de baja presión sobre la cuenca, tal que pueden generar vientos que lleva la humedad de zonas de alta presión sobre el Atlántico.

Tierras deforestadas producen 50% menos evapotranspiración que tierras forestadas, porque hay menos plantas para succionar agua del suelo y liberar agua en el aire ([Spracklen et al. 2012](#)). Si la deforestación sigue, eventualmente no sería suficiente evapotranspiración para formar las nubes lluviosas y bajar la presión atmosférica para atraer los vientos húmedos del Atlántico. Cuando las lluvias sean reducidas, crea un ciclo vicioso que no puede ser frenado, porque la falta de agua causa más muerte vegetativa, la que reduce más la evapotranspiración, la que reduce más la lluvia y causa más muerte vegetativa, continuando el ciclo hasta el bosque tropical es reemplazado por otro tipo de vegetación que requiere menos agua.

Existe dos estados estables de equilibrio entre la vegetación y el clima en la cuenca amazónica. Uno es el estado actual de un clima lluvioso y la mayoría de la tierra cubierta por bosques tropicales. El otro estado de equilibrio es un clima más seco con escasa vegetación que requiere menos lluvia. ([Ometto et al. 2013](#), s. 1) La cuestión es ¿cuáles condiciones pueden provocar un cambio entre uno al otro de estos estados?

Se predice que una deforestación de más de aproximadamente 30% del bosque amazónico provoque una reducción en las lluvias y la muerte progresiva del bosque amazónico ([Nepstad et al. 2008](#), p. 1740). Sin embargo, un estudio del Banco Mundial, que integra los efectos combinados de deforestación, cambio climático e incendios predice que 20% deforestación es suficiente para provocar el trastorno del ciclo hídrico y el comienzo de la muerte progresiva del bosque ([Vergara y Scholz, eds. 2011](#)), lo que es preocupante porque 13,1% del bosque amazónico ya está deforestado ([Killeen s.f.](#)).

En el 2004, Centro Hadley publicó un estudio, prediciendo que el calentamiento causará una reducción drástica de las lluvias en la cuenca amazónica. Según sus modelos climáticos, con 2°C de calentamiento entre el 20% y el 40% del bosque amazónico se morirá en 100 años. Con 3°C, el 75% se morirá y con 4°C, el 85% se morirá ([Cox et al. 2004](#)). Sin embargo, la mayoría de los modelos climáticos no predicen la misma reducción en lluvias futuras y prevén menos probabilidad de la muerte progresiva del bosque tropical. El Centro Hadley también ha reducido la probabilidad que el cambio climático causará de la muerte progresiva del bosque tropical en sus estudios subsecuentes ([Cox et al. 2013](#)), pero todavía existe mucho debate entre los climatólogos acerca del impacto del cambio climático en la cuenca amazónica.

Es difícil predecir que pasará con las lluvias amazónicas, porque todavía no hay consenso entre los modelos de circulación global (GCM). Las predicciones climáticas del cuarto informe de IPCC (2007) son basadas en el conjunto de modelos del Coupled Model Intercomparison Project phase 3 (CMIP3), los que simulan una gran variedad de condiciones con suposiciones diferentes. Dos estudios que utilizan los modelos de CMIP3 con el Modelo Eta del INPE, que es un modelo regional, en escalas de 40 x 40 km, predicen una reducción de 30%-40% en precipitación y calentamiento de 4-5°C en la

cuenca amazónica hasta el fin del siglo ([Ometto et al. 2013](#), s. 3.1) . Sin embargo, los GCM de CMIP3 no pueden modelar bien los ciclos de El Niño y La Niña, que históricamente son relacionados con los años secos y lluviosos en el Amazonas.

Los modelos de CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project phase 5), que son utilizados en el quinto informe del IPCC (2013), pueden modelar mejor los ciclos de El Niño y La Niña y sus impactos en la precipitación. Todos los modelos de CMIP3 y CMIP5 predicen calentamiento sobre la cuenca amazónica. La mayoría de modelos de CMIP3 y CMIP5 acuerdan que el Amazonas oriental sureño sufrirá sequías en el futuro, pero no están de acuerdo acerca de la precipitación sobre el Amazonas occidental sureño, donde Bolivia está ubicada. El modelo HadCEM2 del Centro Hadley predice mayor reducciones en precipitación en el Amazonas boliviano entre 2015 y 2034, pero los otros modelos no predicen mucho cambio en la precipitación en Bolivia. ([Ometto et al. 2013](#), s. 3.1, fig. 12)

La alza prevista de temperaturas es preocupante, pero muchos biólogos predicen que el bosque tropical puede aguantar más calor, porque el aumento de CO₂ en la atmósfera estimulará el crecimiento de la vegetación. También predicen que arboles tropicales en el futuro necesitaran menos agua, porque con más CO₂ en el aire, sus estomas pueden cerrar para reducir la pérdida de agua, pero todavía conseguir suficiente CO₂ para seguir creciendo. Existe alguna evidencia empírica para sugerir que el efecto de la fertilización de CO₂ está ocurriendo en bosques tropicales, pero la cierre de estomas para prevenir la pérdida de agua por evapotranspiración en bosques tropicales es más teórica. El impacto podría ser grave si algunos tipos de plantas no responden según estas predicciones y desaparecen, porque hay mucha interdependencia de especies y la pérdida de algunas especies puede causar la pérdida de otras. Otro factor importante es la extensión de la estación seca, que ha ocurrido en las últimas décadas. Aunque la cantidad de precipitación puede ser igual en el futuro, si la estación seca sigue extendiéndose, el suelo puede perder agua durante la estación seca y muchos tipos de vegetación no pueden aguantar tanto tiempo sin agua.

A pesar de estos debates científicos, no existe mucha duda que la deforestación y los incendios pueden agravar y acelerar la muerte progresiva del bosque tropical. Muchos modelos climáticos de la cuenca amazónica no predicen pérdidas significativas de bosque (o mejor dicho, la "degradación", que es el cambio de un tipo de vegetación a otro), pero todos demuestran pérdidas significativas cuando incorporan los efectos del cambio climático, más la deforestación, más los incendios. Según Wolfgang Cramer ([2009-11-25](#)), en un escenario A2, que es de alto calentamiento con poco cambio en la tasa de crecimiento de emisiones, solo el modelo HadCM3

Porcentaje del bosque amazónico degradado, con 4 modelos climáticos del escenario A2, deforestación y incendios en el 2050 y el 2010

Modelo de circulación global	Cambio climático (no fertilización de CO ₂)		Cambio climático (con fertilización de CO ₂)		+ deforestación (hasta 2050)		+ incendios escapados	
	2050	2100	2050	2100	2050	2100	2050	2100
CGCM	4.5%	9.5%	0.2%	0.2%	54.5%	57.4%	61.2%	61.3%
ECHAM5	21.8%	90.7%	3.6%	4.9%	56.1%	63.2%	62.9%	67.8%
CCSM	16.5%	46.2%	3.9%	0.1%	56.7%	2.0%	64.0%	63.0%
HadCM3	41.2%	91.9%	9.8%	48.6%	61.6%	79.3%	67.7%	82.7%
Promedio	21.0%	59.6%	4.4%	13.5%	57.2%	50.5%	64.0%	68.7%

Fuente: Wolfgang Cramer (2009-11-25) Changing climate, land use and fire in Amazonia under high warming scenarios, 4 Degrees and Beyond International Climate Conference, Oxford, <http://podcasts.ox.ac.uk/changing-climate-land-use-and-fire-amazonia-under-high-warming-scenarios>

del Centro Hadley predice degradación significativa del bosque amazónico con el cambio climático y el efecto fertilizante de CO₂. El promedio de los cuatro modelos climáticos en el estudio predicen un 4,4% del bosque será degradado en el 2050, pero el cambio climático más la deforestación causará la degradación del 57,2% del bosque. La inclusión de incendios en los modelos causará la degradación del 64,0% del bosque. Los modelos asumen que la deforestación serán detenida después del 2050, por lo tanto, el porcentaje de degradación no subirán mucho después del 2050; y en el caso del modelo CCSM, el bosque puede ser recuperado cuando no haya más deforestación.

Estas predicciones recalcan la importancia de controlar la deforestación y los incendios para mantener el bosque amazónico. Las políticas que actualmente promueven la deforestación en Bolivia y otros 8 países que comparten la cuenca amazónica pueden determinar si haya un trastorno del ciclo de agua o no. La reducción de lluvias en la cuenca amazónica puede causar un colapso de la producción agropecuaria de Santa Cruz y Beni. Este colapso agropecuario puede extender por toda la región. El 30% de la lluvia en la pampas de Argentina viene de la cuenca amazónica.

5.2. Fertilizantes sintéticos y la alternativa de *biochar*

La capa arable de la mayoría del suelo boliviano es muy delgada en las tierras bajas. A diferencia de tierras altas, donde la mayoría del carbono está almacenado en el suelo, en tierras con bosque tropical solo 5%-15% del carbono está guardado en el suelo, entonces la deforestación quita la gran mayoría del carbono y los nutrientes de la tierra. A menudo los incendios son utilizados para refertilizar el suelo, pero los incendios producen muchos GEI. La otra solución que es más utilizada en la agricultura mecanizada es la aplicación de fertilizantes sintéticos.

Según Cochrane et al. (2007) y Killeen et al. (2008), el incentivo económico para plantar en tierras deforestadas puede ser reducido en Santa Cruz con el uso de irrigación y la aplicación de fertilizantes sintéticos. Sin duda, el uso de fertilizantes sintéticos es mejor que deforestación y incendios agrarios, pero fertilizantes también tienen muchos impactos ambientales. Además, una de las justificaciones para la construcción de la hidroeléctrica en Rositas, Santa Cruz es la necesidad de proveer riego.

La fabricación de fertilizantes sintéticos produce GEI, porque el metano y óxido nítrico son soltados en el proceso de fabricación y mucho gas natural es quemado para producir nitrógeno. Además la minería y transporte del potasio y fosfatos en los fertilizantes requieren de mucha energía. La fabricación de un kilo de fertilizante con nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) produce entre 1 y 2 kilos de CO₂-eq (Wood y Cowie 2004-06).³³ Se estima que la producción de fertilizantes consume 1,2% de la energía mundial y produce 1,2% de las emisiones. La nueva fábrica de amoníaco y urea que el gobierno está construyendo en Bulo Bulo, Cochabamba costará \$843,9 millones y consumirá 1,4 millones de metros cúbicos de gas por día para producir 2.100 toneladas de urea por día (MHyE 2013-09-12), la que es el componente principal en la fabricación de fertilizantes que contienen nitrógeno.

Cuando el fertilizante es aplicado en el campo, hay bacterias en el suelo que pueden oxidar el nitrógeno del fertilizante para formar óxido nítrico (N₂O), que es un gas que se queda en la atmósfera por un promedio de 121 años y causa 298 veces más calentamiento por gramo que CO₂ en un plazo de 100 años (IPCC 2013, tabla 8.7).

Los microorganismos en el suelo descomponen los residuos orgánicos y aumentan la cantidad de carbono y nutrientes y la habilidad de retener humedad, para que los suelos puedan ser sumideros de carbono y resistir mejor las sequías y otros cambios del clima. Por otro lado, los fertilizantes sintéticos destruyen los microorganismos en el suelo que producen la fertilidad. Los nutrientes solubles de fertilizantes sintéticos provocan una explosión reproductiva de microorganismos que mueren cuando el fertilizante se agota. Después no quedan microorganismos para descomponer el material orgánico en el suelo y este material necesita ser quitado o quemado. El fósforo en fertilizantes sintéticos también puede dañar a los micorrizas, que es un tipo de hongo que ayuda a las raíces de plantas a absorber nutrientes en el suelo. Sin estos microorganismos, es necesario aplicar más fertilizantes sintéticos para mantener el mismo rendimiento agrario. Cada kilo de nitrógeno en el fertilizante tuvo un rendimiento de 131 kg de soya en el 1961 en promedio mundial, pero solo rindió 36 kg en el 2006. Entonces el agricultor ha tenido que usar más fertilizante para mantener su rendimiento, que ha producido más óxido nítrico calentando el clima y ha quitado el oxígeno del agua para generar proceso de eutrofización en los ríos y pantanos.

En lugar de deforestación, incendios y fertilizantes sintéticos, la mejor manera de mantener la fertilidad de tierras cultivadas es el uso de *biochar*, que es una técnica de convertir el material orgánico húmedo en carbón a través de incendios controlados y de baja temperatura. La tala y quema de bosque virgen deja solo el 3% del carbono original, pero si esa biomasa es quemada para formar *biochar*, el 50% del carbono original es retenido. Porque los incendios de *biochar* producen poco humo, menos CO₂, metano y hollín que es liberado a la atmósfera. *Biochar* también puede reducir las emisiones de N₂O entre el 50% y el 80%. Woolf et al. (2010) estiman que el uso de *biochar* puede reducir (mitigar) hasta 1,8 Gt de CO₂-eq por año o el 12% de emisiones mundiales. El uso de *biochar* por un siglo puede guardar hasta 130 Gt de carbono en el suelo, lo que significa 477 Gt de CO₂ de emisiones, aunque el IPCC AR5 (2013, p. 549) considera este monto muy especulativo.

Además, el uso de *biochar* reduce la acidez del suelo y aumenta el potasio y otros nutrientes. El carbón de *biochar* genera adsorción con nutrientes, que ayudan resistir la escorrentía (lavado) de nutrientes por erosión. Sin embargo, los pesticidas y herbicidas, también se adhieren al *biochar* lo que reduce la eficacia de estos químicos en la agricultura mecanizada. Por eso, *biochar* puede fomentar la transición a agricultura orgánica, que es más sostenible en términos ambientales y produce menos GEI.

5.3. REDD+ y la propuesta alternativa del Mecanismo Conjunto

El problema principal es que las tierras deforestadas producen más ingreso económico en el corto plazo, entonces es necesario un mecanismo efectivo para incentivar la conservación y protección de bosques. Por esa razón, un esquema para proteger bosques llamado REDD+ (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques) fue propuesto inicialmente como un plan para vender de bonos de carbono en mercados internacionales para reducir la deforestación y degradación forestal.

En su segundo informe nacional a la UNFCCC en diciembre de 2009, el PNCC incluyó una lista de planes de mitigación para reducir emisiones bolivianas en capítulo 5 del informe. Aunque estos planes no provinieron del gobierno, el PNCC incluyó planes de organizaciones como el Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado para utilizar la REDD+ para financiar la protección de parques boscosos en Bolivia.

Desde aquel tiempo, la posición del gobierno en contra de REDD+ se ha endurecido ([Morales Ayma 2010-09](#)). En abril de 2010, el vicepresidente Álvaro García Linera declaró que Bolivia no es el "guardabosques" de otros países que están utilizando la REDD+ para evitar reducciones de sus propias emisiones. García Linera rechaza la REDD+, porque puede bloquear a la industrialización de Bolivia:

Vamos a construir carreteras, vamos a perforar pozos, vamos a industrializar nuestro país preservando nuestros recursos en consulta con los pueblos, pero necesitamos recursos para generar el desarrollo, la educación, el transporte, la salud de nuestra gente. No nos vamos a convertir en guardabosques de las potencias del norte que viven felices y mientras nosotros seguimos en la mendicidad. ([Radio Erbol 2010-04-27](#))

En la COP 17 en Durban-Sudafrica, Bolivia propuso un instrumento alternativo a los mercados de carbono en el contexto de REDD+. ³⁴ Esta idea ha sido elaborada con más detalle en el Mecanismo Conjunto de Mitigación y Adaptación para el Manejo Integral de los Bosques y la Madre Tierra (MRE y MMAyA 2012-08), que fue creado por la Ley No. 300, Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien.

El Mecanismo Conjunto rechaza el uso de mercados de carbono y "considera a los bosques desde una perspectiva holística" que está basada en el "manejo integral y sustentable de bosques" e incluye el "desarrollo de sistemas productivos agrícolas, pecuarios, piscícolas y forestales ." El Mecanismo Conjunto ([p. 11](#)):

tiene por objetivo el mantenimiento de la integridad estructural y ecosistémica de la interacción tierra, agua y bosques y la mejora de su valor económico y social como fuente de bienes y funciones ambientales para satisfacer demandas de la sociedad actual y futura. Estas acciones engloban múltiples usos del bosque y sistemas de vida de la Madre Tierra...

La meta es establecer más control local sobre los bosques, pero ocho entidades serán involucradas:

- 1) Banco Central de Bolivia
- 2) Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierras-ABT
- 3) Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y Gestión y Desarrollo Forestal (VMA)
- 4) Servicio Nacional de Áreas Protegidas-SERNAP
- 5) Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal-INIAF
- 6) Entidades territoriales Autónomas
- 7) Comunidades
- 8) Las ONG

Además, tres nuevas entidades será establecidas:

- 1) Entidad Plurinacional de Justicia Climática (en el Ministerio de Medio Ambiente y Agua)
- 2) Mecanismo Conjunto de Mitigación y Adaptación para el Manejo Integral Sustentable de los Bosques y la Madre Tierra (o Mecanismo Conjunto).
- 3) Fondo Plurinacional de Justicia Climática (que recibe financiamiento del Fondo Verde y otros)

El problema con este conjunto complejo de entidades es que no hay líneas claras de autoridad. Cuando hay conflicto en la administración de un bosque, no hay pautas para indicar cual entidad tiene la decisión final y que cortes pueden resolver una disputa.

El Mecanismo Conjunto especifica que los proyectos comienzan con "la formulación de los Planes de Gestión Territorial en los gobiernos autónomos (o Planes de Vida para el caso de algunas comunidades indígenas) para determinar los diferentes usos del territorio y construir una línea de base referencial". Entonces los gobiernos autónomos y las comunidades indígenas definen que actividades son permitidas en su bosque, pero el Mecanismo Conjunto no especifica que pasa si las otras entidades involucradas no están de acuerdo.

En el "marco operativo de acción", el segundo proceso "está vinculado con la identificación y articulación efectiva de los instrumentos de regulación, control y promoción para el manejo integral y sustentable de los bosques y la Madre Tierra." El problema es que el Mecanismo no especifica cual entidad está encargada del monitoreo y regulación de los proyectos, entonces el mismo gobierno autónomo que está ejecutando el proyecto puede ser encargado de regular sus propias acciones.

El otro problema es que no hay ningún límite establecido, ni una entidad designada para definir los límites y juzgar si una actividad adentro de un bosque está permitida o no. Porque no hay ningún límite, ni pautas para indicar que es permisible, bajo el Mecanismo Conjunto puede ser permitido construir carreteras, deforestar, utilizar incendios agrarios y plantar en forma mecanizada soya, girasol, arroz y caña de azúcar. El Mecanismo Conjunto u otra entidad debe definir reglas claras como: ninguna deforestación está permitida en una área más grande que 5 hectáreas y solo 10% de una zona puede ser deforestada. Los mecanismos de monitoreo y los mecanismos punitivos deben ser especificados, para evitar confusión y crear una clara expectativa de castigo si no hay cumplimiento.

Si el propuesto Mecanismo Conjunto no es modificado para proveer reglas claras sobre la autoridad y designar una entidad nacional de monitoreo y regulación, es difícil ver como el mecanismo puede convertirse en un marco efectivo para controlar la deforestación y la degradación forestal. Además, el Mecanismo Conjunto es una medida para proyectos que son limitados en su escala. El Mecanismo

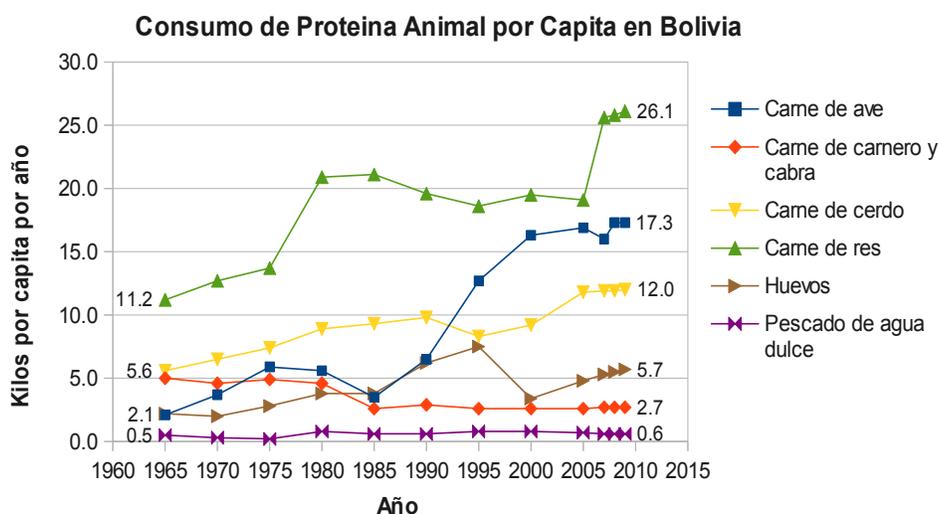
Conjunto hará poco para frenar las tasas preocupantes de deforestación nacional y detener la expansión nacional de la frontera agraria.

6. La dieta boliviana

Aunque la exportación de productos agrarios ha sido el factor principal promoviendo la deforestación, hay que reconocer que el pueblo boliviano también está contribuyendo a la deforestación con sus hábitos dietarios.

Según la FAO ([FAOSTAT, 2013](#)), el consumo de carne per cápita en Bolivia ha aumentado 129% entre el 1965 y el 2009, de 25,8 a 59,1 kilos por año. Este cambio en la dieta boliviana ha producido más GEI. Según Steinfeld et al. ([2006](#)), la cría de animales produce 18% de las emisiones de GEI en el mundo, y estas emisiones son distribuidas en: las tierras convertidas para el pastoreo (36%), el metano y oxido nitroso emitido por estiércol (31%), el CO2 emitido en la respiración y el metano emitido en los eructos y la flatulencia de animales domésticos (25%), la alimentación (7%) y el procesamiento y transporte (1%).

Entre 1965 y 2009, el consumo boliviano de carne de res per cápita ha aumentado de 11,2 a 26,1 kilos por año. Este cambio alimenticio es importante, porque un kilo de carne de produce entre 16 y 30 kilos de CO₂-eq, que es 20 veces más que un kilo de granos.³⁵ El estomago de una vaca es una fábrica de metano, donde las bacterias descomponen el pasto en un ambiente sin oxígeno.



Fuente: Elaborado con datos de la FAO, <http://faostat.fao.org/site/368/DesktopDefault.aspx?PageID=368>

En Bolivia donde vacas pastorean en tierras deforestadas y quemadas, las emisiones por kilo de carne de res probablemente son más altas. La ganadería causa 27,4% de la deforestación en la parte Oriental de Bolivia ([Müller et al. 2011](#), p. 450), y esta producción bovina es orientada al mercado nacional, porque la fiebre aftosa previene que Bolivia exporte su carne de res.

La producción de pollo y huevos también contribuye a la deforestación, porque su producción se ha trasladado de granjas de escala pequeña a *operaciones concentradas de alimentación animal* (CAFO por sus siglas en inglés), que alojan miles de aves en edificios grandes y las alimentan con una mezcla de maíz y soya que son cultivos que a menudo son producidos en tierras deforestadas. Las aves reciben proteína en la soya y hormonas para estimular el crecimiento y antibióticos para prevenir las enfermedades causadas por vivir tan apretadas y en condiciones antihigiénicas. La industrialización del pollo en Bolivia ha reducido el tiempo necesario para producir un ave de 15-16 semanas a 8 semanas con un pecho más grande y ha concentrado 52,1% y 44,3% de la producción nacional en Santa Cruz y Cochabamba, respectivamente ([La Razón 2013-04-07](#)), cerca de los campos de maíz, que es su comida principal. Según un estudio de los EEUU, la producción mecanizada de maíz consume 10 veces más

energía en combustibles fósiles que las calorías producidas en el maíz.

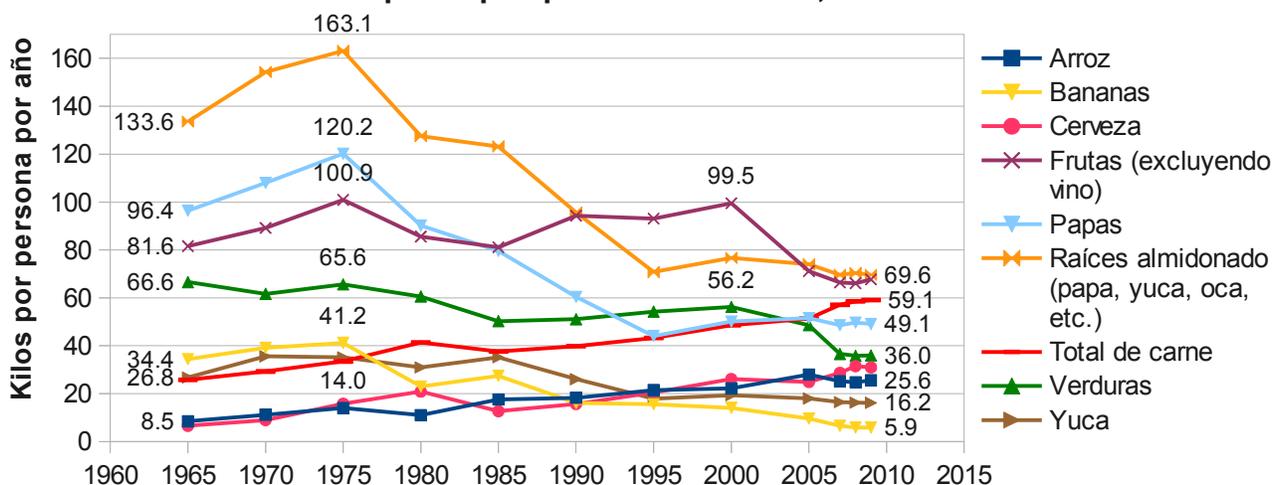
La industrialización de la avicultura boliviana en CAFO ha reducido el costo de pollo y huevos, estimulando su consumo. Entre 1965 y 2009 el consumo por boliviano de carne de ave ha aumentado de 2,1 a 17,3 kilos por año y de huevos de 2,1 a 5,7 kilos por año. Un kilo de pollo producido en forma industrializada emite 4,6 kilos de CO₂-eq (Williams et al. 2006), entonces las emisiones de pollo creció de 9,7 a 79,6 kilos de CO₂-eq per cápita. En Bolivia las emisiones probablemente son más altas porque el maíz y la soya utilizado en la avicultura pueden venir de tierras deforestadas o quemadas.

Mientras el consumo de carne de res, de pollo y de puerco ha subido rápidamente en Bolivia, el consumo de pescado ha sido estable y el consumo per cápita de carne de carnero y cabra ha caído 46%, de 5,0 a 2,7 kilos por año. Este cambio significa que los Bolivianos de tierras altas están consumiendo menos carne que es producida localmente. Más energía es gastada en el transporte y la refrigeración de carne que viene de lejos, aumentando la huella de carbono de la carne.

Kilos de CO ₂ -eq por kilo de comida		
Tipo de comida	Lesschen et al. (2011)	Williams et al. (2006)
Carne de res	22,6	16,0
Carne de cerdo	2,5	6,4
Carne de pollo	1,6	4,6
Leche	1,3	
Trigo		0,8
Papa		0,24

Fuente: A.G. Williams et al. (2006) Determining the Environmental Burdens and Resource Use in the Production of Agricultural and Horticultural Commodities. London: Department for Environmental Food and Rural Affairs; J. P. Lesschen et al (2011) Greenhouse gas profiles of European livestock sectors, Animal Feed Science and Technology, 166-167, 16-28.

Consumo de comida por capita por año en Bolivia, 1965-2009

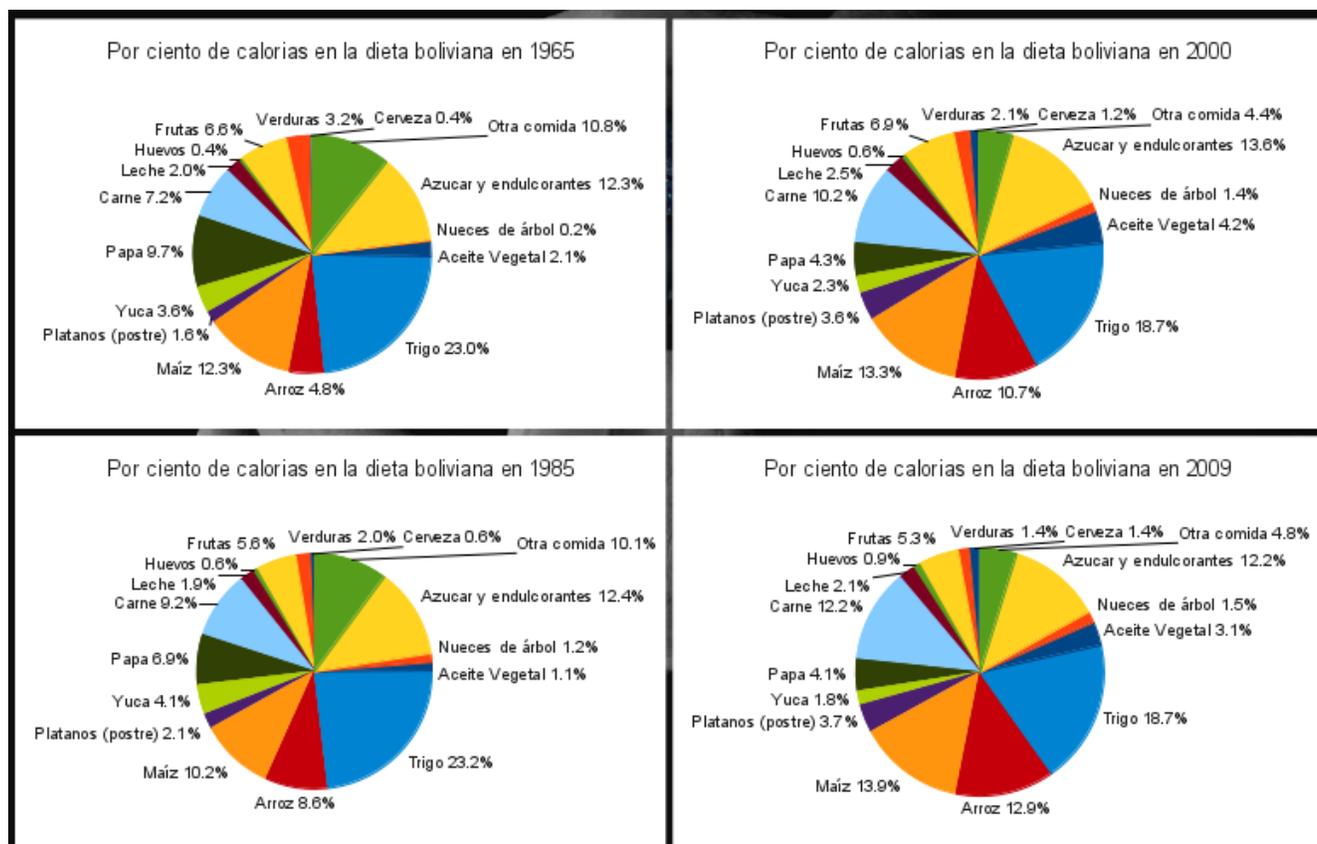


Fuente: Elaborado con datos de la FAO, <http://faostat.fao.org/site/368/DesktopDefault.aspx?PageID=368>

Este aumento en el consumo de carne y huevos fue acompañado por otros cambios en la dieta boliviana. Entre el 1965 y el 2009, el consumo de raíces almidonadas (papa, yuca, oca, camote, etc.) se cayó 48%, de 133,6 a 69,6 kilos por año. Igualmente, el consumo per cápita de verduras redujo 46%, de 66,6 a 36,0 kilos por año y el consumo de frutas (excluyendo vino) se redujo 17%, de 81,6 a 67,7 kilos por año. La mayoría de esta reducción en el consumo de verduras y frutas ha ocurrido desde 2000, indicando que el pueblo boliviano está comiendo más comida procesada (embolsada) y más comida en hamburgueserías y pollerías--este tipo de comida contiene pocas verduras y frutas.

Mucha tierra en las Yungas ha sido convertida de la producción de fruta a coca, lo que ha subido el precio de fruta y ha reducido su consumo. Ahora, mucha de la fruta a la venta en tierras altas viene de Santa Cruz o Chile, lo que emite más GEI porque esta fruta es producida con más pesticidas y fertilizantes químicos y consume más energía en el transporte que la fruta de las Yungas.

El arroz ha reemplazado trigo, papas y yuca en la dieta boliviana. Entre el 1965 y el 2009, el consumo per cápita de arroz ha crecido 201%, de 8,5 a 25,6 kilos por año. Otra manera de comprender este cambio es examinar el porcentaje de calorías en la dieta boliviana. El porcentaje de calorías que viene del arroz creció de 4,8% a 12,9%. En comparación, el porcentaje de calorías del trigo se redujo de 23,0% a 18,7%, de papas se redujo de 9,7% a 4,1% y de yuca se redujo de 3,6% a 1,8%. Este cambio fue acompañado por más consumo de aceite vegetal, que creció de 2,1% a 3,1% de las calorías.



Fuente: Elaborado con datos de la FAO, <http://faostat.fao.org/site/368/DesktopDefault.aspx?PageID=368>

Arroz, soya, girasol y caña de azúcar producen más GEI porque son producidos en tierras que a menudo fueron deforestadas. Además, la capa arable en estas tierras es muy delgada, entonces es necesario seguir deforestando tierra virgen para producir estos cultivos o aplicar muchos fertilizantes sintéticos, que producen muchos GEI.

El cambio de trigo, papas y yuca a arroz es preocupante, porque trigo, papas y yuca pueden ser producidos más cerca de los centros de población, pero la mayoría del arroz viene de unas pocas provincias en Santa Cruz, por lo que el arroz requiere mayor transporte y produce más GEI. Sin embargo, actualmente mucho trigo es importado, que sube su huella de carbono. También mucha papa viene de Perú o es de una variedad holandesa que es producida en Santa Cruz, tal que estas comidas también pueden venir de lejos.

El arroz en particular es un problema porque requiere mucha agua y su producción estaría amenazada si se produce trastornos en el régimen de precipitación. En el 2012-13, 20% menos arroz fue sembrado porque lluvias fuertes evitaron la siembra en noviembre. La producción de arroz boliviano está en duda si se produce un colapso del ciclo de aguas en la cuenca amazónica.

El cultivo mojado en arrozales pantanosos puede producir más toneladas por hectárea, pero también

genera más metano, porque metano se forma cuando materia orgánica se descompone sin oxígeno bajo el agua. El cultivo mundial de arroz genera 36 teragramos de metano por año, que es 11% de todo el metano producido por humanos ([IPCC AR5 2013](#), tabla 6.8). Un kilo de arroz producido en cultivos mojados emite entre 2,5 y 6,1 kilos de CO₂-eq ([Berners-Lee 2010](#), p. 216). En cambio, un kilo producido por cultivo seco produce menos de un kilo de CO₂-eq, que es similar a otros granos ([Gathorne-Hardy 2013](#)).

En Bolivia, 90% de las 150 mil hectáreas plantadas de arroz son cultivos secos, lo que es una de las razones por las que el promedio nacional es solo 2,7 toneladas por hectárea, pero la Federación Nacional de Cooperativas Arroceras (FENCA) está pidiendo apoyo gubernamental de precios para permitir el desarrollo de una agroindustria exportadora, lo que implicaría un cambio a cultivos mojados, los que causan más gases de efecto invernadero. ([El Cambio 2011-09-07](#); [El Día 14-02-2013](#))

Van Groenigen et al. ([2013](#)) predice que los GEI producidos por cada kilo de arroz se duplicaran para 2100, porque los arrozales pantanosos emitan más metano y producen menos en temperaturas altas. Además, la atmósfera del futuro tendrá más CO₂ en el aire, y este CO₂ estimula las plantas de arroz para emitir más metano.

La colonización de tierras bajas en Beni, Pando y Santa Cruz también ha subido la huella de carbono de la comida. A diferencia de las comunidades tradicionales que comían la comida de región, los nuevos inmigrantes en tierras bajas están comprando mucha comida que es transportada de lejos. La comida transportada por avión produce mucho más GEI que la comida que viene por barco o camión. Actualmente el TAM transporta verduras de La Paz para los colonizadores de Beni y Pando.

Otro cambio que emite más GEI es el reemplazo de los alcoholes caseros por la cerveza. Entre 1965 y 2009, el consumo per cápita de cerveza subió 370%, de 6,6 a 31,0 kilos por año. La cultura alcohólica de Bolivia ha abandonado los alcoholes caseros como la chicha, el guarapo y la guarapiña y ha adoptado crecientemente la cerveza embotellada en fábricas y transportada de lejos. Igualmente, el pueblo consume más gaseosas y agua embotellada que antes. Estos cambios en bebidas gastan más energía en el transporte y producen más GEI. Mucha energía es gastada para calentar arena y formar el vidrio de botellas de cerveza y gaseosas. La fabricación de botellas de vidrio produce aproximadamente 0,6 kilos de CO₂ por cada kilo de botella.

En comparación, la fabricación de botellas de PET produce 2,3 kilos de CO₂ por cada kilo de plástico PET ([TriplePundit 2007-03-05](#)), pero un kilo de plástico se puede producir más botellas que un kilo de vidrio. Se gasta menos energía para transportar botellas de plástico, pero muchas botellas de plástico no son reutilizables. Las botellas de plástico PET pueden ser recicladas, pero energía es gastada en la recolección y el reciclaje del plástico y el reciclaje degrada la calidad del plástico, por lo que PET virgen es mezclado con PET reciclado para formar nuevas botellas.

Tradicionalmente la mayoría de la comida boliviana fue hervida, pero ahora hay más uso de aceite vegetal para freír la comida y tostar el arroz y fideos. Este cambio es preocupante porque la soya y girasol con los que se produce el aceite causan deforestación y el uso excesivo de aceite perjudica la salud humana. En muchos países no es necesario tostar el arroz en aceite, porque el arroz es vaporizado (parbolizado), lo que hace el grano más duro y pasa mucha nutrición de la cáscara al grano. Políticas pueden ser introducidas para promover la vaporización del arroz y el consumo de arroz integral y fideos de trigo integral, los que no necesitan ser tostados en aceite antes de cocinarse.

Las iniciativas del gobierno para promover soberanía alimentaria y reducir las importaciones alimentarias, especialmente de trigo y aceite, son buenas propuestas para reducir la huella de carbono de la dieta boliviana, en cambio, otras iniciativas gubernamentales que buscan estimular la exportación

de alimentos como soya y quinua tienen el efecto opuesto de producir más GEI. Actualmente el gobierno ofrece subsidios para controlar el precio de pan, pollo, azúcar y leche ([CNI Noticias 2014-01-23](#)) y a menudo actúa para bajar el precio de carne de res. Azúcar, pollo y carne de res producen mucho GEI y el pan blanco y azúcar tiene poco valor nutritivo. Los subsidios deben ser cambiados para promover el consumo de granos integrales y comida con menos impacto ambiental.

Políticas pueden ser desarrolladas para promover una dieta basada en productos orgánicos y locales, pero deben ser acompañadas también por políticas para reducir el consumo de productos que causan deforestación y emiten muchos GEI, como la carne de res, pollo, huevos, arroz, soya, girasol, caña de azúcar y coca.

7. Construcción y cemento

La construcción de la casa tradicional de adobe no tiene mucho impacto ambiental. La tierra y la paja para fabricar ladrillos de adobe generalmente son recogidos sin el uso de combustibles fósiles. El proceso de hacer el lodo utilizado en los ladrillos de adobe puede liberar carbono del suelo, pero las emisiones son de mínimos. Solo la fabricación de las láminas metálicas utilizadas en el techo producen muchas emisiones.

El problema es que hoy en día la mayoría de las viviendas no son construidas de adobe, pero de ladrillos y mortero con columnas de concreto y barras de hierro. Los ladrillos no son elaborados de materiales locales, pero vienen de fábricas donde la arcilla en los ladrillos es transportada de lejos y es cocida a cientos de grados, que requiere alto consumo de energía. Si el combustible para cocer los ladrillos es biomasa, produce hollín para derretir los glaciares.

Bolivia está transformándose en un país urbano, con millones de inmigrantes del campo entrando las ciudades como El Alto, Cochabamba y Santa Cruz. Miles de nuevas viviendas son construidas cada año para acomodar estos inmigrantes, y muy pocas de estas nuevas viviendas urbanas utilizan adobe hoy en día, porque adobe requiere más mano de obra, pero tampoco es considerado de moda. Muchos inmigrantes recientes construyen una nueva vivienda en la ciudad, pero también expanden su vivienda en el campo. Bolivianos y bolivianas trabajando en el extranjero también mandan fondos para construir casas grandes para sus parientes. Además, crédito barato y un boom en el mercado inmobiliario ha alentado el sector de construcción en Bolivia. Ahora muchos edificios, especialmente centros comerciales y oficinas comerciales, son construidos para especular en el mercado inmobiliario.

Toda esta nueva construcción ha producido muchos GEI. Según la EDGAR 4.2 (2013), entre el 1990 y el 2008, las emisiones de construcción y fabricación crecieron un 116%, de 629,8 a 1.357,5 gigagramos de CO₂-eq. Igualmente, las emisiones de la fabricación de cemento y cal crecieron un 178%, de 234,6 a 651,9 Gg CO₂-eq. Estos dos sectores juntos produjeron 4,8% de las emisiones bolivianas en el 2008 (sin incluir el UTCUTS).

Para reducir estas emisiones campañas publicitarias pueden ser introducidas promoviendo el uso de adobe. Por ejemplo, es posible construir las columnas de concreto y barras de hierro para fortalecer una estructura, pero construir los muros entre las columnas con adobe. También es posible mezclar cemento con adobe para crear ladrillos con la misma fuerza que ladrillos cocidos de arcilla. Para incentivar el uso de adobe, hay que eliminar el subsidio de gasolina, diésel y GNV, para que ladrillos cocidos cuestan más que el mano de obra para crear ladrillos de adobe.

La fabricación de cemento portland produce muchos GEI. La trituración y calentamiento de caliza hasta 1450°C para formar cemento requiere mucha energía. Algunos tipos de hornos de cemento son más eficientes y producen menos emisiones, pero no pueden reducir la cantidad de CO₂ incrustado en

la caliza, que es liberado a la atmósfera. La fabricación de una tonelada de cemento portland emite 814 kilos de CO₂, pero produce aproximadamente un tonelada de CO₂ cuando la extracción y transporte de caliza están incluidos ([Monbiot 2006](#), p. 198).

Sin embargo, los romanos hace dos mil años construyeron la Roma antigua con el *cemento pozzolana*, que es un tipo de cemento hecho de ceniza volcánica encontrada en la Bahía de Nápoles. La fabricación del cemento pozzolana emite entre 80% y 90% menos GEI, comparado a cemento portland, porque es calentado a 750°C comparado a 1450°C y no tiene el proceso de calcinación ($\text{CaCO}_3 > \text{CaO} + \text{CO}_2$) que emite aproximadamente 500 kilos de CO₂ por cada 1000 kilos de cemento. Ceniza volcánica no es común en Bolivia, pero cemento pozzolana puede ser fabricado de geopolímeros (principalmente aluminio y sílice) que son componentes comunes en arcilla, desperdicios industriales y rocas sedimentarios. El cemento pozzolana se fija más rápidamente que cemento portland, es más fuerte, dura más tiempo, se encoge menos y tiene más resistencia a flamas. El Coliseo de Roma fue construido con cemento pozzolana, lo que demuestra la durabilidad de este tipo de cemento. ([Monbiot 2006](#), p. 198-202)

Lastimosamente, la industria constructora es muy conservadora y no está dispuesta cambiar a cemento pozzolana, aunque algunas cementeras ahora mezclan una porción de cemento pozzolana en el cemento portland. El cambio a otro tipo de cemento es considerado demasiado riesgoso, entonces el mercado privado no cambiará sin alguna intervención en el mercado o regulación gubernamental. En lugar de gastar \$us 519 millones para construir dos plantas de cemento portland en Oruro y Potosí, el gobierno puede construir plantas de cemento pozzolana y exigir que todas las obras públicas sea construidas con cemento pozzolana. También YPFB puede dejar de ofrecer gas a nuevas cementeras, que pretenden producir cemento portland.

8. La problemática de la deuda climática

La matriz ideológica tanto del partido gobernante como de la oposición esta basada en paradigmas desarrollistas. Los planes de desarrollo del partido gobernante pueden ser obstaculizados por los acuerdos vinculantes internacionales para reducir los gases de efecto invernadero, en caso se lleguen a acuerdos en un futuro. Para evitar la deuda moral y ética de reducir las emisiones de Bolivia, la administración de Evo Morales introdujo la idea de una *deuda climática* en las negociaciones internacionales de la UNFCCC y esta idea que ha sido apoyada por el Grupo de los Países Menos Adelantados y muchos grupos de sociedad civil en todo el mundo. La deuda climática consiste de dos partes: la *deuda de emisiones*, que es causada por el sobreconsumo del espacio atmosférico por países industrializados y la *deuda de adaptación*, que es la deuda que países industrializados deben pagar a países en desarrollo para cubrir los costos de adaptarse al cambio climático.

La deuda climática es descrita en estos términos:

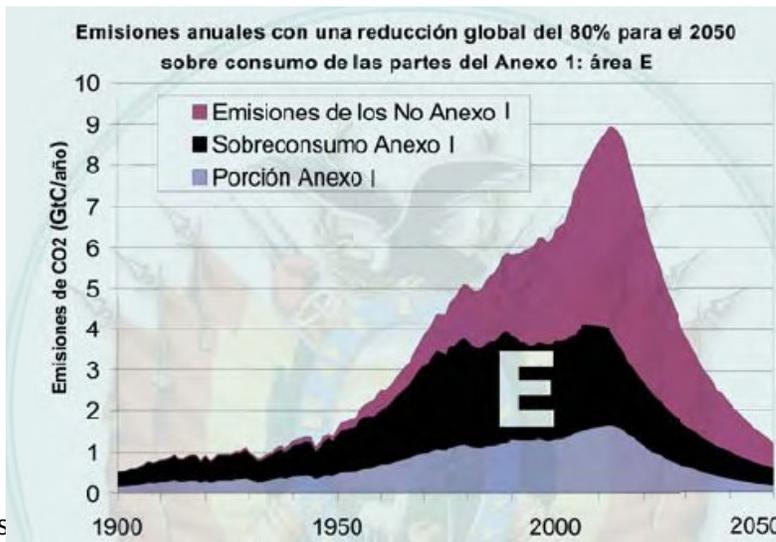
Considerando la capacidad limitada que tiene la Madre Tierra para la absorción de los gases de efecto invernadero, los modelos industriales han provocado que los países desarrollados donde habita el 20% de la población mundial sean responsables de cerca de tres cuartas partes de las emisiones históricas de estos gases; privando de esta manera a los países en desarrollo del espacio atmosférico al que tienen derecho bajo los principios de equidad e igualdad, limitando así su potencial de desarrollo. Esta sobreutilización del espacio atmosférico se traduce en el concepto de la “deuda de emisiones”.

Debido a la desproporcionada emisión de gases de efecto invernadero, los países en desarrollo están condenados a enfrentar los efectos de los cambios climáticos y obligados a afrontar sus impactos, además de implementar medidas de adaptación aún sin ser responsables de su causa. Estas obligaciones emergentes significan el menoscabo de la capacidad de asegurar a su población

un nivel de vida digna, en aras de conservar una frágil estabilidad. En consecuencia, los países desarrollados tienen una “deuda de adaptación” a favor de los países en desarrollo. La suma de ambas deudas, la deuda de emisiones y la deuda de adaptación, componen la denominada “deuda climática”... (PNCC 2009b, p. 91-2)

Esta descripción está acompañada por un gráfico demostrando la deuda de emisiones en la área E (en negro), que representa las emisiones de los países del Anexo 1 (la mayoría de los países desarrollados), que corresponde a los países que no son parte del Anexo 1 (países en desarrollo), los que tienen el 80% de la población mundial.

Este gráfico y el cálculo de que "países desarrollados donde habita el 20% de la población mundial sean responsables de cerca de tres cuartas partes de las emisiones históricas" están basados en los datos del Carbon Dioxide Information and Analysis Center (CDIAC), que ha



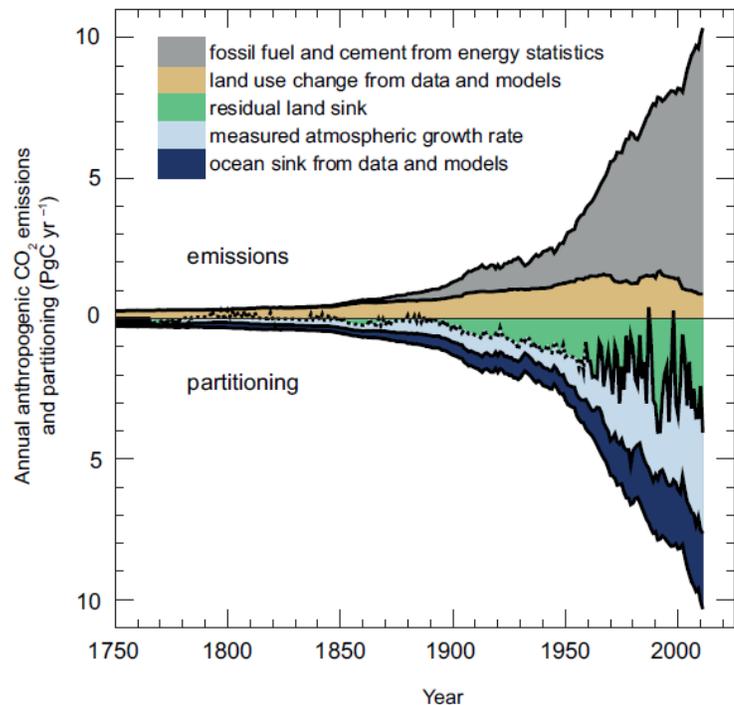
Fuente: Programa Nacional de Cambios Climáticos (2009), *Segunda Comunicación Nacional*, p. 92.

calculado las emisiones históricas desde el año 1750 cuando comenzó la primera revolución industrial en la Gran Bretaña. Según el CDIAC, el mundo emitió 1.337,5 gigatoneladas de CO₂ entre los años 1751 y 2010. En comparación CDIAC calcula que Bolivia sólo emitió 0,3318 gigatoneladas de CO₂ o 0,025% de las emisiones globales. (Boden et al. s.f.) Ya que Bolivia actualmente tiene 0,15% de la población mundial (ONU 2011), parece que Bolivia tendría el derecho de emitir más GEI.

El problema con este cálculo es que el CDIAC sólo incluye las emisiones de CO₂ producidas por combustibles fósiles y la fabricación de cemento, los que representan solo un décimo de las emisiones bolivianas en 2004, según el PNCC. Además, el CDIAC asume que todo el gas extraído es quemado para formar CO₂, pero Howarth et al. (2011) estima que 1,7%-6,0% de gas convencional se escapa como metano directamente a la atmósfera. Según los números de la Agencia de Protección Ambiental (EPA), 3,2% del gas extraído en EEUU se escapa a la atmósfera (Lewis 2010-12-07).³⁶ En cambio, YPF reporta que solo 0,85% del gas extraído en Bolivia se escapa como venteo,³⁷ pero YPF tiene menos capacidad técnica que la EPA para medir los gases fugitivos.

El porcentaje de gas que se escapa al aire es importante porque aproximadamente 80% del gas natural es metano--un gas que causa 34 veces más calentamiento por gramo que CO₂ en un plazo de 100 años (IPCC AR5 2013). Si asumimos que 3% de los 5,03 trillones de pies cúbicos de gas que Bolivia extrajo entre 2000 y 2012 se escapó, entonces las emisiones de este gas extraído subirían de 275 megatoneladas de CO₂ a 324 megatoneladas de CO₂-eq (Batto 2013). Ya que el CDIAC no incluye las emisiones fugitivas de metano en sus cálculos y 82,4% del gas extraído en Bolivia es exportado,³⁸ poco de estos 5,03 trillones de pies cúbicos de gas está incluido en las emisiones que el CDIAC atribuye a Bolivia.

Además el CDIAC sólo calcula las emisiones de Bolivia desde el año de 1928, cuando comenzó la extracción de petróleo boliviano. Entonces el CDIAC está comparando las emisiones de 82 años en Bolivia a 261 años de los demás países del mundo. Es cuestionable si las emisiones de combustibles fósiles son tan importantes en términos históricos, porque el UTCUTS produjo más emisiones mundiales que los combustibles fósiles antes del 1950. Desde el 1750, UTCUTS ha producido aproximadamente la mitad de las emisiones que los combustibles fósiles y la fabricación de cemento. El IPCC ([AR5 2013](#), TS. 2.8.1) estima que el UTCUTS produjo 660 ± 293 Gt CO₂ entre el 1750 y el 2011 en el mundo, comparado a 1375 ± 110 Gt CO₂ que provinieron de combustibles fósiles y la fabricación de cemento.



Emisiones mundiales antropogénicas anuales, 1750-2011
Fuente: IPCC AR5 2013, TS.4.

8.1. Emisiones históricas de Bolivia

Es muy difícil estimar las emisiones de UTCUTS producidas antes de las fotos satélites, especialmente en países como Bolivia donde los archivos históricos proveen poca información relevante. Sin embargo, vale la pena observar que había emisiones significantes de GEI en lo que hoy es el territorio nacional de Bolivia, aunque no podemos estimarlas con exactitud.

Durante la época colonial temprana, había muchas emisiones en las zonas andinas, porque mucha tierra fue convertida al pastoreo de ovejas, cabras, vacas, asnos, mulas y caballos, desnudando la tierra de vegetación y causando erosión. Los cascos duros en las patas de estos herbívoros euroasiáticos causan más erosión y hacen más daños a las raíces de la vegetación que los camélidos nativos. Cabras y ovejas son especialmente destructivas porque cavan el suelo para extraer las raíces, lo que dificulta la recuperación de la vegetación y causa más erosión en los cerros empinados de los Andes. En cambio llamas y alpacas tienen patas suaves que no causan mucha erosión, pastan en una manera que deja intactas las raíces de su pasto y deambulan más ampliamente en su pastoreo, entonces la vegetación se recupera más rápidamente. El colapso de la población humana en los Andes fomentó la conversión de más tierras a pastoreo porque requería menos mano de obra que la agricultura.

La degradación de suelos andinos por herbívoros euroasiáticos probablemente soltó mucho carbono que fue guardado en estos suelos. El suelo mundial actualmente guarda aproximadamente 1500-2400 Gt de carbono, comparado a 829 Gt en la atmósfera y 420-620 Gt en la vegetación ([IPCC 2013](#), fig. 6.1). Un estudio de suelos andinos indica que la cantidad de carbono orgánico en el suelo aumenta con la elevación en ambientes áridos. Tierras plantadas con papa en altiplanicies andinas contienen 6,8% de carbono en el suelo y tienen una reserva de carbono de 47 megagramos de carbono por hectárea ([Segnini et al. 2011](#)). La degradación de este tipo de tierra altoandina probablemente emitió mucho CO₂ en los Andes. La denudación de vegetación redujo la capacidad de absorber CO₂ de la atmósfera. Además, el aumento masivo de rumiantes domesticados durante la colonia y la república aumentó las

emisiones de metano producidas por la fermentación entérica y el metano y óxido nítrico producido por estiércol.

Durante la colonia y la república, grandes extensiones de bosques andinos fueron talados, eliminando árboles nativos como la kishuara, la kehuiña y la cantuta. Algunos de estos bosques fueron convertidos a tierras de pastoreo y otros fueron replantados con eucaliptos y pinos, porque estos árboles crecen rápidamente y tienen troncos altos y rectos, que fueron requeridos en la construcción y la minería. Además, muchos arbustos nativos como la thola y la yareta fueron desmontados y quemados para el pastoreo de rumiantes eurasiáticos. Grandes reservas de carbono guardadas en los bosques y arbustos nativos fueron emitidas al aire debido a la tala y la conversión a pastoreo.

En las zonas donde árboles nativos fueron reemplazados por eucaliptos y pinos, la capacidad de la tierra para absorber y guardar carbono probablemente fue reducida. Eucaliptos y pinos crecen rápidamente para absorber más carbono y tienen troncos anchos y altos para guardar el carbono absorbido. Sin embargo, bosques de eucaliptos y pinos tienen menos vegetación porque las hojas de eucaliptos y las agujas de pinos emiten químicos para prevenir otras especies de árboles. Además estos árboles absorben mucha agua, lo que seca el suelo y reduce la vegetación a su alrededor. En el largo plazo, bosques de eucaliptos y pinos reducen el carbono orgánico guardado en el suelo ([Fernández 1987](#)), lo que es importante porque más carbono es guardado en el suelo que en la vegetación en tierras altas.

Además, muchos de los bofedales altoandinos, especialmente en Oruro, fueron drenados durante la época colonial. Cuando la población creció y la actividad agraria y minería se expandieron rápidamente después de las reformas borbónicas en los años 1770, la destrucción de los bofedales probablemente se aceleró. Actualmente, bofedales cubren solo 1,14% del superficie de la cuenca en el Sistema Titicaca-Desaguadero-Poopó-Salar de Coipasa ([PNCC 2009a](#), p. 96).

La destrucción de bofedales altoandinos es significativa porque los humedales son la tercera fuente más grande de emisiones de CO₂, después de combustibles fósiles y deforestación. Aunque humedales actuales cubren solo 6% de la superficie terrestre en el mundo, contienen 771 gigatoneladas de CO₂-eq, que es casi igual a todos los GEI en la atmósfera. Aunque los bofedales altoandinos guardan menos carbono por hectárea que los humedales tropicales, no debemos subestimar las emisiones causadas por el drenaje de los bofedales altoandinos.

Pocos conquistadores europeos entraron a la cuenca amazónica boliviana, pero sus enfermedades llegaron y despoblaron la región en el siglo 16. Los pueblos amazónicos no dejaron grandes monumentos de piedra como los Incas en las tierras altas, pero las represas, las líneas elevadas de tierra y las grandes expansiones de tierras cultivadas indican que había millones de habitantes en zonas tropicales. El colapso de la población humana causó una expansión del bosque tropical durante el coloniaje temprano, que probablemente absorbió muchas emisiones adicionales producidas por herbívoros euroasiáticos y la tala de bosque nativos en las zonas andinas.

Sin embargo, el colapso de la población también causó el abandono de prácticas ecológicas en la agricultura. En tiempos precolombinos, los pueblos amazónicos fertilizaron sus campos cultivados con *biochar*, que es biomasa mojada (vegetación y estiércol) que es parcialmente quemado a bajas temperaturas y poco oxígeno y enterrado antes que pueda convertirse en ceniza y humo. Esta práctica de enterrar el *biochar* produce pocas emisiones de GEI y fortalece el carbono orgánico, nitrógeno y los nutrientes en el suelo para que pueda ser plantado año tras año; entonces, había poca destrucción de bosque virgen durante los tiempos precolombinos. El suelo donde *biochar* ha sido enterrado tiene un color más oscuro y es llamado *terra preta* en portugués. ([Mann 2005](#), cap. 9) Lastimosamente, la producción y entierro de *biochar* requería mucho mano de obra, por lo que la práctica fue abandonada

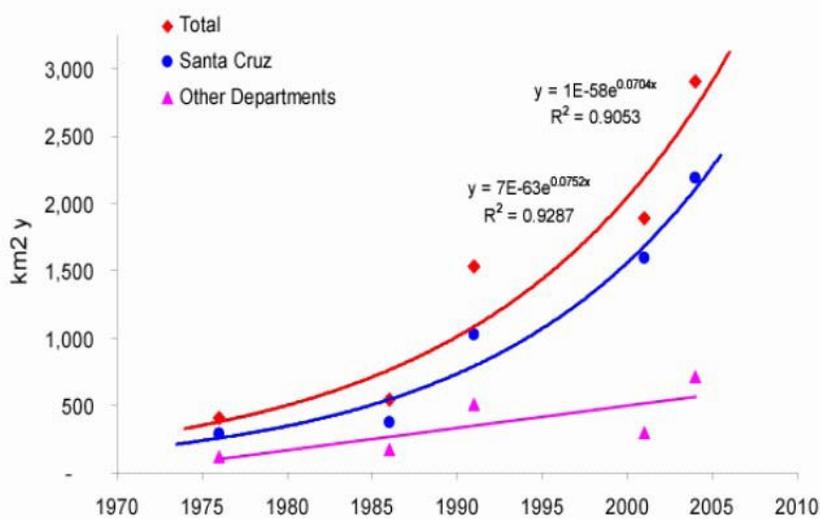
cuando la población indígena colapsó en el siglo 16.

Desde entonces, los agricultores amazónicos han utilizado el *chaqueo*, que es la quema de tierras agrarias para fertilizarlas, práctica que produce GEI. La capa arable en zonas tropicales es muy delgada y rápidamente gastada después de pocos años de cultivo si no hay vegetación para renovarla. Entonces hay que trasladarse a otro bosque virgen y seguir con el ciclo vicioso de talar y quemar. La introducción de hachas de acero redujo la labor necesaria para talar bosque virgen y facilitó este cambio en la agricultura tropical. La deforestación hecha por agricultores amazónicos fue balanceada por el recrecimiento de bosque en campos abandonados, pero esto no significa que no había emisiones. El hollín producido por los incendios agrarios probablemente afectaba el derretimiento de glaciares y la formación de nubes de lluvia. Aunque incendios agrarios no producen calentamiento en el corto plazo, el CO₂ y N₂O (y el metano que se convierte a CO₂) pueden quedar en la atmósfera por siglos. La mitad de CO₂ emitido a la atmósfera es absorbido por la tierra dentro de los siguientes 25 años, pero casi 20% permanece en la atmósfera después de 500 años ([Hansen et al. s.f.](#), p. 8), entonces el CO₂ emitido por incendios sigue causando calentamiento en el largo plazo.

Durante las guerras de independencia había poco comercio y un colapso de la minería, lo que probablemente produjo una reducción en las emisiones en las zonas andinas que continuaba en la república temprana hasta los años de 1870; cuando la minería empezó de recuperarse en Bolivia, el drenaje de bofedales altoandinos aceleró y los latifundios se expandieron. A pesar de la falta de industria durante la república temprana, el *chaqueo* y el pastoreo de rumiantes con digestión entérica continuaban, entonces las emisiones per cápita probablemente fueron más en Bolivia que en Europa Occidental durante el siglo 19. El número de animales por persona en Bolivia fue más que en Europa.

En el siglo 20, hubo una expansión rápida de la población. El gobierno boliviano ha mantenido una política para fomentar la colonización de los Yungas desde los años 40 y de Santa Cruz desde los años 50. La colonización de Santa Cruz conllevó deforestación, la que ha crecido cada década desde los años 50. Tierras les fueron ofrecidas a inmigrantes japoneses y menonitas. Durante la dictadura, el gobierno repartió latifundios en Santa Cruz a sus partidarios. La deforestación se aceleró substancialmente durante los fines de los años 80 cuando colonos altoandinos migraron al Chaparé y en los años 2000 cuando la exportación de soya creció.

Las políticas actuales, que ignoran la deforestación ilegal y ofrecen amnistía por la deforestación pasada han fomentado mayor deforestación. La venta de tierra virgen barata y el subsidio al diesel han reducido los costos de cultivar soya y han fomentado la inmigración de agroindustriales brasileños en Santa Cruz, donde la deforestación ha crecido en forma exponencial desde los años 70 ([Killeen et al. 2007](#)).



Deforestación anual en Bolivia

Fuente: Tim Killeen et al. (2007) "Thirty Years of Land-cover Change in Bolivia." *Ambio*, 36(7): 600-606.

8.2. Absorción histórica de CO₂

Está claro que actualmente el pueblo boliviano está produciendo muchas más emisiones de las que la tierra boliviana es capaz de absorber. Según los datos del PNCC, el territorio boliviano absorbió 18,27 megatoneladas de CO₂ o 16,6% de las emisiones bolivianas en el 2004. Sin embargo, para examinar la cuestión de una "deuda de emisiones" hay que examinar tanto las emisiones históricas como las absorción histórica de esas emisiones.

Basado en el CO₂ absorbido en el año 2004, podemos hacer un cálculo aproximado de la absorción histórica de Bolivia. Considerando que 14,1% de la cuenca amazónica boliviana ha sido deforestada ([Killeen s.f.](#)) y mucho suelo altoandino ha sido degradado, añadimos 15% extra absorción por año en el pasado. Entre 1950 y 2004, este 15% está reducido en forma lineal para reflejar la deforestación en el oriente que comenzó en los años 50s. Así podemos calcular en forma muy cruda que el territorio boliviano ha absorbido 5,3 gigatoneladas de CO₂ entre 1751 y 2004.

No podemos calcular las emisiones históricas de Bolivia, pero hay mucha evidencia para sugerir que había emisiones significativas en el pasado boliviano. La idea de una *deuda de emisiones* está basada en la distribución equitativa de emisiones por población, entonces debemos

enfocarnos más en las emisiones y absorción histórica per cápita. La población boliviana se mantuvo pequeña durante los siglos 18 y 19, por lo que las emisiones per cápita probablemente fueron altas. Sin embargo, la absorción per cápita también fue alta. En el 1846, cuando la población boliviana era de 1,4 millones, la absorción fue 15,2 toneladas per cápita. Si bien la pequeña población boliviana había causado mucha destrucción de bosques nativos y suelos altoandinos y había criado muchos rumiantes, que produjeron GEI por su fermentación entérica y estiércol, estas altas emisiones per cápita fueron acompañadas por alta absorción de CO₂ per cápita.

8.3. El riesgo de la deuda climática

Actualmente el Mar Pacífico está en la fase de la Niña, que absorbe calor y reduce las temperaturas en la atmósfera. Un estudio de los flotantes Argo estima que los mares actualmente absorben 93% del calor en el planeta (Levitus et al. 2012). El calor guardado en el Mar Pacífico será emitido eventualmente a la atmósfera en fases futuras del Niño, subiendo temperaturas y aumentando la probabilidad de sequías extremas en el Amazonas que emitirá grandes cantidades de carbono. Hay una correlación entre las fases del Niño y sequías en el Amazonas. Igualmente, existe una correlación entre temperaturas altas en el Mar Atlántico entre las Antillas y África y sequías en el Amazonas ([Nepstad et al. 2008](#), p. 1740).

Modelos climáticos predicen que las temperaturas extremas de años como 2005 y 2010 ocurrirán regularmente en el 2100. En tal caso, la cuenca amazónica boliviana será un emisor a gran escala, especialmente si hay un trastorno del ciclo de agua que reduzca las lluvias y el bosque tropical empiece a morir. Se predice que una deforestación de más de aproximadamente 30% del bosque amazónico provoque una reducción en las lluvias ([Nepstad et al. 2008](#), p. 1740). Un estudio del Banco Mundial,

Absorción histórica de CO₂ en Bolivia

Año	CO ₂ absorbido (MTn)	Población boliviana	Ton. CO ₂ por persona
1751	21,0		
1846	21,0	1.378.896	15,2
1900	21,0	1.633.610	12,9
1950	21,0	3.091.031	6,8
1976	19,7	4.647.816	4,2
1992	18,9	6.420.792	2,9
2001	18,4	8.274.325	2,2
2004	18,3	8.982.917	2,0
Total 1751-2004	5.259,9		

Notas: Proyecciones basadas en el CO₂ absorbido en 2004. Entre 1751-1950, asume 15% extra absorción por año comparado al 2004. Entre 1951-2003 este 15% es reducido en forma lineal.

Fuente: Cálculos propios con datos de: UNFCCC, <http://unfccc.int/di/DetailedBy>; World Population Prospects: The 2012 Revision, ONU <http://esa.un.org/unpd/wpp/unpp/p2k0data.asp>; Herbert S. Klein, *Historia de Bolivia*, 3a ed. La Paz: Liberia Editorial "Juventud", 2002, p. 339.

que integra los efectos combinados de deforestación, cambio climático e incendios predice que 20% deforestación es suficiente para provocar el trastorno del ciclo hídrico y el comienzo de la muerte progresiva del bosque ([Vergara y Scholz, eds. 2011](#)), lo que es preocupante porque 13,1% del bosque amazónico ya está deforestado ([Killeen s.f.](#)).

El argumento que Bolivia tiene el derecho de emitir más carbono hoy porque sus bosques absorbieron mucho carbono en el pasado es muy riesgoso, porque el carbono guardado por estos bosques en el pasado puede ser emitido en el futuro cuando los mismos bosques empiecen de morir. Si Bolivia debe recibir crédito por el carbono guardado por sus bosques tropicales en el pasado, por la misma lógica Bolivia debe pagar cuando estos bosques se conviertan en un gran emisor de carbono en el futuro. Los bosques de Bolivia contienen aproximadamente 9,19 gigatoneladas de carbono ([IPCC 2006](#); [Gibbs et al 2007](#)). Si todo este carbono es soltado como CO₂, Bolivia sería responsable por 33,70 gigatoneladas de CO₂ en emisiones.

Igualmente, el argumento que Bolivia debe tener el derecho de emitir muchos GEI hoy en día porque los países industrializados tuvieron altas emisiones en el pasado es muy riesgoso. Algunos países en desarrollo pueden emplear este argumento sin problema, pero la historia de Bolivia sugiere que sus emisiones también fueron substanciales con relación al tamaño de su población. Hasta ahora estos argumentos no han sido tomados en serio en las negociaciones internacionales, pero si el gobierno actual sigue demandando que los países industrializados paguen su deuda climática, las emisiones históricas de cada país serán investigadas para cuantificar la deuda. No estamos seguros sobre si Bolivia sería un deudor o acreedor si investigadores tratan de cuantificar el carbono emitido por el *chaqueo*, el pastoreo de herbívoros que ha degradado los suelos andinos y la destrucción de bosques nativos y bofedales en el pasado.

De todos modos, es difícil argumentar que otros países le deben a Bolivia una "deuda climática", cuando el gobierno no ha calculado las emisiones nacionales en la última década desde el 2004 y no ha estimado los GEI que fueron emitidos y absorbidos históricamente por la tierra boliviana. Igualmente, es difícil tomar en serio la "deuda ecológica" que otros países le deben a Bolivia, cuando observamos la deforestación y los incendios adentro de Bolivia y los pocos recursos dedicados para monitorear y controlar estos problemas. Las prioridades del gobierno actual están claras cuando hay fondos disponibles para lanzar satélites, pero no hay fondos para realizar estudios de imágenes satélites para cuantificar la deforestación y los incendios en Bolivia.

En vista de los altos niveles de emisiones actuales, es irresponsable planear más proyectos de desarrollo sucio y echar la culpa a otros países para justificar aún más emisiones. En lugar de mas declaraciones vacuas acerca de los derechos de la *Pachamama*, necesitamos planes reales para reducir nuestras propias emisiones para vivir en armonía con la *Pachamama*. Para *vivir bien* en el espíritu de *suma qawsay* y *suma qamaña*, no podemos seguir con planes hacia el desarrollo sucio.

8.4. El uso problemático de la deuda climática

No podemos determinar si Bolivia verdaderamente tiene una "deuda de emisiones", porque no hemos estimado las emisiones históricas de Bolivia. Sin embargo, no debemos asumir sin más estudio que Bolivia automáticamente merece una "deuda de emisiones". De todos modos, es irresponsable hacer demandas de lo que países industrializados deben a Bolivia, en negociaciones internacionales de la ONU sin realizar mayores esfuerzos para cuantificar las emisiones y la absorción histórica de Bolivia.

Si la idea de una deuda climática fuese creada para financiar proyectos de mitigación en Bolivia, no sería una mala idea, a pesar de que hay dudas acerca de su certidumbre histórica. Una deuda climática puede ser un buen mecanismo para: 1) construir plantas de energía eólica y solar en lugar de

termoeléctricas de gas y megahidroeléctricas, 2) producir *biochar* en lugar de utilizar el *chaqueo* y construir una fábrica de urea para producir fertilizantes químicos, 3) construir una fábrica de cemento pozzolana en lugar de cemento portland, 4) aumentar el presupuesto para vigilar y sancionar la deforestación y 5) implementar una esquema de compensación para el mantenimiento de bosques existentes. Lastimosamente, la deuda climática no tiene ningunos de estos objetivos o cientos de otros proyectos valiosos de mitigación que pueden reducir las emisiones bolivianas.

Lastimosamente, la *deuda de emisiones* ha sido utilizada para justificar el desarrollo sucio de Bolivia. Cuando Presidente Evo Morales presentó la idea en la ONU, especificó que la meta es fomentar el desarrollo de países como Bolivia. Pronunció en Copenhague en 16 de diciembre de 2009:

La segunda deuda climática es la devolución a los países en desarrollo del espacio atmosférico. No es posible que el espacio atmosférico sea de pocos países para su desarrollo, que los países con *industrialización irracional* han ocupado con sus emisiones de gases de efecto invernadero. Para pagar esta deuda de emisiones, deben reducir y absorber sus gases de efecto invernadero de forma tal que exista una distribución equitativa de la atmósfera entre todos los países, tomando en cuenta su población, porque *los países en vías de desarrollo requerimos de espacio atmosférico para nuestro desarrollo*. (énfasis añadido, [Morales Ayma 2010](#), p. 92)

El Presidente Evo Morales criticó duramente la "industrialización irracional" que le ha dañado a la Madre Tierra, pero es difícil distinguir entre desarrollo sucio practicado por países industrializados y el desarrollo sucio que la administración actual planifica hacer. (Ver la sección [Un país extractivista y exportador de recursos naturales](#)) El discurso es diferente, pero el efecto es el mismo.

En la *Segunda Comunicación Nacional del Estado Plurinacional de Bolivia ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático*, el gobierno boliviano utilizó la deuda climática para demandar reducciones altas de GEI en los países desarrollados y financiamiento y la transferencia de tecnología para los países en desarrollo:

Bolivia exige que se cumplan estrictamente hasta el 2012 los compromisos de los países desarrollados de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, de acuerdo a lo establecido en el Protocolo de Kyoto, es decir, al menos 5% por debajo de los niveles de 1990, y reclama que se establezcan los compromisos mínimos para el segundo periodo, establecido entre el 2013 y 2017, donde *Bolivia planteó que se reduzca más del 49% en relación a 1990, como parte del pago de la deuda climática...*

El Estado Plurinacional de Bolivia recuerda que los países en desarrollo no son responsables de la contaminación histórica, sin embargo *deben preservar el espacio necesario para implementar un desarrollo alternativo y sostenible* que no repita los errores del proceso de industrialización salvaje que nos ha llevado a la actual situación. Para asegurar este proceso, *los países en desarrollo requieren que los países desarrollados cumplan sus compromisos establecidos en la Convención sobre financiamiento y transferencia de tecnología*. (énfasis añadido, [PNCC 2009b](#))

El detalle clave de estas demandas es que el gobierno boliviano no está pidiendo reducciones de emisiones, financiamiento y transferencia de tecnología para que Bolivia pueda colaborar en la lucha internacional para lograr una meta de 1.5°C o 2°C de calentamiento. Para lograr 1.5°C, todos los países, incluso Bolivia, tienen que cambiar a una economía de cero carbono en 2050 y de emisiones negativas después. Para lograr 2°C, todos los países, incluso Bolivia, tienen que reducir sus emisiones para lograr una economía de cero carbono antes del 2100. A pesar de que se lo ha llamado "desarrollo alternativo y sostenible", las estadísticas acerca de la minería, extracción de hidrocarburos, deforestación, incendios agrarios, la exportación de soya, girasol, quinua y coca y los planes para expandir todos estos sectores demuestran que este no es "desarrollo alternativo y sostenible". Entonces, la demanda de la deuda climática en términos reales es que Bolivia pueda aumentar sus emisiones que ya son altas para seguir

con más desarrollo socio y además busca financiamiento y tecnología para lograr este desarrollo.

8.5. Un uso positivo de la deuda climática

El Secretariado de la UNFCCC estima que el mundo debe gastar aproximadamente 380 mil millones de dólares para la mitigación del cambio climático, entonces países en desarrollo como Bolivia que tienen pocos recursos económicos necesitan buenas estrategias para conseguir este financiamiento. La deuda climática, y su componente la deuda de emisiones, pueden ser una de estas estrategias, pero solo si es utilizando con el fin positivo de lograr la mitigación de emisiones y la transformación a una economía que es verdaderamente sostenible en términos ecológicos con cero emisiones netas de GEI en el largo plazo.

Hasta ahora, los países desarrollados han ignorado las demandas de Bolivia, pero la respuesta puede ser diferente si Bolivia presenta sus demandas en una forma que ofrezca beneficios para los países desarrollados. Por ejemplo, todo el mundo tiene interés en el mantenimiento del bosque amazónico porque es el segundo sumidero mundial de carbono, entonces Bolivia puede conseguir financiamiento para la protección de sus bosques.

La cuestión principal es si Bolivia puede conseguir este financiamiento sin recurrir a mercados de carbono y otros mecanismos que permiten a los países desarrollados evitar su responsabilidad, y no reducir sus propias emisiones. Es importante recordar que la mayoría de los proyectos para proteger bosques en el pasado han sido financiados sin utilizar mercados de carbono. Bolivia puede conseguir más fondos para la protección de sus bosques, pidiéndoselos a fondos de organizaciones internacionales ambientalistas, pero estas fuentes no cubren otros proyectos necesarios como la construcción de plantas eólicas y la agricultura orgánica basada en *biochar*.

Ahora, el mercado de carbono es el paradigma dominante para limitar emisiones, pero muchos expertos están cuestionando la eficacia de estos mercados y muchos activistas están denunciando la injusticia de los mercados de carbono, que permiten que países industrializados paguen para evitar la obligación de reducir sus propias emisiones. Con mucha razón, la administración actual ha cuestionado este paradigma y ha criticado la mercantilización de la naturaleza en países como Bolivia como una nueva forma de colonización, que viola los derechos de la Madre Tierra.

Sin embargo, no debemos perder toda esperanza, porque hay mucho reconocimiento en el mundo desarrollado de que los mercados de carbono no funcionan bien y tienden a causar fraudes. En los países desarrollados, que son los peores contaminadores, han surgido nuevas estrategias de mitigación sin recurrir a los mercados de carbono. James Hansen de la NASA en los EEUU ha propuesto la idea de *fee and dividend* (impuesto y dividendo), que recolecta impuestos sobre los combustibles fósiles en pozos y yacimientos, y los reparte a los nacionales del país. Así, cada país es responsable por sus propias emisiones y no puede evitar su responsabilidad ecológica a través de mercados de carbono. Esta idea fue incorporada en las leyes propuestas de Climate Protection Act y Sustainable Energy Act, introducidas en el senado norteamericano por Bernie Sanders y Barbara Boxer en febrero de 2013.³⁹ La provincia canadiense de British Columbia ha implementado un sistema de *fee and dividend* desde el 2008 con mucho éxito, reduciendo sus emisiones 8,9% en 4 años en comparación al promedio canadiense ([Elgie y McClay 2013-07](#), p. 4).

Australia exporta 300 millones de toneladas de carbón por año, pero el pueblo australiano ha sido damnificado por las sequías extremas causadas por el cambio climático, lo que ha transformado la opinión pública acerca de la necesidad de reducir su producción de carbón. En julio de 2012, Australia implementó un nuevo impuesto de \$23 (ahora \$24,15) por tonelada de carbón, que ha reducido las emisiones 8,6% en la generación eléctrica australiana en los primeros seis meses ([Australian](#)

[Broadcasting Corp. 2013-02-11](#)). Tradicionalmente, Alemania fue una economía sucia basada en energía de carbón, pero actualmente está invirtiendo \$us263 mil millones en energía renovable, lo que representa 8% de su producto bruto interno, para lograr la meta de generar 80% de su electricidad y 60% de su energía en total de fuentes renovables en 2050 ([Nicola 2012-03-19](#)).

Aunque estos cambios son mucho menos que los que son necesarios para frenar el calentamiento global, demuestran que Bolivia puede buscar aliados en países industrializados para promover soluciones alternativas que no estén basadas en mercados de carbono y la transferencia de emisiones de países desarrollados a países en desarrollo. Tal vez es muy optimista pensar que el paradigma dominante de mercados puede cambiar, pero sólo puede cambiar si movimientos progresivos en todo el mundo colaboran y no retroceden en sus posiciones.

En lugar de abogar por su derecho de emitir más GEI en las negociaciones internacionales de las COP (conferencias de partidos) de la UNFCCC, Bolivia debe ser un líder mundial en propuestas positivas para la mitigación--propuestas que concuerdan con el nuevo modelo desarrollo integral que Bolivia ha planteado para balancear las necesidades de su pueblo con la meta de vivir en armonía con la Madre Tierra.

9. Planes de adaptación y mitigación

9.1. Planes para la adaptación en Bolivia

Hasta ahora el estado boliviano ha enfocado principalmente en los impactos de cambio climático, los que en los últimos 10 años, han generado una pérdida al país de 800 millones de dólares, afectando a 300 mil familias bolivianas. Los planes elaborados para la adaptación al cambio climático por el Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC) fueron pocos discutidos en Bolivia y mucho menos implementados. El 2009, el Ministro de Medio Ambiente, René Orellana, observó los siguientes problemas en el desempeño del Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos (lo que el PNCC fue parte):

- Falta de suficientes recursos para concientización y actividades de difusión.
- Bajo conocimiento del cambio climático.
- Grandes pérdidas sociales y económicas debido a los impactos del cambio climático.
- Bajo conocimiento de metodologías para incorporar el cambio climático en los diferentes sectores. ([Flores B. et al. 2011](#), p. 32.)

Aunque la mayoría de bolivianos han escuchado hablar de cambio climático, pocos entienden bien las causas del cambio climático y menos aún entiendan la escala del problema. La primera parte del proceso de adaptación es la educación pública, para informar al público porque la adaptación es necesaria y como puede cambiarse la vida diaria.

Hubo muchas propuestas para utilizar el conocimiento tradicional e indígena para adaptarnos al cambio climático. El uso de una diversidad de cultivos y el conocimiento de nichos ecológicos puede ayudar adaptar la agricultura a los trastornos en el clima. La observación del mundo natural puede dar indicaciones acerca del clima futuro, para planificar mejor como sembrar y evitar la hambruna. Por ejemplo, Aymaras en el altiplano reportan que el llanto prolongado del zorro andino es señal de un año con alta ocurrencia de buenas lluvias. La floración del arbusto de thola indica que tipos de cultivos deben ser sembrados ([APCBolivia 2013-02-28](#)). La adaptación basada en el conocimiento tradicional e indígena es una idea que ha sido apoyada por Evo Morales, la Organización de Alimentación y Agricultura (FAO) en Bolivia, el Instituto Nacional de Innovación Agrícola y Forestal (INIAF) y muchas organizaciones indígenas, pero no ha habido mucha difusión de este conocimiento, aparte de

algunas conferencias y algunos proyectos limitados como el uso de camellones (surcos elevados en la agricultura altiplánica). La información detallada necesita ser publicada en un sitio web y en papel y expertos con este tipo de conocimiento debe ser contratados para realizar consultas en comunidades afectadas por el cambio climático.

Aunque la mayoría de conocimiento tradicional e indígena ofrece buenos ejemplos como vivir sin emitir muchos GEI, no todas las prácticas tradicionales son recomendables. Por ejemplo, la práctica del *chaqueo* para la fertilizar la tierra y la práctica tropical de trasladarse cada 3-4 años a nuevas tierras vírgenes no son prácticas que puedan ser parte de la adaptación al cambio climático.

De todos modos, hay que reconocer que el conocimiento tradicional es limitado a situaciones de cambios marginales en el clima. Después de 2030 científicos predicen cambios climáticos dramáticos que pueden estar más allá de la experiencia del conocimiento tradicional. Los moradores en las orillas del Lago Titicaca no tendrán mucha idea como adaptarse cuando su lago empieza a desaparecer, como predicen los estudios de los sedimentos del lago. Los agricultores del altiplano sureño no tendrán mucha idea de como seguir cultivando papa y quinua cuando haya sequías graves que imposibiliten la agricultura, como los modelos climáticos de la NASA predicen. Todo el conocimiento tradicional de agricultura tropical no servirá cuando no haya lluvia porque la evapotranspiración sea reducida y no haya baja presión suficiente sobre la cuenca para bombear agua del mar atlántico, como los modelos del Centro Hadley predicen.

El problema principal es que Bolivia está rápidamente transformándose en un país urbano. Bolivia necesita encontrar maneras para que la población urbana viva adentro de los límites ecológicos y el conocimiento tradicional e indígena no ofrece muchas pautas en este respecto. Por ejemplo, hoy en día la mitad de los cultivos mundiales son utilizados para alimentar animales. En el futuro los más pobres sufrirán de hambre si los más ricos insisten en su derecho de consumir mucha carne. En este contexto, hay que desarrollar una moralidad y una práctica de consumir menos carne para que todos puedan comer. Esta situación está muy lejos del conocimiento tradicional que es basado en un mundo de abundancia natural, y un mundo donde no existen estas cuestiones morales porque gallinas, puercos y vacas no compiten con los humanos por la misma comida.

9.2. Planes para la mitigación en Bolivia

Pocos de los programas presentados por el gobierno boliviano reducirían las emisiones de Bolivia en una forma substancial y algunos aumentarían las emisiones. Ningunos de estos planes contemplan el cambio sistemático que sería necesario para transformar a Bolivia a una economía de cero carbono en el largo plazo.

El Ministerio de Hidrocarburos y Energía ha presentado 3 programas para la mitigación de GEI en Bolivia. El primero es el programa gas natural vehicular (GNV), que busca convertir automóviles a un combustible que genera menos CO₂. Dos fondos gubernamentales fueron creados para la conversión de vehículos a gas y la recalificación y reposición de cilindros de gas natural. Desde el 2000, 288.519 vehículos bolivianos han sido convertidos para utilizar gas natural y 81.676 de estos fueron convertidos gratuitamente por el estado ([EEC-GNV 2014-01](#)). El gas natural vehicular consumió 50,406 miles de pies cúbicos de gas por día en el año 2011, que fue 17% del gas consumido en Bolivia ([MHyE 2012](#), s. 4.1.3.1, 4.1.4). El presupuesto del programa GNV fue de 153.118.765 bolivianos en la gestión 2013 (EEC-GNV, <http://www.eecgnv.gob.bo/node/35>).

La combustión de gas natural produce el 29% menos CO₂ que petróleo por joule de energía generado, entonces este programa debería reducir las emisiones en teoría, pero el porcentaje de gas natural que se escapa a la atmósfera no está incluido en el cálculo. Si 0,85% de gas escape (según los datos de la

YPFB), el gas natural+metano escapado produce el 6% menos CO₂-eq que petróleo. Si 3,2% de gas escape (según los datos de la EPA), el gas natural+metano escapado produce 57% más CO₂-eq que petróleo.⁴⁰ Entonces un vehículo a gas natural no es mejor que un vehículo a gasolina o diesel y probablemente es peor.

El único beneficio en términos ambientales es que los motores a gas natural no producen hollín como los motores a diésel, lo que es importante en ciudades que, como La Paz y El Alto, están cerca de glaciares. Sin embargo, la gran mayoría de vehículos convertidos han sido vehículos a gasolina, que no emiten mucho hollín. Entre el 2010 y el 2015, la meta del Ministerio de Hidrocarburos y Energía es subir el porcentaje de vehículos de gasolina que utilizan GNV del 16% al 40% y el porcentaje de vehículos de diésel que utilizan GNV del 0% al 30% (*MHyE 2011*, p. 75). Solo el programa para convertir vehículos de diésel a GNV tiene sentido en términos ambientales cuando está enfocado en ciudades cerca de glaciares.

De todos modos, es difícil justificar el costo del programa GNV por la cantidad de hollín reducida. Estos fondos serán más efectivos en programas para reducir el *chaqueo* y incendios de bosques y sabanas y distribuir cocinas especiales en el campo que reducen el humo de leña y bosta. Además, los bajos precios a los que YPFB vende el gas natural vehicular estimulan mayor uso de autos en Bolivia, porque el GNV cuesta menos del 50% del que la gasolina o el diesel (*EEC-GNV 2014-01*, p. 2),⁴¹ entonces, el efecto neto es más emisiones, especialmente en áreas donde hay más transporte privado y la demanda de combustible vehicular es elástica. El precio de combustible puede influenciar la decisión para conducir un auto particular o tomar transporte público en lugares como Santa Cruz y la Zona Sur de La Paz donde muchos habitantes tienen autos pero el transporte público también es una opción.

Si la meta es reducir las emisiones en el transporte, la medida más efectiva es prohibir el paso de vehículos particulares en los centros de ciudades donde transporte público y taxis están disponibles. Otra medida altamente efectiva sería eliminar el subsidio para el diésel y la gasolina y subir el precio del gas natural vehicular, pero seguir ofreciendo estos subsidios para el transporte público, entonces costaría considerablemente menos utilizar el bus comparado al auto particular. Lastimosamente, estas soluciones provocan mucha resistencia, lo que se hizo evidente con el gasolinazo, por lo que es necesario preparar el terreno político y negociar con los sindicatos de transporte antes de implementar estas medidas.

El segundo programa de mitigación del Ministerio de Hidrocarburos y Energía es el uso de focos ahorradores. El gobierno gastó 13.264.000 dolares para distribuir 6.662.979 focos fluorescentes, empezando en marzo de 2008. En otra distribución gratuita entre el 2011 y el 2012, el gobierno gastó 10.780.844 dolares para repartir 7.809.495 focos fluorescentes (*VMEEA s.f.*). El Viceministro de Electricidad y Energía Alternativa (VMEEA) estimó que uso de estos focos ahorra aproximadamente 72 megawatios de potencia eléctrica en el 2008 y los focos repartidos en el 2011-12 ahorraría 17,4 MW adicionales (*MHyE 2011*, p. 42, 108). Este total de 89,4MW de energía ahorrada representaba el 9% de la demanda eléctrica nacional (*Opinión 2012-03-09*). El reemplazo de focos incandescentes por focos fluorescentes ha sido exitoso, dado que los focos fluorescentes ahora son más utilizados en el país, pero la cuestión es si los bolivianos pagarán los costos elevados de los focos fluorescentes en el futuro.

El regalo periódico de focos ahorradores hace buena publicidad para los políticos, pero no es una buena medida para asegurar que el uso continuo de focos ahorradores. Muchos países como Argentina (2011), Australia (2008), Brasil (2013), Canadá (2014), China (2012), Cuba (2005), Estados Unidos (2012), Israel (2012), Malasia (2014), Noruega (2009), Suiza y la Unión Europea (2009) ha prohibido la importación y/o venta de algunos tipos ineficientes de focos incandescentes (*Wikipedia, acceso 2014-04-29*).

Políticas como estas deben ser introducidas en Bolivia para programar el fin de la venta de focos incandescentes y proveer un subsidio para reducir los costos de focos ahorradores para que el público pueda comprarlos. El gobierno también debe promover el uso de focos de LED blanco, que reducen el consumo eléctrico más que focos fluorescentes, pueden durar décadas y no contienen mercurio como los focos fosforescentes. Los focos de LED blanco cuestan mucho más, y no pueden ser regalados como los focos fluorescentes, pero un programa debe ser iniciado para utilizarlos en el alumbrado público y proveer un subsidio para reducir sus precios.

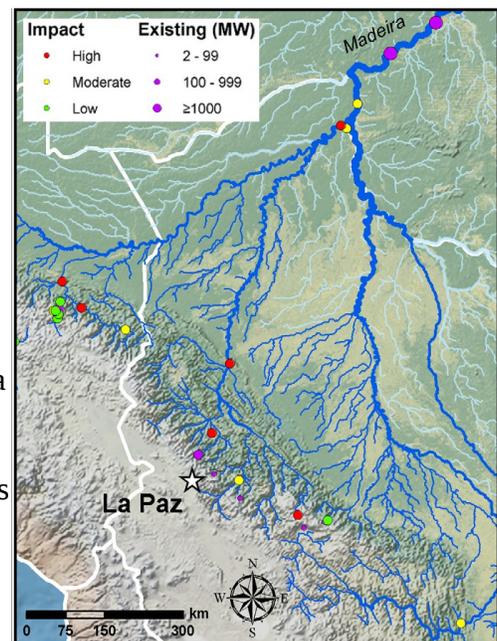
Tipo de foco	Focos incandescentes	Focos fluorescentes compactos (CFLs)	Focos de LED blanco
Vida útil	1.200 horas	8.000 horas	50.000 horas
800 lumens	60 watos	13-15 watos	6-8 watos
1600 lumens	100 watos	23-30 watos	16-20 watos
Calor emitido	85 BTUs/hora	30 BTUs/hora	3,4 BTUs/hora

Fuente: "Comparison Chart: LED Lights vs. Incandescent Light Bulbs vs. CFLs", <http://www.designrecycleinc.com/led%20comp%20chart.html>

9.3. Energía sucia de megahidroeléctricas

El tercer programa de mitigación del Ministerio de Hidrocarburos y Energía es la construcción de plantas hidroeléctricas y geotérmicas para generar energía renovable. Actualmente Bolivia tiene 25 hidroeléctricas con un total de 494 megawattios de potencia eléctrica, pero solo 5 son mayores de 30MW: Corani (54,0W), Santa Isabela, Corani (93,3W), Huaji, Zongo (30,1MW), Chojlla, Taquesi (39,6MW) y Yanacachi, Taquesi (55,7MW) (*AE 2013*, p. 17).

En agosto de 2009, el gobierno boliviano elaboró un plan para exportar electricidad a sus vecinos a partir del 2015. Planeó construir la hidroeléctrica Miguillas, La Paz (250MW) para abastecer a Perú, la hidroeléctrica Cachuela Esperanza, Beni (990W) para abastecer a Brasil y la planta geotérmica de la Laguna Colorado, Potosí (300MW, ahora 96,9MW) para abastecer a Chile (*FM Bolivia 2009-08-04; HCB 2009-08-02*). Estos planes fueron expandidos en la *Segunda Comunicación Nacional* a la UNFCCC (*PNCC 2009b*), en que el gobierno planeaba invertir 5.600 millones de dólares en los siguientes 10 años para construir las hidroeléctricas de San José, Cochabamba (127MW), Rositas, Santa Cruz (400MW, ahora 600MW) y El Bala, La Paz (1600MW), más las 2 hidroeléctricas y la planta geotérmica ya mencionadas. Además, el Presidente Evo Morales anunció planes en el 2009 para cambiar la matriz energética del país del 70% termoeléctrica y 30% hidroeléctrica a 30% termoeléctrica y 70% hidroeléctrica. Planeaba multiplicar por cuatro el poder generador del país, para tener 6000MW de capacidad eléctrica en el 2025, que puede doblar el consumo interno y vender 3000MW al extranjero (*ADN Radio 2009-08-02*).



Ubicación e impacto de hidroeléctricas en Bolivia. Fuente: *Finer y Jenkins 2012*.

A diferencia de estos planes para la energía hidráulica, YPFB elaboró sus propios planes en el 2009 para construir 21 nuevas termoeléctricas de gas dentro de una década ([YPFB 2009](#), p. 32-33). La mayoría de inversión desde el 2009 ha sido en termoeléctricas de gas que cuestan menos para construir y requiere menos planificación y traslado de habitantes, pero los planes siguen en marcha para construir más hidroeléctricas para explotar más de los 39.870MW de energía hidroeléctrica potencial en Bolivia ([ENDE 1987](#)). En total 11 hidroeléctricas ahora son planificadas, que costarán 11.415 millones de dólares y proveerán un total de 6.841 MW adicional de capacidad eléctrica,⁴² que es cuatro veces más que la actual capacidad nacional de 1.880MW ([AE 2013](#), p. 19-24).

Impacto ecológico de hidroeléctricas planificadas en la cuenca amazónica boliviana										
Proyecto	Potencia (MW)	Costo (MM\$us)	Elevación (msnm)	Estado	Fragmentación de vía fluvial	Nueva línea de transmisión	Nueva carretera	Otros factores	Población indígena	Impacto ecológico
El Yata, Beni	6	0,360	116	Planificado	Moderada	Sí	No		No	Moderado
Tahuamanu, Pando	6	15	224	Planificado	Moderada	Sí	No		No	Moderado
Pachalaca, LP	101	182,0	863	Avanzado	Alta	Sí	Sí		No	Alto
San Jose, CBBA	123,5	244,8	1801	Planificado	Baja	No	No		No	Bajo
Misicuni, CBBA	120	250	3696	Avanzado	Alta	Sí	Sí	Área protegida	Sí	Alto
Miguillas, LP	250	400	1021	Avanzado	Moderada	Sí	No		No	Moderado
Rositas, SC	600	900	466	Planificado	Alta	No	Sí		Sí	Moderado
Cachuela Esperanza, Beni	990	2.464	111	Planificado	Alta	Sí	No	Inundaciones, peces migratorios	No	Alto
El Bala, LP	1600	2.400	176	Planificado	Alta	Sí	Sí	Área protegida	Sí	Alto
Río Madera, Pando	3000	4.500	96	Planificado	Moderada	Sí	No	Inundaciones, peces migratorios	No	Moderado
Total	6.796,5	11.356,16		3A, 7P	1B, 4M, 5A	8 Sí, 2 No	4 Sí, 6 No		3 Sí, 7 No	1B, 5M, 4A

Notas: Misicuni en la primera fase: 80MW y \$130 millones. Unduavi, LP (45MW, \$59,2 MM) no fue evaluada por Finer y Jenkins.

Fuente: Finer y Jenkins 2012. Potencia y costos: <http://dams-info.org/es/>; El Deber 2012-12-08; Molina Carpio 2014-05-06; Bolpress 2005-10-24; HCB 2012-07-16; iAgua 2014-03-10; Los Tiempos 2013-08-10; La Razón, 2014-01-09; FM Bolivia 2009-10-07.

Según Finer y Jenkins ([2012](#)), solo una de estas hidroeléctricas puede ser considerada de bajo impacto en términos ecológicos. Nueve causarán fragmentación moderada o alta de la vía fluvial, y ocho requerirán nuevas líneas de transmisión. Cuatro requerirán la construcción de nuevas carreteras, lo que causará mucha deforestación.

El propósito de las hidroeléctricas planificadas en Ribeirao en el Río Madera, Cachuela Esperanza y El Bala es exportar electricidad para abastecer la demanda creciente de los países vecinos ([La Razón, 2013-01-08](#)). Hidroeléctricas como estas, en zonas tropicales, acumulan mucho material orgánico que se descompone anaeróbicamente en el agua profunda para formar metano. En un embalse normal este metano puede ser oxidado por bacterias para formar CO₂ cuando pasa por las aguas superficiales que contienen más oxígeno, pero en las hidroeléctricas las turbinas sacan el agua con metano del fondo del embalse sin dar tiempo para convertirse en CO₂. El agua que pasa por una turbina tiene un cambio brusco de presión y temperatura, que provoca la formación de burbujas de metano que suben directamente a la atmósfera. Además, el río abajo se presentan niveles elevados de metano hasta 30 km después de una hidroeléctrica tropical ([Kemenes et al. 2006](#)).

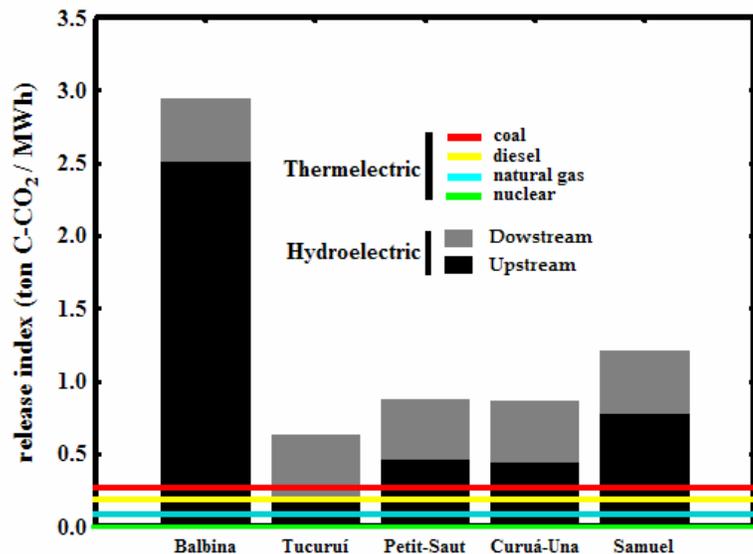
Muchos estudios de emisiones de hidroeléctricas sólo miden las emisiones del embalse (*upstream*), pero también es necesario medir las emisiones de la turbina y las emisiones en el río abajo de la represa (*downstream*). Las medidas oficiales del gobierno brasileño no incluyen las emisiones de las turbinas y el *spillway* abajo de las turbinas. Es difícil medir todas las emisiones de la turbina y el *spillway*, entonces es mejor medir la cantidad de metano y CO₂ en el agua profundo adentro del embalse y la diferencia en el río abajo. Varios estudios han medido las emisiones de los ríos abajo de hidroeléctricas tropicales, pero las emisiones de las turbinas sólo han sido medidas en las dos hidroeléctricas tropicales de Balbina, Brasil y Petit Saut, Guayana francesa. Balbina con solo 250MW de capacidad es uno de los

peores hidroeléctricas en el mundo, inundando un promedio de 1.770 km². Según Kemenes et al. (2011), Balbina emite 9,28 megatoneladas de CO₂-eq por año,⁴³ de las cuales 81% es de CO₂ y 19% es de metano. Balbina emite 10,6 kg CO₂-eq por kilowatio-hora de electricidad generada, que es mucho más que otras hidroeléctricas tropicales, que emiten entre 2.2 y 4.4 kg CO₂-eq/kw-h. En comparación termoeléctricas de gas emite 0,55 kg CO₂/kw-h, de diesel 0,76 kg CO₂/kw-h y de carbón 0,94 kg CO₂/kw-h (EIA 2014-04-17).⁴⁴ Entonces, una típica hidroeléctrica tropical emite entre 4 y 8 veces más emisiones que una termoeléctrica de gas por la misma cantidad de electricidad, pero estas emisiones pueden ser hasta 20 veces más si la hidroeléctrica inunda mucho terreno y acumula mucho material orgánico.

Además, los embalses en el Amazonas emiten 3 veces más óxido nítrico que el bosque que fue inundado. El suelo no inundado en el bosque amazónico emite 8,7 kg de N₂O por hectárea por año, pero un embalse amazónico emite 27,6 kg/ha/año (Fearnside s.f., p. 3, 10)

Lastimosamente, existe mucha propaganda promoviendo los beneficios ecológicos de energía hidroeléctrica en zonas tropicales. Esta propaganda es bien respaldada por estudios, que a menudo aparecen en las revistas científicas con revisión científica, pero muchos de estos estudios tienen vacíos en sus cálculos de emisiones, por lo cual es necesario evaluar la metodología de cada estudio. Según Philip Fearnside (s.f.), la gran mayoría de los estudios previos han subestimado las emisiones de hidroeléctricas tropicales en diferentes maneras:⁴⁵

1. No han estimado las emisiones de las turbinas y el *spillway*, con medidas encima o tomando la diferencia entre el CO₂ y metano en aguas profundas del embalse y el río abajo.
2. No han medido los niveles elevados de CO₂ y metano en el río hasta 30 km abajo de la hidroeléctrica.
3. No han medido las emisiones de N₂O, que pueden variar mucho entre diferentes embalses tropicales.
4. Han medido el metano y CO₂ en el agua, utilizando un botella de Ruttner, que permite que el gas escape. Medidas con botellas de Kemenes que no permiten el escape de gas han demostrado que aguas profundas de embalses tropicales tienen 34% más CO₂ y 116% más metano que medidas con botellas de Ruttner (Kemenes et al. 2011).
5. Muchos estudios utilizan las emisiones de pantanos tropicales para sobreestimar las emisiones antes de la construcción de una hidroeléctrica, pero las hidroeléctricas generalmente son construidas en tierras con caídas en elevación donde no hay pantanos.
6. La mayoría de estudios multiplican el metano por un factor de 21 (IPCC 1996), 23 (IPCC 2001) o 25 (IPCC 2007) para calcular el equivalente en CO₂, pero el IPCC AR5 (2013) ha determinado que metano debe ser multiplicado por un factor de 34.
7. De vez en cuando las aguas profundas suben a la superficie de un embalse tropical, soltando



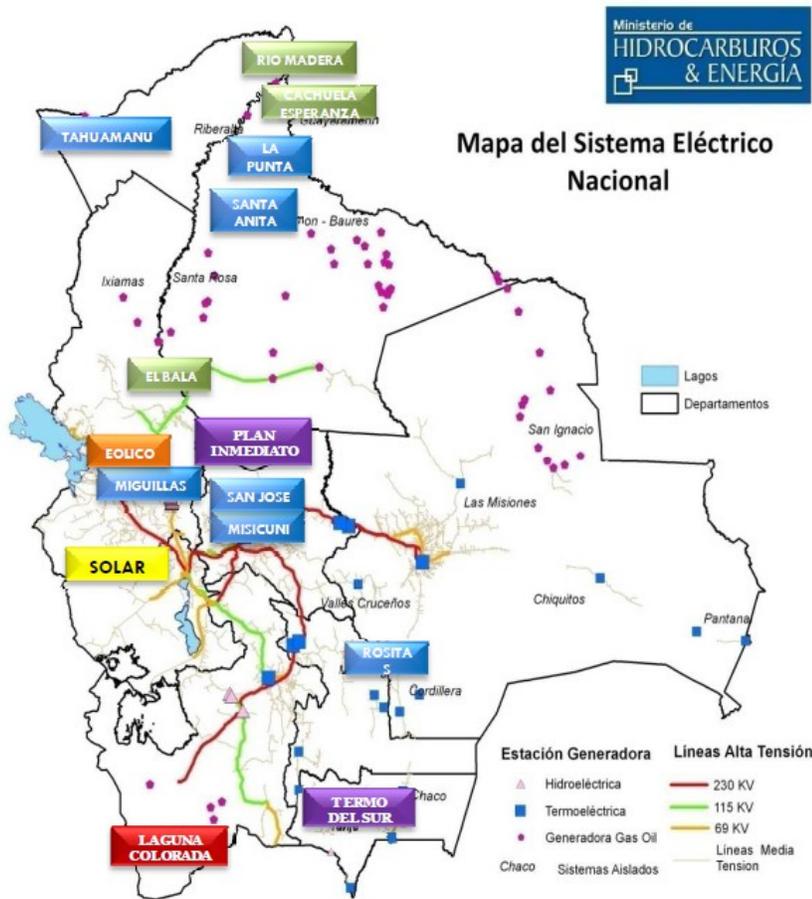
Emisiones de toneladas de carbono (incluye CH₄ en su equivalente) por megawatio-hora en hidroeléctricas amazónicas y termoeléctricas

Fuente: [Kemenes et al. s.f.](#); [Kemenes et al. 2008](#).

mucho metano, pero estas emisiones poco frecuentes generalmente no son medidas, entonces necesitan ser calculados con un factor de conversión de potencia. Los estudios de ELECTROBRÁS aplican mal esta conversión de potencia para reducir las emisiones 76%.

8. Los estudios a menudo no incluyen las emisiones que ocurren cuando el nivel de agua baja durante la estación seca (*drawdown*) y mucho materia orgánica acuática es expuesta al aire para descomponerse. Las emisiones de metano pueden subir hasta 20 veces más de lo normal durante estas temporadas ([WSU News 2012-08-08](#)).
9. Los cálculos de emisiones de hidroeléctricas existentes no incluyen las emisiones de biomasa que fue inundada durante la construcción de hidroeléctricas. Las emisiones pueden ser reducidas si esta biomasa es quemada antes de construir el embalse, pero hay biomasa y carbono en el suelo que no puede ser quitado por incendios y muchos árboles cerca de un embalse mueren porque sus raíces son inundadas cuando el nivel freático sube en la región. P. Fearnside calcula que en la construcción y las emisiones iniciales de las represas de Belo Monte y Babaquara en Brasil se emitirán 0,98 y 0,78 Mt de CO₂-eq, respectivamente.

La construcción de una hidroeléctrica tropical puede ocasionar mucha deforestación, especialmente si requiere la construcción de una nueva carretera. Las tierras deforestadas en zonas tropicales producen la mitad de la evapotranspiración que las tierras forestadas, lo que puede causar una reducción regional en las lluvias. Se predice que la deforestación causada por la construcción hidroeléctrica de Belo Monte en Brasil y la colonización en su alrededor reducirá el flujo de agua en la hidroeléctrica entre 6% y 36% ([Stickler et al. 2013](#)). En el largo plazo, los embalses en la cuenca amazónica pueden secarse si el efecto combinado de deforestación, incendios y cambio climático causa un trastorno en el ciclo de agua y la muerte progresiva del bosque amazónico. Entonces la mayoría de las megahidroeléctricas planificadas en la cuenca amazónica ofrecen altos riesgos y no deben ser construidas.



PROYECTOS

•HIDROELECTRICOS

DEMANDA INTERNA

EXPORTACION

•TERMoeLECTRICOS

DEMANDA INTERNA

•GEOTERMICO

•EOLICO

•SOLAR

Fuente: [VMEEA s.f](http://VMEEA.s.f). Energías Renovables y Eficiencia Energética en el Estado Plurinacional de Bolivia, p. 15.

Las hidroeléctricas en altas elevaciones no acumulan mucho material orgánico y no generan el mismo nivel de emisiones que en zonas tropicales, pero la construcción de una hidroeléctrica produce muchas emisiones porque consume mucho concreto y acero. La fabricación y transporte de estos insumos requieren mucha energía.

Las altas emisiones generadas en la construcción de una hidroeléctrica altoandina pueden ser justificadas en el largo plazo por la energía renovable que la hidroeléctrica genera. Si una hidroeléctrica altoandina depende de agua de los glaciares, su poder generativo puede ser reducido si los glaciares desaparecen según las predicciones, pero la gran mayoría del agua en hidroeléctricas andinas viene de lluvias y no depende del agua de glaciares. El problema es que la mayoría de hidroeléctricas andinas están en las laderas de la cuenca amazónica y pueden ser afectadas si hay un trastorno de lluvias en la cuenca en el largo plazo. Las pocas hidroeléctricas ubicadas en las laderas del altiplano también pueden ser afectadas si el altiplano empieza a ser más seco, como ocurrió en el pasado cuando las temperaturas subieron durante las épocas interglaciares. Es difícil estimar la posibilidad de un trastorno de las lluvias, pero hay otras fuentes disponibles de energía cerca de la mayoría de las ciudades bolivianas, entonces no hay mucha razón para correr los riesgos de hidroeléctricas.

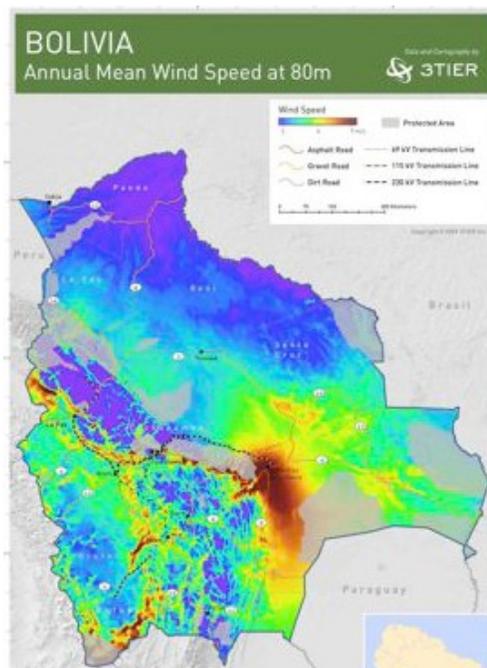
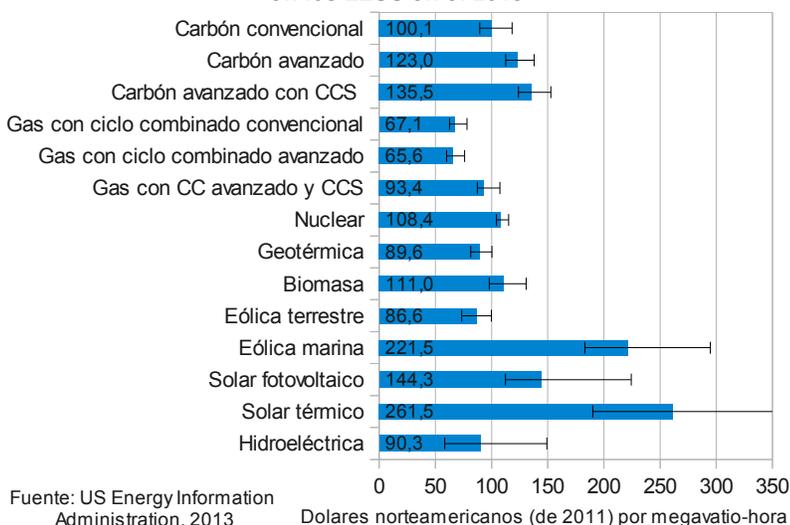
9.4. Energía eólica y solar

Las hidroeléctricas planificadas consumirán muchos fondos que pueden ser dedicados a la construcción de plantas eólicas, que son más sostenibles en términos ambientales. Las emisiones producidas en la fabricación de turbinas eólicas son pocas y a diferencia de hidroeléctricas no producen ningunas

emisiones en su operación.

Actualmente el costo por megawatio-hora de energía eólica es menor que el de la energía hidroeléctrica y está acercándose rápidamente al costo de la energía termoeléctrica a gas. Estudios de Australia, Francia y Inglaterra concluyen que actualmente el costo de energía eólica es menor que la energía hidroeléctrica y casi igual como la energía termoeléctrica a gas, pero el costo de gas es más alto en Europea y Australia que en Bolivia. El país que tiene costos más parecidos a Bolivia es los EEUU, donde gas es barato, la tierra para hidroeléctricas es barata porque está en tierras públicas y hay zonas en el suroeste con mucha irradiación solar como en Bolivia. Según la Administración de Información Energética de los EEUU, el costo promedio por megawatio-hora en nuevas plantas eólicas es \$us86,6, comparado a \$us90,3 en nuevas hidroeléctricas y \$us67,1 en termoeléctricas convencionales de gas ([EIA 2013-01-28](#)). Aunque la electricidad que proviene del gas cuesta 23% menos que la electricidad eólica, el costo de la electricidad eólica por megawatio-hora está cayendo 11% por año ([Bloomberg 2012-11-01](#)), entonces la energía eólica será más barata que energía de gas dentro de pocos años. Algunas de las hidroeléctricas planificadas tendrán costos muy elevados. La hidroeléctrica en Cachuela Esperanza costará \$us2.500 millones, inundará 690 km² y generará 990 MW a un costo de 6,5 por kw-h, lo que es 3 veces el costo actual de electricidad en el Sistema Interconectado Nacional ([Bolpress 2012-12-12](#)).

Costo nivelizado de energía de nuevos generadores en los EEUU en el 2018



Fuente: [3Tier 2009](#), p. II-5.

En lugar de planificar la construcción de hidroeléctricas que duran más de 7 décadas y termoeléctricas de gas que duran 3 décadas, Bolivia debe elaborar planes para construir plantas eólicas. Según 3Tier ([2009](#), p. II-5), un consultor energético, Bolivia puede desarrollar energía eólica en 4 zonas:

1. El corredor oeste-este entre La Paz, Cochabamba y Santa Cruz,
2. El corredor norte-sur al este de las ciudades de Oruro y al oeste de Potosí,
3. Al sur y este de la ciudad de Santa Cruz,
4. En Potosí en la frontera con Chile y Argentina.

Lastimosamente, la gran mayoría de inversión actual es dedicada a energía sucia proveída por termoeléctricas y hidroeléctricas, a pesar de sus impactos ambientales. En las últimas dos décadas, hubieron muchos anuncios de planes para construir plantas eólicas, pero pocas han sido realizadas. En los años 80, CORDEOR (Corporación de Desarrollo de Oruro) realizó talleres para fabricar molinos

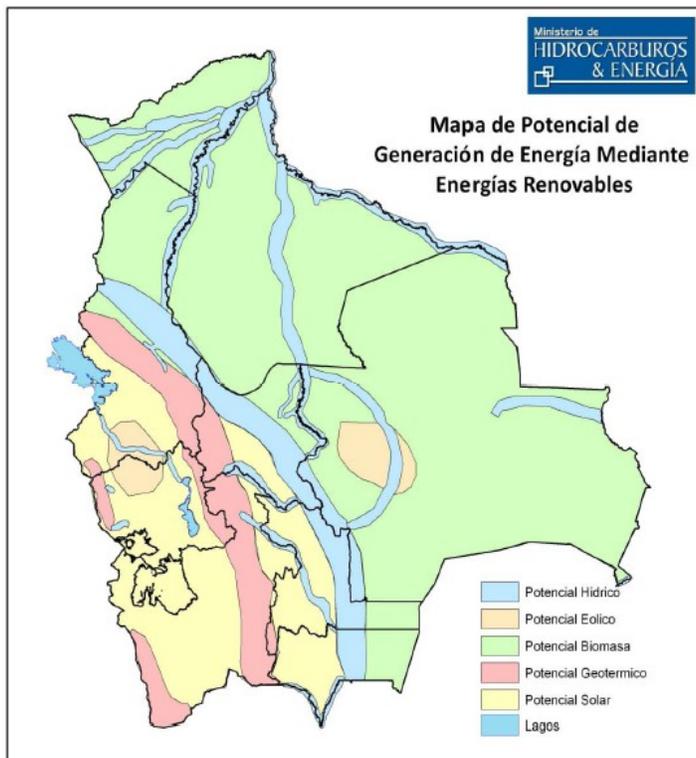
eólicos, que fueron instalados en varias comunidades en Oruro y Potosí para bombear agua. El Comité Central Menonita también difundió esta tecnología en Santa Cruz en los años 80. En el 1990, el Programa de Regionalización Energética de la OEA realizó un estudio de Planificación Energética Rural y elaboró un mapa de potencial eólico. En el año 1996, PROPER – Bolivia, que fue un programa de difusión de energías renovables, elaboró planes para implementar un parque eólico de 1,5 a 2 MW en Viru Viru-Santa Cruz, pero no fue ejecutado por inviabilidad financiera. ([Fernández F. 2013-01-16](#))

En el 2006, el Mapa Eólico de Bolivia fue publicado, indicando varios sitios para realizar plantas eólicas ([EV Wind 2009-11-15](#)). Un mapa más detallado fue publicado en junio de 2009 por 3Tier, un consultor energético. Su Atlas Eólico de Bolivia fue financiado por la Transportadora de Electricidad (TDE) y la Corporación Financiera Internacional (IFC) y detalló la velocidad eólica en todo el país en alturas de 20m, 50m y 80m.

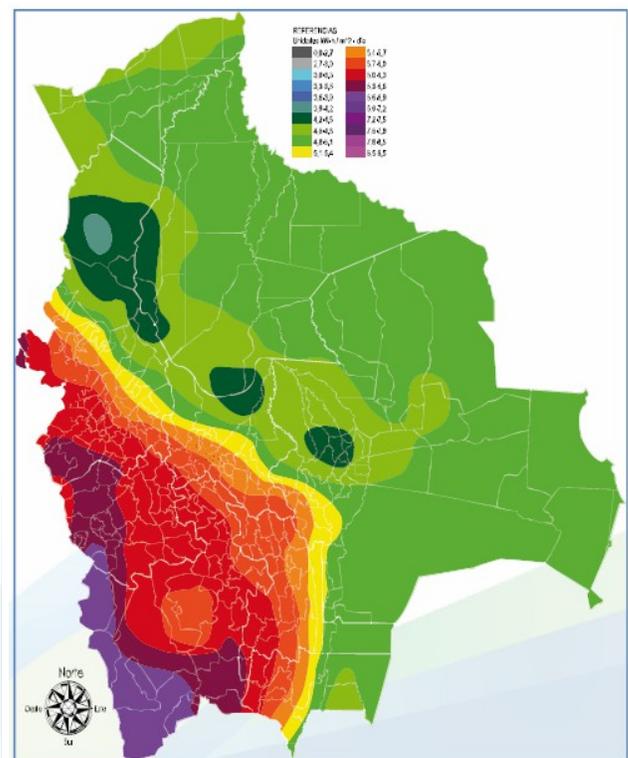
Después de la publicación del Atlas Eólica de Bolivia, la Empresa Nacional de Electricidad (ENDE) anunció planes en noviembre de 2009 para construir un total de 50MW de capacidad eólica en 3 plantas en Corocoro-La Paz, Villa Caracas-Oruro y Julaca-Potosí ([FM Bolivia 2009-11-21](#)). También, anunció planes para buscar 50 millones de dólares de financiamiento del gobierno alemán para construir plantas eólicas en Patacamayo y Viru Viru-Santa Cruz ([EV Wind 2009-11-15](#)). Hasta ahora ningunos de estos planes han sido implementados. En noviembre de 2011, la gobernación del Departamento de Tarija anunció planes para construir 33 aerogeneradores en La Ventolera con un préstamo de China para proveer 49,5 MW de capacidad eléctrica, pero en marzo de 2012 el ENDE evaluó que el sitio no tuvo suficiente velocidad de viento y descalificó el proyecto, a pesar de que la empresa china Sinomach ha concluido que hubo suficiente viento en el sitio ([HCB 2012-10-01](#); [Castro Zuruguay 2011-12-09](#)).

Después de dos décadas de planes infructíferos, la primera planta eólica boliviana fue abierta en enero de 2014 en Qollpana, Pocona, Cochabamba, con dos aerogeneradores Gold Wind WTG 77-1500 que genera un total de 3MW de capacidad eléctrica. La planta costó \$us 7,6 millones y fue implementado por Hydrochina ([La Razón 2014-01-03](#)). Esta planta puede añadir más aerogeneradores de 1,5MW o 2MW para expandirse hasta 20MW o 21MW en el 2015 ([El Cambio 2014-02-01](#)).

Igualmente, el gobierno boliviano no ha tomado en serio el uso de energía solar, aunque que ha ejecutado varios proyectos para ofrecer energía solar en comunidades remotas. El programa Componente Sistemas Fotovoltaicos ha costado Bs3.795.414 para realizar 1.084 instalaciones domiciliarias y beneficiar a 10.174 hogares. Otro programa costó Bs658.287 para instalar 7.649 cocinas solares. El programa Eurosolar proveerá energía solar a 5.566 familias en 24 comunidades aisladas y costará 3.405.968 euros, pero la mayoría de este programa es financiada por una donación de la Unión Europea ([MHyE 2011](#), p. 41-2, 163.). La única planta solar planeada de escala grande es una de 5MW en Cobija, Pando, que tendrá 17.040 paneles fotovoltaicos y costará 10,8 millones de dolares ([Min. de Comunicación 2014-05-17](#)).



Fuente: [VMEEA s.f.](#), p. 13.



elaborados por el Ministerio han contradicho la meta establecida en el artículo 379.

El Viceministro de Electricidad y Energía Alternativa (VMEEA) ha elaborado planes para implementar energía alternativa en escalas grandes durante los años 2020 y estos fueron incorporados en el *Plan de Inversión 2009-2015* de YPFB (2009, p. 35) sin mucho detalle. El plan es dejar de invertir en termoeléctricas y implementar energía alternativa (eólica, biomasa, geotérmica y ciclo combinado) durante los años 2020, para que el porcentaje de estas fuentes suba del 11,5% en el 2018 al 35,7% en el 2029.

Planes eléctricos de Bolivia												
Año	Hidroeléctrica		Termoeléctrica (de gas generalmente)		Alternativa (eólica, ciclo combinado, biomasa y geotérmica)							
	MW	%	MW	%								
1997	309,7	31,8%	664,2	68,2%				973,9	3.471,5	1997-2006		
2006	483,3	33,5%	958,4	66,5%				1.441,7	5.299,9	4,8%		
2009	488,1	31,8%	1.044,5	68,2%				1.532,6	6.533,9	2006-2012		
2012	493,8	26,3%	1.386,6	73,7%				1.880,4	7.660,5	5,4%		
Plan en el 2009 para voltear la matriz energética										(en MW) 2009-25		
2025		70%		30%				6.000		8,9%		
Plan de VMEEA/YPFB en el 2009												
Año	GW-h	%	GW-h	%	GW-h		%		GW-h	2009-2018		
2018	3200	30,8%	6.000	57,7%	1200		11,5%		10.400	5,3%		
2020	4295	37,3%	5.698	49,5%	1507		13,1%		11.500			
2025	5802	37,0%	6.333	40,3%	3565		22,7%		15.700	2018-2029		
2029	6678	32,9%	6.378	31,4%	7244		35,7%		20.300	6,3%		
Plan Óptimo de Expansión del SIN en el 2012												
Año	Hidroeléctrica		Termoeléctrica		Biomasa		Geotérmica		Ciclo combin.		GW-h	2012-2022
2012	2.593	36,6%	2.995	42,3%	62	0,9%	0	0%	1.438	20,3%	7.088	
2022	7.650	53,3%	4.320	30,1%	197	1,4%	719	5,0%	1.480	10,3%	14.366	7,3%
Plan de VMEEA en el 2012												
Año	Hidroeléctrica		Termoeléctrica		Biomasa	Geotérmica	Eólica					
2011	39,3%		58,9%		1,7%	0%	0%					
2015	37%		54%		1%	5%	3%					
2020*	53%		40%		1%	4%	2%					

*VMEEA planea que Bolivia tenga 200MW geotérmica, 60MW biomasa, 50MW de plantas solares y 15.000 sistemas fotovoltaicos, 3500MW de hidroeléctrica y 100MW de mini y microhidroeléctricas, 100MW de plantas eólicas y 5000 pequeños aerogeneradores en el 2020.

Fuente: Elaboración propia con datos de: MHyE 2013, p. 19-24; ADN 2009-02-08; YPFB 2009, p. 35; MHyE 2012-01-05, p. 8; VMEEA s/f, p. 5, 10-11.

El problema es que muy poco de esta energía alternativa, o la que VMEEA denomina "energía renovable", es verdaderamente limpia. Según el plan de VMEEA, entre 2020 y 2029, 100MW de energía eólica, 100MW de biomasa, 225MW de energía geotérmica y 550MW de ciclo combinado serán adicionados. Entonces de 975MW de "energía renovable", solo 325MW será energía que no genera GEI. El metano generado por la biomasa es quemado para emitir CO₂ y el ciclo combinado es energía de termoeléctricas que quema gas natural, pero captura el calor emitido en la combustión para generar más electricidad. El plan especifica la construcción de dos plantas de biomasa con 50MW de capacidad. Plantas de este tamaño tienen que recolectar material orgánico de largas distancias y este transporte consume muchos combustibles líquidos. Además, la recolección de bagazo de caña de azúcar, tallos de maíz, paja de arroz, etc. quita el material orgánico que puede fertilizar el campo de cultivo, tal que sea necesario aplicar más fertilizantes sintéticos que produzcan óxido nitroso. Es interesante que ninguna de las fuentes de energía alternativa en el plan de VMEEA tienen ubicaciones nombradas, pero todos los 770MW de energía hidroeléctrica vienen de sitios especificados, que son

Miguillas al 2020, San José y Rositas al 2025 y el Bala al 2029.

En enero de 2012, el Ministerio de Hidrocarburos y Energía publicó un nuevo plan para expandir el Sistema Interconectado Nacional (SIN), que suministra la electricidad en la mayoría de centros urbanos de Bolivia. Lastimosamente este plan fue un paso atrás en términos ambientales. No incluyó ninguna planta eólica ni solar. Similar al plan de YPFB en el 2009, planea construir 20 nuevas termoeléctricas con un total de 687,4 MW de capacidad entre 2011 y 2020, pero también planea construir 2 plantas de biomasa (49,5 MW), 5 hidroeléctricas (859,1MW) y 1 planta geotérmica (100MW) para un total de 1008,6 MW de capacidad renovable adicional en el 2020. El plan para expandir el SIN prioriza la construcción de hidroeléctricas y la planta geotérmica en la Laguna Colorada, planeando invertir 86,2% de su presupuesto en energía hidroeléctrica (\$us 1.433,3 millones) y energía geotérmica (\$us 325,8 millones). Según el Ministerio de Hidrocarburos y Energía, esta gran inversión en hidroeléctricas es necesaria, porque prevé que el consumo eléctrico crecerá 7,3% por año entre el 2012 y el 2022 y seguirá creciendo 7,0% por año hasta el 2030 ([MHyE 2012-01-05](#), p. 5, 37).⁴⁶

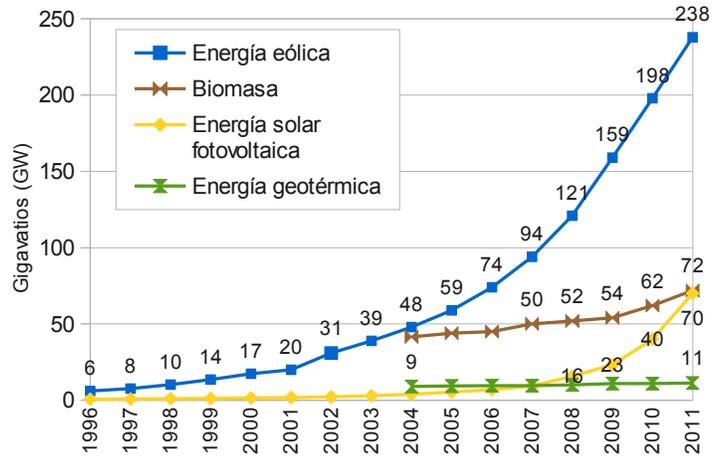
Aparece que hay varios grupos compitiendo con diferentes planes energéticos dentro del Ministerio de Hidrocarburos y Energía. El VMEEA también elaboró un nuevo plan energético en el 2012, lo que incluye planes para implementar más energía eólica y solar antes del 2020. Según este plan, 100MW en plantas eólicas y 50MW en plantas solares serán instaladas al 2020. Sin embargo el VMEEA sólo está planeando que 3% de la capacidad eléctrica será energía eólica en el 2015 y este porcentaje caerá al 2% en el 2020. En comparación, planea tener 3600MW de energía hidroeléctrica, la que será el 53% de la matriz eléctrica en el 2020 ([VMEEA s.f.](#), p. 5, 10-11). Lastimosamente, el VMEEA no logrará su meta modesta del 3% energía eólica para el 2015. Si planta eólica en Qollpana se expandirá a 20MW en el 2015, solo el 1,1% de la capacidad nacional será energía eólica.

Para extender acceso a luz en zonas aisladas, VMEEA planea instalar 15.000 sistemas fotovoltaicos y 5.000 pequeños aerogeneradores para el 2020. La instalación de sistemas fotovoltaicos en estas zonas es loable, pero la instalación de aerogeneradores pequeños no puede ser recomendada. Aerogeneradores de ese tamaño son muy ineficientes y no tiene las economías de escala para justificar sus costos. No son suficientes altos para capturar el viento más constante en alturas entre 50m y 100m. A menudo son instalados en zonas con mucho viento cerca de la tierra donde pasan pájaros. Aerogeneradores grandes giran tan lentamente que pájaros generalmente pueden evitar sus turbinas, y generalmente giran arriba del vuelo de la mayoría de pájaros. En cambio, aerogeneradores pequeños matan más pájaros, porque sus turbinas están en la misma altura que el vuelo de la mayoría de pájaros y giran tan rápidamente que los pájaros no pueden evitarlas.

El plan del VMEEA para cambiar la matriz energética de Bolivia a energías renovables no corresponde a la manera que otros países están invirtiendo en energías renovables. El VMEEA planea tener 3600MW de energía hidroeléctrica para el 2020, comparado a 50MW de energía solar, 100MW de energía eólica, 200MW de energía geotérmica y 60MW de biomasa. Actualmente otros países están invirtiendo mucho más en energía eólica y solar, y están dejando de invertir en hidroeléctricas. Entre el 2004 y el 2011, la capacidad eléctrica mundial de energía eólica creció 26% por año, de 48 a 238 gigawattios, y la capacidad mundial de energía solar fotovoltaica creció 51% por año, de 4,0 a 40,0 GW. En comparación, la capacidad hidroeléctrica sólo creció 3% por año, de 798 a 970 GW. ([REN21 2012](#), p. 31, 37, 58) Otros países ha examinado los costos económicos y ecológicos de hidroeléctricas y ha concluido que energía eólica y solar es la mejor inversión.

Cuesta menos implementar una planta eólica o solar que una hidroeléctrica, porque pueden ser construida en módulos para responder a la demanda y no requieren los mismos niveles de endeudamiento. Hidroeléctricas requieren muchos años de planificación y construcción y a menudo cuestan más del presupuesto proyectado. Por ejemplo, el costo del completar la primera fase de la hidroeléctrica en Misicuni, Cochabamba ha subido de 90 a 130 millones de dólares (*iAgua 2014-03-10*). En cambio, la nueva planta solar en Cobija, Pando será construida en menos de 6 meses, que reduce la oportunidad de exceder el presupuesto. El costo de paneles solares y aerogeneradores es más predecible que megaproyectos que involucran el traslado de millones de toneladas de tierra y el emplazamiento de miles de toneladas de concreto y acero.

Capacidad eléctrica mundial de energía renovable



Fuente: "Renewables: Global Status Report", REN21, 2006-2012.

La energía que viene del viento y del sol tiene algunos costos adicionales. La energía generada por aerogeneradores y paneles voltaicos no es constante, entonces es necesario actualizar la red energética para monitorear y gestionar el suministro y tener termoeléctricas en reserva que pueden aumentar su producción en tiempos cuando no hay viento o sol. Termoeléctricas que no son operando en su capacidad optima, son menos eficientes y producen más GEI por megawatio-hora, pero los nuevos diseños de turbinas de gas son más escalables para evitar este problema. También es más caro construir una "red inteligente" que es capaz de monitorear y gestionar el suministro y la demanda y transferir energía de varias fuentes para responder a estos cambios, pero los costos son justificados en el largo plazo por la energía ahorrada. Además las líneas de *corriente continua de alto voltaje* (HVDC) pueden ser construidas para transferir energía de largas distancias con poca pérdida. Entonces, cuando no hay sol en una planta solar de Uyuni, la energía puede ser transferida de un parque eólico de Santa Cruz y cuando no hay viento en Santa Cruz, Uyuni puede abastecer a Santa Cruz. Con suficiente capacidad extra en la red, es posible eliminar la necesidad de tener termoeléctricas en reserva.

9.5. Proyectos del PNCC

Aparte de los 3 proyectos de mitigación del Ministerio de Hidrocarburos y Energía que son GNV, focos ahorradores y energía hidroeléctrica y geotérmica, el Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC) ha gestionado varios microproyectos de mitigación, que fueron mejor diseñados para reducir emisiones que los proyectos de MHyE, pero el impacto nacional ha sido poco.

El PNCC fue establecido en enero de 1995 bajo el Ministerio de Desarrollo Sostenible, con el fin de implementar la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC) en Bolivia. En el 1996, el PNCC formuló su primer Plan Nacional de Acción sobre el Cambio Climático y la Estrategia Nacional de Implementación de la CMNUCC. El plan más ambicioso fue el Proyecto de Acción Climática Noel Kempff Mercado, que consiguió fondos internacionales en el 1998 y les compensó a los habitantes para no deforestar el parque. En el 2006, el PNCC formuló su Plan Quinquenal 2006-2010 y realizó un convocatoria de proyectos. 63 microproyectos fueron financiados, sobre todo en comunidades rurales, de los cuales 15 fueron de investigación, 11 de educación, 19 de mitigación, 20 de adaptación y 3 del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). (*Flores B. et al. 2011*,

p. 28-32)

El PNCC ha sido trasladado varias veces en la reestructuración del Estado. En el 2006, el Ministerio de Desarrollo Sostenible fue reemplazado por el Ministerio de Planificación del Desarrollo, donde la idea de reducir emisiones fue en contra en contra de la mayoría de los planes de desarrollo pronunciados por el MPD. En el 2009, el PNCC fue trasladado al nuevo Ministerio de Medio Ambiente y Agua. La mayoría de los fondos del PNCC vinieron de donaciones de la Cooperación Holandesa y la Danesa, que se han retirado del país. El DFID (cooperación británica) también se retiró del país y el gobierno no acepta fondos del USAID, entonces hubo poca oportunidad de conseguir financiamiento en los últimos años. (Flores B. *et al.* 2011, p. 40) La idea de colaboración internacional con la UNFCCC fue en contra de la política del Estado, que ha criticado duramente las negociaciones internacionales del UNFCCC. No es sorprendente que el gobierno eventualmente decidió eliminar el PNCC.

No debemos lamentar la pérdida del PNCC, aunque algunos de los microproyectos gestionados por el PNCC fueron valiosos. El PNCC tuvo la oportunidad de publicar el problema de las emisiones bolivianas, pero nunca lo hizo en forma efectiva. Es posible leer los informes del PNCC sin darse cuenta que Bolivia es un gran emisor de GEI (por el tamaño del país) y tiene problemas ecológicos de gran escala. El PNCC no aprovechó de la oportunidad de enfocar el gobierno en la necesidad urgente de reducir las emisiones de deforestación, incendios, emisiones fugitivos de la extracción de gas o el uso creciente de gases de flúor. El PNCC estaba a favor de hidroeléctricas y no promovió ningún plan para cambiar a matriz energética a energía eólica y solar dentro de un década. El PNCC no tuvo los fondos necesarios, pero tampoco intentó abogar para proyectos grandes que podrían reducir las altas niveles de emisiones en Bolivia.

9.6. Mecanismo De Mitigación Para Vivir Bien

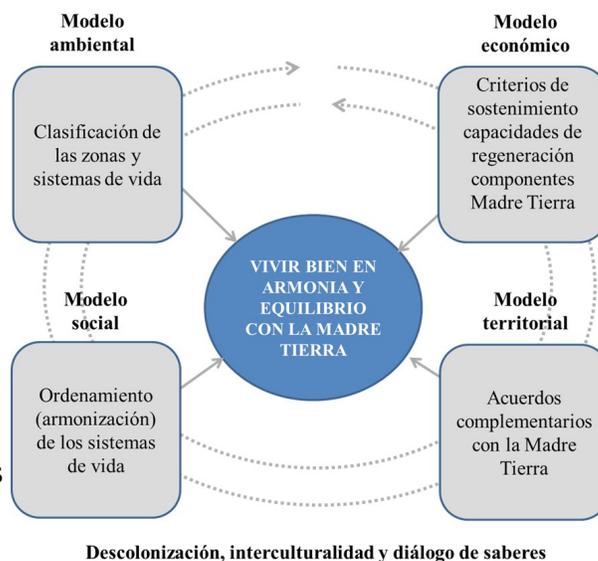
En lugar del PNCC, los proyectos futuros de mitigación serán planeados bajo el Mecanismo de Mitigación para Vivir Bien. El Decreto Supremo 1696 estableció que el Mecanismo De Mitigación Para Vivir Bien se desarrollará con un "enfoque sectorial y de manera gradual en los sectores priorizados," que son:

- a) Sector energético
- b) Sector económico-productivo industrial
- c) Sector servicios relacionados a la mitigación climática⁴⁷

Es importante que el sector agrario que produce la gran mayoría de las emisiones bolivianas no está en la lista de sectores priorizados.

Lastimosamente, las megahidroeléctricas siguen siendo parte de los planes bolivianos de mitigación bajo este Mecanismo. En el último borrador (16 de abril de 2014) de la "Política Plurinacional de Cambio Climático para Vivir Bien," la energía hidráulica fue incluida en el Mecanismo De Mitigación Para Vivir Bien. Solo un lobby persuasivo de una de las participantes en una de las mesas de trabajo para elaborar este Mecanismo ha eliminado de él las hidroeléctricas de más de 100MW.⁴⁸

El propuesto Mecanismo De Mitigación Para Vivir Bien también incluye planes para seguir convirtiendo



Fuente: Borrador de la "Política Plurinacional de Cambio Climático para Vivir Bien", febrero de 2014, Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia.

vehículos al uso de gas natural. También incluye la "promoción de acciones en eficiencia energética que contribuyan a la reducción de emisiones en la oferta y la demanda de energía en el país." Lastimosamente, la eficiencia energética y el uso de gas natural en vehículos no reducirán las emisiones, porque hacen que la energía cueste menos, lo que estimula la demanda. Estos planes sólo pueden reducir emisiones si están acompañados por precios más altos para el consumidor o racionamiento para reducir el consumo.

El propuesto Mecanismo "establecerá metas nacionales voluntarias de reducción de emisiones específicas." Todavía no hay una meta puesta para el número de hectáreas de deforestación por año o el número de hectáreas quemadas por año. Tampoco hay una meta para la cantidad máxima de hidrocarburos que puede ser explotada, ni una meta para la cantidad de energía que debe ser eólica o solar en un año específico.

Además, todas las metas serán "voluntarias", entonces los agroindustriales, los ganaderos y el YPFB, que son los emisores principales, pueden ignorar cualquier meta establecida. Sin metas obligatorias y mecanismos concretos para lograr estas metas, la Ley No. 300 Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien, la Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra establecida por el decreto supremo No. 1696, el Manifiesto de la Isla del Sol, la Agenda Patriota 2025 y todas las otras iniciativas ambientales son discursos vacíos, porque no son capaces de frenar las actividades destructivas que están emitiendo muchos GEI y están cambiando el clima.

10. Pautas para enfrentar el cambio climático

Hasta ahora, la prensa boliviana y la gran mayoría de comentario de políticos y líderes de opinión se han enfocado en los impactos del cambio climático y como adaptarse a los graves impactos futuros, y han evitado discusión de como Bolivia está contribuyendo a este problema. El mensaje principal ha sido que Bolivia es el víctima del cambio climático, que es un discurso que quita la responsabilidad a Bolivia para reducir sus propias emisiones y limitarse dentro de un cupo de carbono.

Las emisiones producidas por Bolivia son poco discutidas en foros regionales y nacionales y esta falta de atención se refleja en la falta de acción para reducir estas emisiones elevadas. Según un estudio de intervenciones institucionales del gobierno, gobernaciones, municipios, ONG, universidades, organismos de cooperación internacionales y organizaciones sociales, elaborado en el año 2009 por la Liga de Defensa del Medio Ambiente, solo 2% de las intervenciones aludieron a la mitigación del cambio climático, comparado con el 44% que aludió a la adaptación ([LIDEMA](#) 2010, p. 105).

La triste realidad es que la adaptación a un mundo 4-6°C más caliente no es posible en términos prácticos. La adaptación significaría hambrunas masivas, cientos de millones de refugiados, la destrucción de muchos nichos ecológicos y la extinción de la mayoría de las especies en el planeta. Para salvar el clima, todos los países del mundo tienen que aceptar sus obligaciones ecológicas y elaborar planes serios para crear una economía de cero emisiones netas y una sociedad que vive en balanceo con la Madre Tierra. El primer paso es aceptar los límites del cupo de carbono que es 886 gigatoneladas de CO₂-eq hasta 2050 en el mundo entero y 1,35 Gt CO₂-eq en Bolivia.

Actualmente la mayoría de los países están buscando excusas para eludir sus responsabilidades. China, India y Brasil dicen que tienen el derecho de desarrollarse como los países desarrollados lo han hecho. Estados Unidos dice que no tiene que cumplir con el Protocolo de Kyoto, porque países en desarrollo como China e India no fueron cubiertos por el Protocolo. El mundo desarrollado está echando la culpa al mundo en desarrollo por que se han duplicado el crecimiento anual de emisiones mundiales desde el 2000. Todos pueden encontrar razones para justificar su propia inacción y apuntar a otros como los más responsables.

Bolivia está jugando lo mismo que los otros países en este circo mortífero de negociaciones internacionales. Está buscando razones para evitar su obligación de reducir sus propias emisiones y echa la obligación a los países desarrollados. Al final, si todos juegan así, sólo podemos terminar con la destrucción de la biósfera, la que necesitamos para vivir. Todos pueden ver justicia en sus argumentos, pero si China consigue su derecho de desarrollarse, si Brasil consigue su derecho de construir hidroeléctricas en toda la cuenca amazónica, si Rusia consigue su derecho de sacar todos sus hidrocarburos, si Indonesia consigue su derecho de crear plantaciones de palma, ...si Bolivia consigue su deuda climática y el derecho de emitir más GEI, sólo podemos llegar a un mundo que es inhabitable.

Todos en el mundo se sienten que el cupo de carbono es injusto, y todos ven a otros como más culpables, pero la única manera para sobrevivir es dejar de echar la culpa a otros y asumir nuestra propia responsabilidad para limitarnos en un cupo de carbono entre 2000 y 2050 y eventualmente lograr cero emisiones netas entre 2050 y 2100.

El primer paso es dejar de buscar excusas para seguir con el desarrollo sucio. El primer Encuentro Nacional de la Sociedad Civil Boliviana sobre el Cambio Climático en 23 de octubre de 2013 en La Paz ha articulado metas muy fuertes al respecto ([Klimablog, 2013-11-04](#)). En su declaración consensuada, la sociedad civil boliviana han exigido que el mundo deje 80% de las reservas hidrocarburíferas en el suelo, pero también ha exigido que Bolivia deje 80% de sus propias reservas en el suelo. Además, ha establecido una meta de bajar la deforestación anual de 350.000 hectáreas a 100.000 hectáreas durante la próxima década. En otras palabras, la sociedad civil boliviana ha demandado que Bolivia tome responsabilidad por la crisis climática igual que el resto del mundo.

Bolivia no debe asumir su responsabilidad ecológica para complacer al mundo industrializado. Bolivia debe asumirla porque los mismo bolivianos serán los damnificados si Bolivia no actúa. Si Bolivia no deja de deforestar y quemar sus tierras tropicales, los mismos bolivianos sufrirán cuando no haya suficiente evapotranspiración y baja presión atmosférica para mantener las lluvias en la cuenca amazónica. Sin lluvias tropicales, la agroindustria boliviana colapsará y la economía de Santa Cruz será diezmada.

Bolivia no debe eliminar el *chaqueo* para complacer a la Comisión Europea, que ha calculado que incendios producen 20,8 toneladas de CO₂ per cápita en Bolivia, que es doble las emisiones per cápita en Europa Occidental. Bolivia debe eliminar el *chaqueo* y controlar sus incendios forestales porque estos incendios están produciendo hollín, que causa el derretimiento de sus glaciares y el trastorno de sus lluvias y están soltando CO₂ que causará calentamiento por siglos en el futuro.

Igualmente, Bolivia debe cambiar a energía eólica y solar porque las megahidroeléctricas inundarían miles de hectáreas, causarían deforestación y violarían los derechos de los moradores en la región. La extracción futura de gas y petróleo contaminaría muchos parques y áreas protegidas y el *fracking* contaminaría grandes cantidades de agua en Tarija y Santa Cruz. Además, energía eólica y solar puede ser implementada en forma modular, lo que no tienen alto costo al comienzo y no causa los niveles de endeudamiento que produce las megahidroeléctricas.

Si Bolivia sigue emitiendo 92 megatoneladas de CO₂-eq por año, como emitió en el 2004 según el PNCC, Bolivia emitirá 4,59 Gt CO₂-eq entre 2000 y 2050, que es 3,4 veces más que su cupo de carbono. Si YPFB sigue con sus planes para extraer todas las reservas bolivianas de gas y petróleo, Bolivia emitirá 6,1 gigatoneladas de CO₂, que es 4,6 veces más que su cupo de carbono. Para lograr un límite de 2°C de calentamiento, todos los países incluso Bolivia tienen que abandonar sus planes para el desarrollo sucio y la extracción de recursos naturales y hacer la transición a energía limpia y agricultura sostenible dentro de pocas décadas.

Países en desarrollo como Bolivia pueden postergar esta transición por una década o dos después de los países desarrollados. Sin embargo, la deuda climática no debe ser el derecho de aumentar emisiones como la administración actual planifica, sino el derecho de hacer esta transición más lentamente y recibir financiamiento y tecnología para realizar esta transición. No hay razón esperar para comenzar esta transición, porque mientras más se mete Bolivia en el desarrollo sucio, más difícil y costoso será la transición hacia una economía de cero emisiones netas. Cada año que Bolivia posterga la transición aumenta el riesgo de un colapso económico y social cuando la transición ocurra y aumenta los bloqueos institucionales para la transición. Actualmente el estado boliviano está muy arraigado en la exportación hidrocarburífera y la energía doméstica, que es sucia, pero será aun más arraigada si YPFB comienza a explotar hidrocarburos en áreas protegidas y utiliza *fracking* para extraer gas de esquisto. Ahora es difícil frenar la deforestación y los incendios cuando 14,1% de la cuenca amazónica boliviana ya está deforestada ([Killeen, s.f.](#)). Los agroindustriales de Santa Cruz y los ganaderos de Beni serán aun más poderosos políticamente, si Bolivia espera hasta el 2030 para comenzar la transición hacia agricultura local y orgánica que sea sostenible en términos ecológicos.

Es fácil echar la culpa a la administración actual por todos sus planes de desarrollo sucio, pero es importante entender que el partido MAS es solo el heredero de esta política que ya estaba vigente antes del MAS. Ningunos de los otros partidos existentes son mucho mejores en términos ambientales. Por lo menos, la administración actual ha planteado marcos conceptuales que apuntan hacia una sociedad boliviana que viva en armonía con la Madre Tierra.

El problema es que hay una brecha enorme entre el discurso y la acción del Estado. El Presidente Evo Morales ha declarado:

Hay que debatir cómo acabar con el lujo y el derroche de energía y recursos naturales, cómo acabar con el capitalismo y el desarrollo industrial ilimitado, que nos traen egoísmo, consumismo y cambio climático en las fuentes de agua, convirtiendo a la Madre Tierra en mercancía.

Al ver el nevado Illimani perdiendo su poncho blanco, planteamos el Vivir Bien, que apunta a consumir nomás lo necesario, priorizar lo que producimos localmente, recuperar la vivencia en comunidad y avanzar por el camino de la armonía con la Madre Tierra, todo para construir entre todas y todos la cultura de la paciencia, la cultura del diálogo y fundamentalmente la Cultura de la Vida...

Nuestro reservorio de sabiduría y conocimientos científicos de la vida para defender a la vida, nos permite salvar al planeta, a la humanidad, y curar a la Madre Tierra, que está herida por el cambio climático.

A nuestra Madre Tierra no vas a alquilar ni vas a vender, no podemos permitir que la violen. Es Madre. (énfasis añadido, [Morales Ayma 2010](#), tapa atrás)

La meta de una campaña para reducir emisiones bolivianas es cerrar la brecha entre el discurso inspirador del gobierno y sus planes actuales de desarrollo sucio que están basados en el extractivismo y la exportación de recursos naturales y productos agrarios que dañan al medio ambiente. En lugar de copiar el modelo de desarrollo sucio del mundo occidental que ha llevado al planeta a la actual crisis ecológica, la campaña debe insistir en estilos de vida alternativos que producen poco carbono.

La contradicción entre de los derechos de la Madre Tierra y el desarrollo sucio practicado por el estado es obvia, pero esta contradicción es más profunda que solo un partido político. Es un reflejo de la actitud contradictoria expresada a menudo por la sociedad boliviana. Bolivianos quieren proteger a la Pachamama, pero también quieren más celulares inteligentes, más bienes desechables de China, más autos, más carreteras, más fabricas, etc.--en otras palabras, más materialismo y más consumismo.

Entonces, la crisis de cambio climático está basada en los valores que subyacen y fomentan el desarrollo sucio.

Es necesario crear un movimiento nacional de activistas para enfrentar el lobby del sector hidrocarburo y del sector agroindustrial, pero la única manera de crear tal movimiento con suficiente fuerza es empezar de cambiar los valores del pueblo que apoya el desarrollo sucio. El primer paso para lograr esta transformación actitudinal es explicar claramente que predicen los científicos en un mundo de 4 a 6 grados de calentamiento. Cuando la gente entiende las consecuencias de desarrollo sucio, de repente, la habilidad de comprar un celular Android y conducir un auto particular es mucho menos importante que agua del Lago Titicaca, lluvias en el altiplano sureño, glaciares en los Andes y bosques en la cuenca amazónica. Cuando los agroindustriales y ganaderos entiendan que su deforestación y sus incendios agrarios pueden trastornar el ciclo de agua y causar el colapso de su producción agraria en el largo plazo, su resistencia a reformas agrarias se desmoronará. Cuando el pueblo cruceño y tarijeño sepa que su agua será contaminada por el *fracking*, su entusiasmo por el extractivismo se derrumbará. Más importante, el pueblo boliviano en general desarrollará la disposición política para controlar a los sectores que siguen insistiendo en su derecho de emitir muchos GEI.

En ningún país será fácil desarrollar el movimiento político para lograr el cambio sistémico que sea necesario para salvar el planeta, pero es importante tener metas intermedias para ayudar a lograr este cambio sistémico en el largo plazo. En el corto plazo, las metas intermedias pueden ser detener los planes para extraer gas y petróleo en parques nacionales y áreas protegidas, planes para implementar *fracking* en la reserva del Chaco y planes para construir nuevas megahidroeléctricas en zonas tropicales para exportar electricidad a Brasil, porque estos planes de desarrollo sucio no tienen un fuerte lobby domestico atrás para impulsar estos proyectos. Todavía no hay muchos beneficiarios de estos planes que puedan hacer lobby y apoyarlos. Es mucho más fácil detener algo que todavía no existe que parar algo que ya está ocurriendo.

En el mediano plazo, la meta intermedia puede ser la construcción de plantas eólicas y solares y el fin de nuevas termoeléctricas de gas. También una campaña puede ser iniciada para cambiar las actitudes dietarias, para que el público sepa como su pollo es producido con soya transgénica y hormonas que pueden dañar su salud. La campaña puede crear la conexión entre la deforestación y el alto consumo de carne de res, pollo, aceite vegetal (soya y girasol), arroz y caña de azúcar.

En el largo plazo, es necesario confrontar a los agroindustriales que deforestan a gran escala. Su número es pequeño pero pueden aliarse con los ganaderos y los agricultores de escala pequeña para formar un lobby muy efectivo, entonces es importante enfatizar en la campaña que sus productos son exportados a China y Brasil y los beneficios llegan a un número limitado de empresarios agroindustriales, los que a menudo son extranjeros. El control de incendios agrarios será muy difícil porque es una practica muy utilizada igualmente por agricultores y ganaderos de escala pequeña y grande. Hay que enfocar en el mensaje que *biochar* fue la práctica tradicional y *chaqueo* es una invención de la colonización.

El Estado puede ofrecer incentivos a los agroindustriales para adoptar mejores practicas. Puede proveer capacitaciones para aplicar los fertilizantes de tal manera que se reduzca la formación de oxido nitroso. Puede ofrecer subsidios para fertilizantes que liberan los nutrientes paulatinamente (*time release fertilizers*) y maquinaria para insertar capsulas de fertilizantes en el suelo. La técnica del *biochar* puede reemplazar incendios y fertilizantes sintéticos para fertilizar suelos en zonas tropicales y semitropicales pero requiere mucha mano de obra, entonces no es una practica que los agroindustriales van a adoptar. En lugar de invertir en fabricas de urea, el estado podría invertir en una fabrica para producir maquinaria móvil que crea *biochar* en el campo. También podría ofrecer subsidios para la

maquinaria para plantar sin arar, que reduce mucho las emisiones del suelo. El cultivo a secano de arroz debe ser fomentado, para prevenir el cambio al cultivo por inundación que está ocurriendo. En zonas que ya utilizan el cultivo por inundación de arroz, el gobierno puede promover el drenaje una vez durante el periodo vegetativo y la aplicación de paja de arroz después del periodo vegetativo para reducir hasta 30% de las emisiones de metano. ([Banco Mundial 2009](#), p. 17, 155)

Hay que demandar que todo el presupuesto que YPFB tiene para la exploración, lo que es \$us 17.900 millones entre el 2013 y el 2025,⁴⁹ debe ser redireccionado a construcción de plantas eólicas, plantas solares, una red inteligente y líneas de HVDC. Hay que iniciar una campaña para eliminar "Hidrocarburos" en el nombre del Ministerio de Hidrocarburos y Energía y transformar YPFB en una empresa de energía alternativa.

Será muy difícil frenar la extracción de hidrocarburos y establecer una meta de dejar 80% de los hidrocarburos bolivianos en el suelo, porque la mayoría de los programas gubernamentales ahora son financiados por la extracción hidrocarburífera. YPFB puede decir al pueblo boliviano que sus bonos dependen de la exportación de gas. Hay alternativas limpias para la energía domestica, pero en un mundo de poco carbono, la energía debería ser generada localmente y no debería ser exportada, entonces Bolivia tiene que abandonar sus planes para ser el corazón energético del continente. Sin los ingresos de la exportación de gas, el estado boliviano tendrá que depender más de impuestos domésticos, lo que será una pastilla amarga de tragar. Sin embargo, el público puede ser convencido de la necesidad si es bien informado de las consecuencias del cambio climático y el riesgo económico de basar el Estado en la exportación de gas, cuando los países vecinos están planeando producir su propio gas.

En el largo plazo la exportación de minerales, hidrocarburos y productos agrarios no es sostenible en términos ecológicos, entonces es importante planificar un economía no orientada a la extracción y la exportación.

10.1. Como incentivar y financiar el cambio

La cuestión principal es como incentivar el consumo de poco carbono y financiar la inversión necesaria para lograr una economía de cero carbono. Si Bolivia no quiere ser un país dependiente y controlado por mercados de carbono, es mejor implementar un impuesto de carbono y distribución (*fee-and-dividend*), que puede incentivar el consumo de poco carbono y autofinanciar la infraestructura de una economía sostenible. El impuesto puede empezar en 100 bs por tonelada de carbono que es extraída de los pozos de gas y petróleo, y subir 25 bs cada año después. El precio de gasolina, diesel y GNV subiría, entonces productos agrarios que requieren mucho uso de maquinaria y vienen de lejos costarían más, incentivando la producción y venta local. Los cultivos que requieren mucha aplicación de urea, la que es fabricada de gas natural, costarían más. Igualmente, el costo de electricidad que viene de termoeléctricas de gas (que actualmente producen el 63% de la electricidad boliviana) subiría, incentivando a todos buscar productos más eficientes en el uso de energía. Entonces la cuestión principal cuando se compra la electrónica o un electrodoméstico no sería el precio, sino la cantidad de electricidad ahorrada.

Un impuesto al carbono ayudaría frenar la deforestación, porque los costos altos de diesel y fertilizantes en Bolivia prevendrían más inversión extranjera en la agroindustria cruceña. Además, el alto costo de transporte subiría el costo de carne de res de zonas deforestadas. Müller et al. ([2011](#), p. 455) calculan que un aumento en los costos de transporte de 1 dólar por tonelada reduciría 8% la expansión de la ganadería en tierras deforestadas. Igualmente, el costo de pollo producido en las CAFO subiría, lo que reduciría la demanda de esta carne y ayudaría frenar la deforestación causada por la producción de maíz y soya, que son consumidos en las CAFO.

70% de los fondos recolectados puede ser redistribuidos en forma equitativa a cada habitante de Bolivia y 30% puede ser gastado en la infraestructura para una economía de cero carbono y la adaptación al cambio climático. Con fondos ya en mano para la mitigación y adaptación, no sería necesario malgastar más tiempo en las negociaciones internacionales de la UNFCCC, rogando fondos y luchando en contra de mercados de carbono y la REDD+.

El impuesto también puede ser aplicado a todos los productos importados que vienen de países que no tienen el mismo impuesto de carbono. Entonces todos los países que exportan tendrían un incentivo para aplicar el mismo impuesto en sus propias fronteras, para evitar las pérdidas por impuestos en otros países. La implementación de este impuesto causaría una reacción en cadena presionando a todos los países para implementar el impuesto y cambiar a una economía de poco carbono. Así el mundo puede solucionar la crisis climática sin recurrir a las negociaciones internacionales de la UNFCCC, los mercados de carbono y la nueva colonización de una "economía verde".

Políticamente un programa de impuesto y repartimiento sería popular porque la mayoría de la población ganaría más en el repartimiento equitativa que gastaría en los costos más altos de energía. Los ricos que consumen más carbono, pagarían más, entonces el programa sería una redistribución de riqueza hacia los menos adinerados.

Aunque impuestos y otros mecanismos económicos para cambiar los incentivos son necesarios para reorientar la economía, solo un cambio de políticas no será suficiente para salvar el planeta. Para construir a una nueva economía no basada en el derroche de energía y crear una mejor sociedad no dedicada a la acumulación de bienes materiales, hay que pensar en otros estilos de vida, los que son más orientados a los logros espirituales y morales que los logros materiales, y más preocupados por el bien común que los bienes del mercado.

Para crear la conciencia y la práctica de una vida alternativa, hay que enfocarse en más que la política. También hay que enfocarse en la creación de centros de vida alternativa que pueden servir como ejemplos y focos para difundir la vida alternativa y sus valores al público. Estos centros pueden estar basados en valores indígenas o pueden incorporar los mejores valores de un movimiento ecológico internacional, pero deben estar en armonía con la Madre Tierra, con ojos para soluciones factibles. Bolivia ya tiene suficientes marcos teóricos para solucionar la crisis climática. Lo que Bolivia necesita son prácticas reales que viabilicen y realicen estos marcos teóricos para lograr la vida alternativa que no está basada en el desarrollo sucio y la destrucción de la biósfera.

11. Referencias

- 3Tier. 2009-06-05. *Atlas Eólico de Bolivia: Informe Final*.
http://www.tde.com.bo/eolico/5_Informe_Atlas_Eolico_de_Bolivia.pdf
- ADN Radio. 2009-08-02. Bolivia exportará electricidad en el 2015. <http://www.adnradio.cl/noticia/bolivia-exportaraelectricidad-en-el-2015/20090802/nota/854547.aspx>
- AE (Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad). 2013. *Anuario Estadístico 2012*. Ministerio de Hidrocarburos y Energía. La Paz, Bolivia. <http://sawi.ae.gob.bo/docfly/app/webroot/uploads/IMG-ANUARIO-rloza-2013-07-23-ANUARIOAE2012.pdf>
- Alvarez, R.A., S.W. Pacala, J.J. Winebrake, W.L. Chameides y S.P. Hamburg. 2012. Greater focus needed on methane leakage from natural gas infrastructure. *PNAS*. (109: 17) 6435-6440.
www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1202407109
- América Economía. 2011-09-13. Uso per cápita de energía en Bolivia se cuadruplica desde el 2006.
<http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/uso-capita-de-energia-en-bolivia-se-cuadruplica-desde-el-2006>
- American Physical Society. 2011. Direct Air Capture of CO₂ with Chemicals: A Technology Assessment for the APS Panel on Public Affairs. <http://www.aps.org/policy/reports/assessments/upload/dac2011.pdf>
- Andersen, Lykke. 2009-03-16. Bolivia's high CO₂ emissions. Center for Economic and Environmental Modeling and Analysis (CEEMA), INESAD. <http://inesad.edu.bo/developmentroast/2009/03/bolivias-high-co2-emissions>
- Andersen, Lykke. 2009. Cambio Climático en Bolivia: Impactos sobre Bosque y Biodiversidad. Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo. <http://core.kmi.open.ac.uk/download/pdf/6309539.pdf>
- Anderson, Kevin y Alice Bows. 2008. Reframing the climate change challenge in light of post-2000 emission trends. *Phil. Trans. R. Soc. A* 366. doi: 10.1098.
<http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/366/1882/3863.full.pdf>
- Anderson, Kevin. 2012-09. Climate change going beyond dangerous – Brutal numbers and tenuous hope, *Development Dialogue*. http://www.whatnext.org/resources/Publications/Volume-III/Single-articles/wnv3_andersson_144.pdf
- APCBolivia (Agencia Plurinacional de Comunicación de Bolivia). 2013-02-28. Conocimiento y empoderamiento: "Saberes ancestrales" para enfrentar el cambio climático.
<http://www.apcbolivia.org/inf/noticia.aspx?fill=1628&Id=8&D86Fv&fil=9&hsdate=10&BD54SSDfecdada=&%FS45>
- Australian Broadcasting Corporation. 2013-02-11. 9pc drop in emissions from power generators.
<http://www.abc.net.au/news/2013-02-11/carbon-tax-emissions-drop/4512782>
- Banco Mundial. 2009. *World Development Report 2010: Development and Climate Change*.
<http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2010/Resources/5287678-1226014527953/WDR10-Full-Text.pdf>
- Batto, Amos B. 2013. El riesgo de fracking en Bolivia. <http://www.reaccionclimatica.org/klab/fracking>
- Batto, Amos B. 2014. Las espumas del carnaval son dañinas para el medio ambiente.
<http://www.reaccionclimatica.org/rc/EspumasDeCarnavalV2.pdf>
- Berners-Lee, Mike. 2010. *How Bad Are Bananas?: The Carbon Footprint of Everything*. Profile Books: London.
- Bloomberg. 2012-11-01. Wind farm operation and maintenance costs plummet.
<https://www.bnef.com/PressReleases/view/252>
- BNAmericas. 2013-06-12. YPF e YPFB firman acuerdos para exploración en Bolivia.
<http://www.bnamericas.com/news/petroleoygas/ypf-e-ypfb-firman-acuerdos-para-exploracion-en-bolivia>
- Boden, T., G. Marland y B. Andres. Acceso 2013-10-25a. Total carbon emissions from fossil fuel consumption

- and cement production (million metric tons of C). Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), Oak Ridge National Laboratory. http://cdiac.ornl.gov/ftp/ndp030/CSV-FILES/global.1751_2010.csv
- Boden, T., G. Marland y B. Andres. Acceso 2013-10-25b. Bolivia (Plurinational State of): National CO2 Emissions from Fossil-Fuel Burning, Cement Manufacture and Gas Flaring: 1928-2010. http://cdiac.ornl.gov/CO2_Emission/timeseries/downloads/filename/National_CO2_emission_Bolivia,%20Plurinational%20State%20of_4205.csv
- Bolpress. 2005-10-24. Hidroeléctrica dotará de energía a Guayaramerín y Riberalta. <http://www.bolpress.com/art.php?Cod=2005003959>
- Bolpress. 2012-05-15. Bolivia rebosante de energía solar, eólica y micro hidráulica. <http://www.bolpress.com/art.php?Cod=2012051507>
- Bolpress. 2012-12-12. Contratan a Sinohydro para acelerar la construcción de la hidroeléctrica en Cachuela Esperanza. <http://www.bolpress.com/art.php?Cod=2012121201>
- Bond T.C., S.J. Doherty, D.W. Fahey, P.M. Forster, T. Berntsen, B.J. DeAngelo, M.G. Flanner, S. Ghan, B. Kärcher, D. Koch, S. Kinne, Y. Kondo, P.K. Quinn, M.C. Sarofim, M.G. Schultz, M. Schulz, C. Venkataraman, H. Zhang, S. Zhang, N. Bellouin, S.K. Guttikunda, P.K. Hopke, M.Z. Jacobson, J.W. Kaiser, Z. Klimont, U. Lohmann, J.P. Schwarz, D. Shindell, T. Storelvmo, S.G. Warren28, C.S. Zender. 2013. Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. (118: 11) 5380–5552. DOI: 10.1002/jgrd.50171. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jgrd.50171/pdf>
- Bush, M.B., J.A. Hanselman y W.D. Gosling. 2010. Nonlinear climate change and Andean feedbacks: an imminent turning point? *Global Change Biology*. (16: 12), 3223–3232. <http://www.westfield.ma.edu/uploads/GCBstudy.pdf>
- Butler, Rhett. 2013-05-13. Deforestation will undercut effectiveness of rainforest dams. <http://news.mongabay.com/2013/0513-dams-deforestation.html>
- CAIT 2.0, World Resources Institute. 2013. <http://cait2.wri.org>
- CAIT 8.0, World Resources Institute. 2012. <http://www.tsp-data-portal.org/Breakdown-of-GHGEmissions-by-Sector-and-Gas>
- Carlsson-Kanyama, A., y A.D. Gonzales. 2009. Potential Contributions of Food Consumption Patterns to Climate Change. *American Journal of Clinical Nutrition*. 89 (5):1704S–09S. <http://ajcn.nutrition.org/content/89/5/1704S.full.pdf>
- Castro Zuruguay, Víctor. 2011-12-09. Tarija define sitio para el proyecto de energía eólica. El Cambio. <http://www.cambio.bo/noticia.php?fecha=2011-12-09&idn=60028>
- CBHE (Camara Boliviana de Hidrocarburos y Energía). 2014-05-16. El Gobierno invertirá \$us 1.800 millones en plantas petroquímicas. http://www.cbhe.org.bo/index.php?cat=331&pla=3&id_articulo=70153
- CEDIB (Centro de Documentación e Información Bolivia). 2013-06-03. Ampliación de áreas hidrocarburíferas pone en riesgo sistema de áreas protegidas de Bolivia. <http://www.cedib.org/documentos/ampliacion-de-areashidrocarburiferas-pone-en-riesgo-sistema-de-areas-protegidas-de-bolivia-cedib/>
- Climate Justice Now. 2010-12-11. Bolivia condena la adopción del acuerdo de Copenhague II en Cancún. <http://www.climate-justicenow.org/es/bolivia-condena-la-adopcion-del-acuerdo-de-copenhague-ii-en-cancun/>
- CNI Noticias (Cámara Nacional de Industrias Noticias). 2014-01-23. Subsidio a hidrocarburos baja a \$us 922 millones por políticas estatales. <http://www.cninoticias.com/noticias/subsidio-hidrocarburos-baja-us-922-millones-por-politicas-estatales/>
- Cochrane, T. A., T. J. Killeen y O. Rosales. 2007. *Agua, gas y agroindustria: gestión sostenible de agua para riego agrícola en Santa Cruz, Bolivia*. Conservation International Bolivia, La Paz, Bolivia. http://www.conservation.org.bo/files/pdf_libro_de_aguas.pdf
- Colborn, T., C. Kwiatkowski, K. Schultz y M. Bachran. 2011. Natural Gas Operations from a Public Health

- Perspective. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal. 17 (5): 1039–056. <http://cce.cornell.edu/EnergyClimateChange/NaturalGasDev/Documents/PDFs/fracking%20chemicals%20from%20a%20public%20health%20perspective.pdf>
- Cox, P.M., R.A. Betts, M. Collins, P.P. Harris, C. Huntingford y C.D. Jones. 2004. Amazonian forest dieback under climate-carbon cycle projections for the 21st century. *Theoretical and Applied Climatology*. 78: 1-3. p. 137-156. http://empslocal.ex.ac.uk/people/staff/pmc205/papers/2004/Cox_et_al_04_TAC.pdf
- Cox, P.M, D. Pearson, B.B. Booth, P. Friedlingstein, C. Huntingford, C.D. Jones y C.M. Luke. 2013. Sensitivity of tropical carbon to climate change constrained by carbon dioxide variability. *Nature*. 494: 341-344. 10.1038/nature11882. Resumen: http://www.ceh.ac.uk/news/news_archive/planet-lungs-sensitive-global-warming_2013_06.html
- Cramer, Wolfgang. 2009-11-25. Changing climate, land use and fire in Amazonia under high warming scenarios. 4 Degrees and Beyond International Climate Conference, Oxford, <http://podcasts.ox.ac.uk/changing-climate-land-useand-fire-amazonia-under-high-warming-scenarios>
- dams-info.org. Acceso 2014-03-20. Represas en Amazonia. <http://dams-info.org/es>
- Decreto Supremo 1696. <http://www.ucordillera.edu.bo/jdownloads/BoletinesComunicados/decreto1696.pdf>
- EarthJustice y ACJP. 2009-01-29. The Role of Black Carbon in Endangering World Heritage Sites Threatened by Glacial Melt and Sea Level Rise. http://www.climatejustice.org.au/sites/default/files/EARTHJUSTICE%20AND%20CLIMATE%20JUSTICE%20BLACK%20CARBON%20PETITION%2029%2001%2009_0.pdf
- Economía Bolivia. 2013-10-30. YPFB requiere invertir \$us 40.670 millones para el sector hidrocarburos hasta 2025. <http://www.economiabolivia.net/2013/10/30/ypfb-requiere-invertir-us-40-670-millones-para-el-sector-hidrocarburoshasta-2025/>
- EDGAR 4.2. 2013. Comisión Europea, http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=GHGts_pc1990-2010
- EEC-GNV (Entidad Ejecutora de Conversión a Gas Natural Vehicular). 2014-01. Boletín informativo de la EEC-GNV, No. 2. Ministerio de Hidrocarburos y Energía. <http://www.eecgnv.gob.bo/entidades/enero2014.pdf>
- EEC-GNV (Entidad Ejecutora de Conversión a Gas Natural Vehicular). Acceso: 2014-04-30. Ejecución presupuestaria al 30 de junio de 2013 en Bolivianos (Fuente SIGMA). Ministerio de Hidrocarburos y Energía. <http://www.eecgnv.gob.bo/node/35>
- EIA (U.S. Energy Information Administration). 2014-04-17. How much carbon dioxide is produced per kilowatthour when generating electricity with fossil fuels? <http://www.eia.gov/tools/faqs/faq.cfm?id=74&t=11>
- EIA (U.S. Energy Information Administration). Acceso 2013-10-17. U.S. Natural Gas Wellhead Price (Dollars per Thousand Cubic Feet). <http://www.eia.gov/dnav/ng/hist/n9190us3a.htm>
- EIA (US Energy Information Administration). 2012-08-23. Bolivia: Background. <http://www.eia.gov/countries/analysisbriefs/Bolivia/bolivia.pdf>
- EIA (US Energy Information Administration). 2012. *Annual Energy Review 2011*. <http://www.eia.gov/totalenergy/data/annual/pdf/aer.pdf>
- EIA (US Energy Information Administration). 2013-01-28. Levelized Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2013. http://www.eia.gov/forecasts/aeo/electricity_generation.cfm
- EIA (US Energy Information Administration). Acceso 2014-04-29. <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm>
- El Cambio. 2011-09-07. Bolivia produce arroz con menor valor que la región. <http://www.cambio.bo/noticia.php?fecha=2011-09-07&idn=53940>
- El Cambio. 2012-01-26. YPFB: Bolivia recibe \$us 5 mil millones por cada TCF de gas. <http://www.cambio.bo/noticia.php?fecha=2012-01-26&idn=63176>

- El Cambio. 2012-08-25. Bolivia triplicará reservas de gas natural en tres años. <http://www.cambio.bo/noticia.php?fecha=2012-08-25&idn=77954>
- El Cambio. 2012-11-23. YPFB reducirá \$us 283 millones al costo de subsidio de gasolina. <http://noticiasdesdebolivia.blogspot.com/2012/11/ypfb-reducira-us-283-millones-al-costo.html>
- El Cambio. 2014-02-01. Energía eólica subirá a 20 MW hasta 2015. <http://www2.cambio.bo/?q=energ%C3%ADa-e%C3%B3licasubir%C3%A1-20-mw-hasta-2015>
- El Deber. 2012-12-08. Bolivia da paso clave en megaproyecto eléctrico, <http://www.eldeber.com.bo/bolivia-da-paso-clave-en-megaproyectoelctrico/121217221224>
- El Deber. 2013-06-04. Bolivia es uno de los países que más sufre por el cambio climático. <http://www.eldeber.com.bo/bolivia-es-uno-de-los-paises-que-mas-sufre-por-el-cambio-climatico/130604182010>
- El Deber. 2014-05-13. 'Shale gas' desafía el negocio boliviano. <http://www.hidrocarburosbolivia.com/boliviainmenu-117/upstream/68111-shale-gas-desafia-el-negocio-boliviano.html>
- El Día. 2013-02-14. Bolivia produce arroz solo para el mercado local. http://www.eldia.com.bo/index.php?cat=1&pla=3&id_articulo=110276
- El Potosí. 2013-01-17. Bajaron las reservas de gas natural en Bolivia. <http://www.elpotosi.net/2013/01/17/14.php>
- Elgie, Stewart y Jessica McClay. 2013-07. BC's Carbon Tax Shift after Five Years: Results: An environmental (and economic) success story. <http://www.sustainableprosperity.ca/dl1026&display>
- Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2008. En línea: Instituto Nacional de Estadística (INE). <http://www.ine.gob.bo/indice/general.aspx>
- ENDE (Empresa Nacional de Electricidad). 1987. Inventario de potencial hidroenergético de Bolivia .
- EPA (US Environmental Protection Agency). Acceso 2013-05-23. Clean Energy: Calculations and References. <http://www.epa.gov/cleanenergy/energyresources/refs.html>
- EPA (US Environmental Protection Agency). 2004-11. Unit conversions, emissions factors, and other reference data .
- EV Wind. 2009-11-15. Bolivia busca financiación para dos parques eólicos. <http://www.evwind.com/2009/11/15/bolivia-busca-financiacion-para-dos-parques-eolicos/>
- FAN (Fundación Amigos de la Naturaleza). 2013-08. Dinámica de incendios y quemadas en Bolivia Análisis histórico 2000 a 2012. http://www.fan-bo.org/fan/?dl_id=141
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2010a. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: Informe principal*. Roma, Italia. <http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2010b. *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010: Informe Nacional: Bolivia (Estado Plurinacional de)*. Departamento Forestal. Roma, Italia. <http://www.fao.org/docrep/013/al461s/al461s00.pdf>
- FAOSTAT (Estadística de la FAO). Acceso 2013-10-25. <http://faostat.fao.org/site/368/DesktopDefault.aspx?PageID=368>
- Fearnside, Phillip. M. s/f. "Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams in tropical forests" En: *The Encyclopedia of Energy*. (en prensa) John Wiley & Sons: New York. http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Preprints/2011/Fearnside-Greenhouse%20gas%20Emissions%20from%20Dams-Wiley.pdf
- Fernández F., Miguel. 2013-01-16. Bolivia ya se acerca a la tecnología de parques eólicos. <http://borradorum.blogspot.com/2013/01/bolivia-ya-se-acerca-la-tecnologia-de.html>
- Fernández, Roberto A. 1987. Influencia del sistema desmonte-reforestación con pinus SPP sobre algunas

- características químicas de los suelos. *Ciencia del Suelo* (5:2), p. 123-9.
http://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol_5n2/Fernandez.pdf
- Finer, Matt y Clinton. N. Jenkins. 2012. Proliferation of Hydroelectric Dams in the Andean Amazon and Implications for Andes-Amazon Connectivity. *PLoS ONE* 7(4): e35126, <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0035126>
- Flores Bedregal, Teresa, C.A. Solíz, K. Nagumo y C.H. Capriles. 2011. *Análisis Institucional sobre la Adaptación al Cambio Climático en Bolivia: Una evaluación de la sociedad civil y recomendaciones para la acción*. Informe ARIA 2010, La Paz, Bolivia. http://kp.iadb.org/Adaptacion/es/Cono-Sur/Documentos%20Cono%20Sur/Analisis_institucion_ACC.%20Bolivia.pdf
- Flores Bedregal, Teresa. 2010. *Bolivia ante el Cambio Climático: Recomendaciones para la Adaptación*. Asociación Prodefensa de la Naturaleza. La Paz, Bolivia. <http://prodena.org/web/wp-content/uploads/2011/07/CC-Bolivia-TFB-2010.pdf>
- FM Bolivia. 2009-08-04. Bolivia planea exportar electricidad a Brasil, Perú y Chile. <http://www.fmbolivia.com.bo/noticia14671-bolivia-planea-exportar-electricidad-a-brasil-peru-y-chile.html>
- FM Bolivia. 2009-10-07. Anuncian que en noviembre arranca proyecto hidroeléctrico Tahuamanu. <http://www.fmbolivia.com.bo/noticia17648-anuncian-que-en-noviembre-arranca-proyecto-hidroelectricotahuamanu.html>
- FM Bolivia. 2009-11-21. ENDE define 3 zonas para producir energía eólica. <http://www.fmbolivia.tv/ende-define-3-zonas-paraproducir-energia-eolica/>
- FMENCNS (Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety). 2010-09-28. The Federal Government's energy concept of 2010 and the transformation of the energy system of 2011. Berlin, Alemania. http://www.germany.info/contentblob/3043402/Daten/1097719/BMUBMWi_Energy_Concept_DD.pdf
- Fundación Amigos del Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. 2009-06. Informe Técnico Final : Cultivos Sostenibles para Biocombustibles .
- Gathorne-Hardy, Alfred. 2013. Greenhouse gas emissions from rice, RGTW Working Paper Number 3. http://www.southasia.ox.ac.uk/sites/sias/files/documents/GHG%20emissions%20from%20rice%20-%20%20working%20paper_0.pdf
- Gatti, L.V. et al. 2014. Drought sensitivity of Amazonian carbon balance revealed by atmospheric measurements. *Nature* 506. p. 76–80. <http://www.nature.com/nature/journal/v506/n7486/full/nature12957.html>
- Gibbs, Holly, et al. 2007. Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality, *Environ. Res. Lett.* 2, <http://iopscience.iop.org/1748-9326/2/4/045023/fulltext/>
- Hansen J., P. Kharecha, M. Sato, F. Ackerman, P.J. Hearty, O. Hoegh-Guldberg, S. Hsu, F. Krueger, C. Parmesan, S. Rahmstorf, J. Rockstrom, E.J. Rohling, J. Sachs, P. Smith, K. Steffen, L. Van Susteren, K. von Schuckmann, J.C. Zachos . s.f. Scientific Case for Avoiding Dangerous Climate Change to Protect Young People and Nature. <http://arxiv.org/pdf/1110.1365v3>
- Hansen, J. et al. 2013b. Assessing “Dangerous Climate Change”: Required Reduction of Carbon Emissions to Protect Young People, Future Generations and Nature. *PlosONE*. DOI: 10.1371/journal.pone.0081648. <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0081648>
- Hansen, J., M. Sato, P. Kharecha y K. von Schuckmann. 2011. Earth's energy imbalance and implications. *Atmos. Chem. Phys.* 11:13421–49. <http://www.atmos-chem-phys.net/11/13421/2011/acp-11-13421-2011.pdf>
- Hansen, J., M. Sato, G. Russell y P. Kharecha. 2013a. Climate Sensitivity, Sea Level, and Atmospheric CO₂, *Phil. Trans. R. Soc. A* . 371: 20120294. <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/371/2001/20120294.full.pdf>
- Hansen, J., M. Sato, P. Kharecha, D. Beerling, R. Berner, V. Masson-Delmotte, M. Pagan, M. Raymo, D.L. Royer y J.C. Zachos. 2008. Target Atmospheric CO₂: Where Should Humanity Aim? *Open Atmos. Sci.* 2:

- 217–31. http://www.columbia.edu/~jeh1/2008/TargetCO2_20080407.pdf
- Hansen, J., P. Kharecha y M. Sato. 2013c. Climate forcing growth rates: doubling down on our Faustian bargain. *Environmental Research Letters*. 8: 011006 (9pp). http://iopscience.iop.org/1748-9326/8/1/011006/pdf/1748-9326_8_1_011006.pdf
- Hansen, James. 2009. *Storms of my Grandchildren: The Truth about the Coming Climate Catastrophe and Our Last Chance to Save Humanity*. Bloomsbury USA: New York.
- HCB. 2009-08-02. Bolivia exportará electricidad en el 2015. <http://www.hidrocarburosbolivia.com/bolivia-mainmenu-117/inversion-industrializacion/20274-bolivia-exportara-electricidad-en-el-2015-.html>
- HCB. 2012-07-16. 400 millones de dólares para hidroeléctrica Miguillas, <http://www.hidrocarburosbolivia.com/bolivia-mainmenu-117/energia/54391-400-millones-de-dolares-parahidroelectrica-miguillas.html>
- HCB. 2012-10-01. Ende desahucia la instalación de las torres para energía eólica en Tarija. <http://www.hidrocarburosbolivia.com/bolivia-mainmenu-117/energia/56824-ende-desahucia-la-instalacion-de-lastorres-para-energia-eolica-en-tarija.html>
- HCB. 2013-09-26. Falta de gas posterga construcción de fábrica de cemento en Potosí. <http://www.hidrocarburosbolivia.com/bolivia-mainmenu-117/downstream/64673-falta-de-gas-posterga-construccionde-fabrica-de-cemento-en-potosi.html>
- HCB. 2012-11-15. Afirman que subsidio es 41% más bajo que el monto oficial <http://www.hidrocarburosbolivia.com/bolivia-mainmenu-117/downstream/57993-afirman-que-subsidio-es-41-mas-bajo-que-el-monto-oficial.html>
- Hoffmann, Dirk y Cecilia Requena. 2012. *Bolivia en un mundo 4 grados más caliente: Escenarios sociopolíticos ante el cambio climático para los años 2030 y 2060 en el altiplano norte*. Plural Editores: La Paz, Bolivia. http://www.cambioclimatico-bolivia.org/archivos/20130324051408_0.pdf
- Hoffmann, Dirk y Teresa Torres-Heuchel, eds. 2014. *Cambio Climático en Bolivia: Lo mejor del Klimablog 2011-2013*. Instituto Boliviano de la Montaña. La Paz, Bolivia.
- Houghton, Richard A. 2009. Emissions of Carbon from Land Management. Background note for World Bank. 2009. *World Development Report 2010: Development and Climate Change*. http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2010/Resources/5287678-1255547194560/WDR2010_BG_Note_Houghton.pdf
- Howarth, R., Renee Santoro y A. Ingraffea. 2011. Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations: A letter, *Climatic Change Letters*. (105:5) <http://graphics8.nytimes.com/images/blogs/greeninc/Howarth2011.pdf>
- Hoy Bolivia. 2009-04-20. 8,5 millones de focos ahorradores se entregaron en Bolivia. <http://www.hoybolivia.com/Noticia.php?IdNoticia=13758>
- iAgua. 2014-03-10. La hidroeléctrica boliviana Misicuni necesita una inversión adicional de 40 millones de dólares. <http://bolivia.iagua.es/noticias/bolivia/14/03/10/la-hidroelectrica-boliviana-misicuni-necesita-una-inversion-adicional-de-40-millones-de-dolares-46589>
- INE (Instituto Nacional de Estadística). Acceso 2013-10-25. Estadísticas económicas > Estadísticas por actividad económica > Hidrocarburos > Producción bruta y neta de gas natural. <http://www.ine.gob.bo/indice/general.aspx?codigo=40105>
- INE (Instituto Nacional de Estadística). <http://www.ine.gob.bo>
- INE (Instituto Nacional de Estadística). s.f. Bolivia: Hogares por disponibilidad de energía eléctrica, según área geográfica, 2000 - 2009: En porcentaje. <http://www.ine.gob.bo/indicadoresddhh/vivi12.asp>
- INESAD. 2013-09-01. Infografía: Cómo Vivir Bien en Bolivia. <http://www.inesad.edu.bo/simpachamama/es/2013/09/infografia-como-vivir-bien-en-bolivia/>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas

- Inventories. Amit Garg, Kainou Kazunari y Tinus Pulles. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>
- Karion, A., C. Sweeney, G. Pétron, G. Frost, R.M. Hardesty, J. Kofler, B.R. Miller, T. Newberger, S. Wolter, R. Banta, A. Brewer, E. Dlugokencky, P. Lang, S.A. Montzka, R. Schnell, P. Tans, M. Trainer, R. Zamora y S. Conley. 2013. Methane emissions estimates from airborne measurements over a western United States natural gas field. *Geophysical Research Letters*. (40:16) 4393–4397. ftp://ftp.cmdl.noaa.gov/hats/papers/montzka/2012_pubs/in%20review_Karion%20et%20al%202012.pdf
- Keith, D.W., M. Ha-Duong y J.K. Stolaroff. 2006. Climate strategy with CO2 capture from the air. *Climate Change*. 74: 17-45. <http://keith.seas.harvard.edu/papers/51.Keith.2005.ClimateStratWithAirCapture.e.pdf>
- Kemenes, A., B.R. Forsberg y J.M. Melack. 2006-04. Gas Release below Balbina Dam, Proceedings of 8 ICSHMO, Foz do Iguaçu, Brazil, INPE, p. 663-667. http://mtc-m15.sid.inpe.br/col/cptec.inpe.br/adm_conf/2005/10.28.15.28/doc/663-668.pdf
- Kemenes, A., B.R. Forsberg y J.M. Melack. 2008. Hidrelétricas e o aquecimento global. *Ciência Hoje*. 41: 20-5. http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/revista-ch-2008/245/pdf_abertos/hidreletricas245.pdf/at_download/file
- Kemenes, A., B.R. Forsberg y J.M. Melack. 2011. CO2 emissions from a tropical hydroelectric reservoir (Balbina, Brazil). *Journal of Geophysical Research*. Vol. 116, G03004. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2010JG001465/pdf>
- Kemenes, A., B.R. Forsberg y J.M. Melack. s/f. CO2 release from a tropical hydroelectric (Balbina, Brazil). <http://lba.inpa.gov.br/coAlexandreKemenes,BruceR.ForsbergandJohnM.Melacknferencia/apresentacoes/apresentacoes/647.pdf>
- Killeen, T.J., A. Guerra, M. Calzada, L. Correa, V. Calderon, L. Soria, B. Quezada y M.K. Steininger. 2008. Total Historical Land-Use Change in Eastern Bolivia: Who, Where, When, and How Much? *Ecology and Society*. 13 (1): 36. <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss1/art36/>
- Killeen, T.J., V. Calderon, L. Soria, B. Quezada, M.K. Steininger, G. Harper, L.A. Solórzano y C.J. Tucker. 2007. Thirty Years of Land-cover Change in Bolivia. *Ambio*. 36(7): 600-606. <http://museoelkempff.org/sitio/Informacion/Publicaciones/2010/30%20anos%20CUS%20Bolivia.pdf>
- Killeen, Tim J. s.f. Amazon Deforestation Rates by Country and Time Period. http://www.ucsusa.org/assets/documents/global_warming/Killeen-Amazon-Deforestation-Summary-Data-v-4.xlsx
- Klein, Herbert S. 2002. *Historia de Bolivia*, 3a ed. Liberia Editorial "Juventud": La Paz, Bolivia.
- Klimablog. 2013-11-04. Encuentro Nacional de la Sociedad Civil sobre Cambio Climático. <http://www.cambioclimatico-bolivia.org/pdf/cc-20131104-Encuentro.pdf>
- Kuuskraa, V., S. Stevens, T. Van Leeuwen, K. Moodhe. 2011-04. *World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States*. Advanced Resources International (ARI). <http://www.adv-res.com/pdf/ARI%20EIA%20Intl%20Gas%20Shale%20APR%202011.pdf>
- La Razón, 2012-08-21. Reestructuración del sector Eléctrico de Bolivia. Nivalde J. de Castro y Carlos Alberto Franco França. http://www.la-razon.com/opinion/columnistas/Reestructuracion-sector-Elctrico-Bolivia_0_1672632829.html
- La Razón. 2007-12-19. Bolivia: víctima del cambio climático. <http://www.santacruz.gob.bo/prensa/contenido.php?IdNoticia=1331&IdMenu=9>
- La Razón. 2013-01-08. Se generarán 6.000 MW con cuatro proyectos. http://www.la-razon.com/economia/generaran-MW-proyectos_0_1757224284.html
- La Razón. 2013-02-26. Gobierno incrementará Renta Dignidad en función a ingresos proyectados por YPF en

2012. http://www.la-razon.com/economia/Gobierno-incrementara-Renta-Dignidad-YPFB_0_1786621390.html
- La Razón. 2013-04-07. Consumo de carne de pollo en el país creció en 56% en siete años”, http://www.larazon.com/economia/Consumo-carne-pollo-crecio-anos_0_1810019076.html
- La Razón. 2013-06-05. Bolivia es el más afectado por cambio climático. http://www.la-razon.com/sociedad/Boliviaafectado-cambio-climatico_0_1846015403.html
- La Razón. 2013-08-12. Bolivia: Termoeléctrica del Sur subirá a 400 MW su oferta. http://www.larazon.com/economia/Termoelectrica-Sur-subira-MW-oferta_0_1886811329.html
- La Razón. 2013-09-21. En octubre se licitarán obras para cementera estatal en Oruro. http://www.la-razon.com/economia/octubrelicitaran-cementera-estatal-Oruro_0_1910808934.html
- La Razón. 2014-01-03. Morales inaugura primer parque eólico que aportará 3 MW al SIN. http://www.larazon.com/economia/Morales-inaugura-parque-aportara-MW_0_1973202693.html
- La Razón. 2014-01-09. La CAF otorga a Bolivia \$us 94,8 millones para proyecto hidroeléctrico San José, http://www.la-razon.com/economia/CAF-Bolivia-hidroelectrico-SanJose_0_1976802400.html
- La Razón. 2014-01-28. YPF y sus subsidiarias invertirán \$us 1.860 MM en sector petrolero. http://www.larazon.com/economia/YPFB-subsidiarias-invertiran-MM-petrolero_0_1988201191.html
- La Razón. 2014-01-17. http://www.la-razon.com/economia/Bolivia-puede-enviar-MMMcd-Argentina_0_1981601867.html
- Lau, W.K.M, H.T. Wu y K.M. Kim. 2013. A canonical response of precipitation characteristics to Global Warming from CMIP5 models. *Geophysical Research Letters*. (40: 12) 3163-3169. http://sys.gsfc.nasa.gov/vis/a000000/a004000/a004074/CMIP5_rainfall_GRL.pdf. Resumen: <http://www.nasa.gov/topics/earth/features/wetter-wet.htm>
- Lesschen, J. P., M. van den Berg, H.J. Westhoek, H.P. Witzke, G.L. Velthof, O. Oenema. 2011. Greenhouse gas emission profiles of European livestock sectors. *Animal Feed Science and Technology*. 166-7, 16-28. Resumen: http://nitrogen.ceh.ac.uk/nitrogen2011/oral_presentations/S10_4_Lesschen.pdf
- Levitus, S., J.I. Antonov, T.P. Boyer, O.K. Baranova, H.E. Garcia, R.A. Locarnini, A.V. Mishonov, J.R. Reagan, D.Seidov, E.S. Yarosh y M.M. Zweng. 2012. World ocean heat content and thermosteric sea level change (0–2000 m), 1955–2010. *Geophysical Research Letters*. Vol. 39. L10603. <http://data.nodc.noaa.gov/woa/PUBLICATIONS/grlheat12.pdf>
- Lewis, David. 2010-12-07. EPA confirms high Natural Gas leakage rates. <http://theenergycollective.com/davidlewis/48209/epa-confirms-high-natural-gas-leakage-rates>
- Lewis, S., P.M. Brando, O.L. Phillips, G.M.F. van der Heijden y D. Nepstad. 2011. The 2010 Amazon Drought. *Nature*. 331. <http://sciences.blogs.liberation.fr/files/secheresse-amazone-2010.pdf>
- LIDEMA (Liga de Defensa del Medio Ambiente). 2010. Vulnerabilidad de los medios de vida ante el cambio climático en Bolivia. La Paz, Bolivia. http://www.lidema.org.bo/portal/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=137&Itemid=329
- López, Enrique. s/f. Política hidroeléctrica en Bolivia. <http://plataformaenergetica.org/system/files/PRESENTACIONENRIQUEGOMEZ.ppt>
- Los Tiempos. 2013-08-10. Preven que Misticuni se concluya entre 2014 y 2015. http://www.lostiempos.com/diario/actualidad/local/20130811/preven-que-misticuni-se-concluyaentre-2014-y-2015_224031_483545.html
- Mann, Charles C. 2005. *1491: New Revelations of the Americas before Columbus*. Vintage Books: New York.
- McConnell, Brian. 2013-04-23. Solar Energy: This Is What a Disruptive Technology Looks Like. <https://medium.com/armchair-economics/cbc9fdd91209>
- Mecanismo Conjunto de Mitigación y Adaptación para el Manejo Integral y Sustentable de los Bosques.

http://www.boliviarrural.org/index.php?option=com_zoo&task=item&item_id=187&Itemid=55

- Meinshausen, M., N. Meinshausen, W. Hare, S.C.B. Raper, K. Frieler, R. Knutti, D.J. Frame y M.R. Allen. 2009. Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2° C. *Nature*. 458: 1158-1163, <https://www1.ethz.ch/iac/people/knutti/papers/meinshausen09nat.pdf>
- Mendonça, R., N. Barros, L.O. Vidal, F. Pacheco, S. Kosten y F. Roland. 2012. "Greenhouse Gas Emissions from Hydroelectric Reservoirs: What Knowledge Do We Have and What is Lacking?" En: *Greenhouse Gases - Emission, Measurement and Management*. Guoxiang Liu, ed. InTech. p. 55-78. http://cdn.intechopen.com/pdfs/32342/InTech-Greenhouse_gas_emissions_from_hydroelectric_reservoirs_what_knowledge_do_we_have_and_what_is_lacking.pdf
- MHyE (Ministerio de Hidrocarburos y Energía). 2011. Plan Estratégico Institucional: 2011-2015 "Energía con Soberanía". La Paz, Bolivia. <http://www2.hidrocarburos.gob.bo/phocadownload/Plan%20Estrategico%20Institucional%202011-2015.pdf>
- MHyE (Ministerio de Hidrocarburos y Energía). 2012. *Anuario Estadístico 2011: Producción, Transporte, Refinación, Almacenaje y Comercialización de Hidrocarburos*. La Paz, Bolivia. http://www2.hidrocarburos.gob.bo/phocadownload/Boletin_Estadistico_Anuario2011.pdf
- MHyE (Ministerio de Hidrocarburos y Energía). 2012-01-05. *Plan Optimo de Expansión del Sistema Interconectado Nacional 2012-2022*.
- MHyE (Ministerio de Hidrocarburos y Energía). 2013-09-12. Planta de Urea y Amoniaco inició obras en Cochabamba con garantía de provisión de gas. <http://www2.hidrocarburos.gob.bo/index.php/prensa/noticias/641-planta-de-urea-y-amoniaco-inici%C3%B3-obras-encochabamba-con-garant%C3%ADa-de-provisi%C3%B3n-de-gas.html>
- Mielke, Erik, Laura Diaz Anadon y Venkatesh Narayanamurti. 2010. Water Consumption of Energy Resource Extraction, Processing, and Conversion. Belfer Center of Harvard Kennedy School. <http://belfercenter.ksg.harvard.edu/files/ETIP-DP-2010-15-final-4.pdf>
- Ministerio De Comunicación. 2014-05-17. Presidente Evo da inicio a la era de la energía solar en Bolivia. Cobija, Bolivia. <http://www.comunicacion.gob.bo/?q=20140517/15521>
- MMAyA (Ministerio de Medio Ambiente y Agua). 2014-02. Borrador de la "Política Plurinacional de Cambio Climático para Vivir Bien".
- Molina Carpio, Jorge. 2014-05-06. ¿Es viable el proyecto Cachuella Esperanza? *Bolpress*. <http://www.bolpress.com/art.php?Cod=2010021203>
- Monbiot, George. 2006. *Heat: How to Stop the Planet Burning*, Penguin Books: London.
- Morales Ayma, Evo. 2010-09. La naturaleza, los bosques y los pueblos indígenas no estamos en venta, <http://www.reddmonitor.org/wordpress/wp-content/uploads/2010/09/ESP-Presidente-Morales-a-los-Pueblos-indigenas-reunidos-en-Quintana-roo-28.09.10.pdf>
- Morales Ayma, Evo. 2010-12-09. Discurso de Evo Morales en la Conferencia de Cancún: Intervención en sesión de alto nivel – COP 16. http://www.cctt.cl/correo/index.php?option=com_content&view=article&id=1793:discurso-de-evo-morales-encumbre-de-cancun&catid=18&Itemid=52
- Morales Ayma, Evo. 2010. *La tierra no nos pertenece, nosotros pertenecemos a la tierra*. Ministerio de Relaciones Exteriores. La Paz, Bolivia. http://bivica.org/upload/diplomacia-vida_uno.pdf
- Morgan, Geoffrey R. 2013-04-26. Expanding Market for Technologies to Clean Wastewater from Hydraulic Fracturing, <http://www.natlawreview.com/article/expanding-market-technologies-to-clean-wastewater-hydraulic-fracturing>
- MPD (Ministerio de Planificación del Desarrollo de Bolivia). 2007. El Cambio Climático en Bolivia (Análisis, síntesis de impactos y adaptación). La Paz, Bolivia.

<http://www.infoagro.net/programas/Ambiente/pages/marcos/Regi%C3%B3n%20Andina/Bolivia/Nivel%20Nacional/2Programa%20de%20cambio%20clim%C3%A1tico.pdf>

- MRE (Ministerio de Relaciones Exteriores) y MMayA (Ministerio de Medio Ambiente y Agua). 2012-08. Mecanismo Conjunto de Mitigación y Adaptación para el Manejo Integral de los Bosques y la Madre Tierra. <http://www.cipca.org.bo/files/Bosques/MECANISMO%20CONJUNTO%20DE%20MITIGACION%20Y%20ADAPTACION%20PARA%20EL%20MANEJO%20INTEGRAL%20Y%20SUSTENTABLE%20DE%20LOS%20BOSQUES%20Y%20LA%20MADRE.pdf>
- Müller, R., D. Müller, F. Schierhorn, G. Gerold y P. Pacheco. 2011. Proximate causes of deforestation in the Bolivian lowlands: An analysis of spatial dynamics. *Regional Environmental Change*. 12: 445-459.
- Nepstad, D.C., C.M. Stickler, B. Soares-Filho y F. Merry. 2008. Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. *Phil. Trans. R. Soc. B*, (363) 1737-1746. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2373903/pdf/rstb20070036.pdf>
- Nicola, Stefan. 2012-03-19. Germany's \$263 Billion Renewables Shift Biggest Since War. *BusinessWeek*. <http://www.businessweek.com/news/2012-03-18/germany-s-270-billion-renewables-shift-biggest-since-war>
- Nordgren, Marcos. 2011. Cambios Climáticos: Percepciones, efectos y respuestas en cuatro regiones de Bolivia. CIPCA. La Paz.
- Ometto, J.P., G. Sampaio, J. Marengo, T. Assis, G. Tejada y A.P. Aguiar. 2013. Climate Change and Land Use Change in Amazonia. Report for Global Canopy Programme and International Center for Tropical Agriculture as part of the Amazonia Security Agenda project.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2011. *World Population Prospects: The 2010 Revision*. <http://esa.un.org/wpp/Excel-Data/population.htm>
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2013. *World Population Prospects: The 2012 Revision*. <http://esa.un.org/unpd/wpp/unpp/p2k0data.asp>
- Opinión. 2012-03-09. 4,5 millones de familias ya utilizan los focos ahorradores en Bolivia. <http://www.opinion.com.bo/opinion/articulos/2012/0309/noticias.php?id=47223>
- Página Siete. 2014-04-22. YPFB genera 97% de utilidades de las 23 empresas públicas. <http://www.paginasiete.bo/economia/2014/4/22/ypfb-genera-utilidades-empresas-publicas-19477.html>
- Phillips, O.L., L.E. Aragao, S.L. Lewis, J.B. Fisher, et al. 2009. Drought sensitivity of the Amazon rainforest. *Science*. 323: 1344-1347. http://si-pddr.si.edu/bitstream/handle/10088/15939/stri_Phillips_et_al_with_Laurance_Science_2009.pdf
- Plan Patriótica del Bicentenario 2025. 2012. <http://comunicacion.presidencia.gob.bo/docprensa/pdf/20130123-11-36-55.pdf>, en cache: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:3MF_zs-4gKkJ:comunicacion.presidencia.gob.bo/docprensa/pdf/20130123-11-36-55.pdf
- PNCC (Programa Nacional de Cambios Climáticos). 2009a. *Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Bolivia: 2002 y 2004*. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. La Paz, Bolivia. http://orbit.dtu.dk/ws/files/53340878/GHG_Inventory_Bolivia_2002_2004.pdf
- PNCC (Programa Nacional de Cambios Climáticos). 2009b. *Segunda Comunicación Nacional del Estado Plurinacional de Bolivia ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. La Paz, Bolivia. <http://unfccc.int/resource/docs/natc/bolnc2.pdf>
- PNCC (Programa Nacional de Cambios Climáticos). 2009c. *Estrategia Nacional de Educación y Comunicación para el Cambio Climático*. Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Bolivia, http://orbit.dtu.dk/fedora/objects/orbit:119959/datastreams/file_2a846683-ba29-4365-b14d-57af0298ef33/content
- Rabatel A., B. Francou, A. Soruco, J. Gomez, B. Cáceres, J.L. Ceballos, R. Basantes, M. Vuille, J.E. Sicart, C. Huggel, M. Scheel, Y. Lejeune, Y. Arnaud, M. Collet, T. Condom, G. Consoli, V. Favier, V. Jomelli, R. Galarraga, P. Ginot, L. Maisincho, J. Mendoza, M. Menegoz, E. Ramirez, P. Ribstein, W. Suarez, M. Villacis

- y P. Wagnon. 2013. Current state of glaciers in the tropical Andes: a multi-century perspective on glacier evolution and climate change. *The Cryosphere* 7. <http://www.the-cryosphere.net/7/81/2013/tc-7-81-2013.pdf>
- Radio Erbol. 2010-04-26. García Linera: No nos vamos a convertir en guardabosques del norte. <http://ferreco.blogspot.com/2010/04/garcia-linera-no-nos-vamos-convertir-en.html>
- Radio Formula. 2013-11-18. Importante en COP 19 se avancen en compromisos Fondo Verde para el Clima: senador. <http://www.radioformula.com.mx/notas.asp?Idn=370541>
- Ramanathan V. y G. Carmichael. 2008. Global and regional climate changes due to black carbon. *Nature Geosciences*. http://www.climate.org/PDF/Ram_Carmichael.pdf
- Ramanathan, V. y Y. Feng. 2008. On avoiding dangerous anthropogenic interference with the climate system: Formidable challenges ahead. *PNAS*. (105: 38), 14245-14250. <http://www.pnas.org/content/early/2008/09/16/0803838105.full.pdf>
- REN21. 2012. Renewables 2012: Global Status Report. http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR2012_low%20res_FINAL.pdf
- Revista Petroquímica. 2013-06-13. Bolivia realizará exploraciones en áreas protegidas. <http://revistapetroquimica.com/bolivia-realizaraexploraciones-en-areas-protégidas/>
- Rodriguez Motellano, Armando. 2011-10. Reporte Cartografía de Quemadas e Incendios Forestales en Bolivia. Fundación Amigos de la Naturaleza. Santa Cruz, Bolivia. <http://queimadas.cptec.inpe.br/~rqueimadas/material3os/72151516-Reporte-de-Queimas.pdf>
- Rojas, Germán. 2010-05-02. El doble discurso del Gobierno. <http://eju.tv/2010/05/el-doble-discurso-del-gobierno/>
- Sanders, Bernie y Barbara Boxer. 2013. Sanders/Boxer Climate Legislation. <http://www.sanders.senate.gov/imo/media/doc/021413-2pager.pdf>
- Segnini, A., A. Posadas, R. Quiroz, D.M.B.P. Milori, C.M.P. Vaz y L. Martin-Neto. 2011. Soil carbon stocks and stability across an altitudinal gradient in southern Peru. (66:4) 213-220. <http://www.jswnonline.org/content/66/4/213.refs>
- Shaeffer, M., B. Hare, M. Rocha, J. Rogelj. 2013-07. Adequacy and feasibility of the 1.5°C long-term global limit. Climate Action Network Europe.
- Spracklen, D.V., S.R. Arnold y C.M. Taylor. 2012. Observations of increased tropical rainfall preceded by air passage over forests. *Nature*. 489, p. 282–285.
- StarMedia. 2014-05-27. Exportaciones de gas boliviano a Argentina y Brasil en primer trimestre de 2014. <http://noticias.starmedia.com/economia/exportaciones-gas-boliviano-argentina-brasil-en-primer-trimestre-2014.html>
- Steinfeld, H., P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales y C. De Haan. 2006. Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options. FAO (Organización de Alimentación y Agricultura). Roma, Italia. <http://www.europarl.europa.eu/climatechange/doc/FAO%20report%20executive%20summary.pdf>
- Stickler, C.M., M.T. Coe, M.H. Costa, D.C. Nepstad, D.G. McGrath, L.C.P. Dias, H.O. Rodrigues, B.S. Soares-Filho. 2013. Dependence of hydropower energy generation on forests in the Amazon Basin at local and regional scales. <http://www.pnas.org/content/early/2013/05/09/1215331110.full.pdf>
- Strom, Robert. 2007. *Hot House: Global Climate Change and the Human Condition*. Praxis Publishing: New York.
- TriplePundit. 2007-03-05. AskPablo: Glass vs. PET Bottles. <http://www.triplepundit.com/2007/03/askpablo-glass-vs-pet-bottles/>
- UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2012-10. Growing greenhouse gas emissions due to meat production. http://www.unep.org/pdf/unep-geas_oct_2012.pdf
- UNFCCC (Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático). Acceso 2014-01-29.

<http://unfccc.int/di/DetailedByParty/Event.do?event=go>

- Urioste E., Andrea. 2010-10. Deforestación en Bolivia: Una amenaza mayor al cambio climático. Fundación Friedrich Ebert. <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/bolivien/07570.pdf>
- US National Research Council. 2011. *Climate Stabilization Targets: Emissions, Concentrations, and Impacts over Decades to Millennia*. Washington, DC. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Projected_changes_in_yields_of_selected_crops_with_global_warming.png
- US Senate. 2013a. Climate Protection Act. <http://www.sanders.senate.gov/imo/media/doc/0121413-ClimateProtectionAct.pdf>
- US Senate. 2013b. Sustainable Energy Act. <http://www.sanders.senate.gov/imo/media/doc/021413-SustainableEnergyAct.pdf>
- van Groenigen, K.J., C. van Kessel y B.A. Hungate. 2013. Increased greenhouse-gas intensity of rice production under future atmospheric conditions. *Nature Climate Change*. (3): 288–291. <http://www.nature.com/nclimate/journal/v3/n3/full/nclimate1712.html>
- van Vuuren, D.P., M. Meinshausen, G.K. Plattner, F. Joos, K.M. Strassmann, S.J. Smith, T.M.L. Wigley, S.C.B. Raper, K. Riahi, F. de la Chesnaye, M.G.J. den Elzen, J. Fujino, K. Jiang, N. Nakicenovic, S. Paltsev y J.M. Reilly. 2008. Temperature increase of 21st century mitigation scenarios. *PNAS*. (105: 40) 15258–15262. <http://www.pnas.org/content/105/40/15258.full.pdf>
- Vásquez, Wálter. 2013-04-08. Bolivia sube y acelera inversión en exploración hidrocarburífera. *La Razón*. http://www.la-razon.com/economia/Bolivia-acelera-inversion-exploracion-hidrocarburifera_0_1811218873.html
- Vergara, W. y S. M. Scholz, eds. 2011. Assessment of the risk of Amazon dieback. Banco Mundial. p. i-xiv, 1-95. http://www.wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2010/11/24/000333037_20101124000244/Rendered/PDF/580370PUB0Asse10Box353792B01PUBLIC1.pdf
- VMEEA (Viceministro de Electricidad y Energías Alternativas). s/f. Energías Renovables y Eficiencia Energética en el Estado Plurinacional de Bolivia. http://cefir.org.uy/wp-content/uploads/downloads/2012/01/EERR_Bolivia.pdf
- VMICTAH (Viceministerio de Industrialización, Comercialización, Transporte y Almacenaje de Hidrocarburos). 2013. *Industrialización de los hidrocarburos rumbo al Bicentenario*. Ministerio de Hidrocarburos y Energía. La Paz, Bolivia. http://www.ebih.gob.bo/pdfs/Plan_Estrategico_EBIH_Agenda_Bicentenario_2025.pdf
- Wikipedia. Acceso 2014-04-29. Bans of incandescent light bulbs. http://en.wikipedia.org/wiki/Bans_of_incandescent_light_bulbs
- Williams, A.G., E. Audsley y D.L. Sandars. 2006. Determining the Environmental Burdens and Resource Use in the Production of Agricultural and Horticultural Commodities. London: Department for Environmental Food and Rural Affairs. http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=IS0205_3959_FRP.doc
- Wood, Sam y Annette Cowie. 2004-06. A Review of Greenhouse Gas Emission Factors for Fertiliser Production. IEA Bioenergy Task 38. http://www.ieabioenergy-task38.org/publications/GHG_Emission_FertilizerProduction_July2004.pdf
- Wolf, D., J.E. Amonette, F.A. Street-Perrott, J. Lehmann y S. Joseph. 2010. Sustainable biochar to mitigate global climate change. *Nature Communications*, 1, 1–9. <http://biochar.us.com/sites/default/files/reading/Biochar%20Mitigate%20GCC%20Study.pdf>
- World Resources Institute. 2013-07. CAIT 2.0: Country Greenhouse Gas Sources & Methods. http://cait2.wri.org/docs/CAIT2.0_CountryGHG_Methods.pdf
- WSU News. 2012-08-08. A new global warming culprit: dam drawdowns. <https://news.wsu.edu/2012/08/08/a-new-global-warming-culprit-dam-drawdowns/#.U41-DnFq2JM>
- YPFB (Yacimientos Petroleros Fiscales Bolivianos). 2013. Boletín Estadístico 2012.

http://www.hidrocarburosbolivia.com/downloads/boletin_estadistico_2012.pdf

YPFB (Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos). 2009. Plan de Inversiones 2009-2015.

http://hcbcdn.hidrocarburosbol.netdna-cdn.com/downloads/plan_de_inversiones-ypfb-2009-2015.pdf

YPFB (Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos). 2012-03. Plan de Inversiones 2012-2016 (Tomo 1). La

Paz, Bolivia. <http://www.ypfblogistica.com.bo/index.php?>

[option=com_joomdoc&task=doc_download&gid=32&Itemid=245](http://www.ypfblogistica.com.bo/index.php?option=com_joomdoc&task=doc_download&gid=32&Itemid=245)

YPFB (Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos). 2013-01. Programa de Inversiones 2013.

http://hcbcdn.hidrocarburosbol.netdnacdn.com/downloads/YPFB_2013.pdf

YPFB (Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos). 2014. Boletín Estadístico Gestión 2013 . La Paz, Bolivia.

http://www.hidrocarburosbolivia.com/downloads/boletinannual2013_ypfb.pdf

- 1 Las cifras vienen de varias fuentes y las emisiones per cápita son cálculos propios, utilizando las estimaciones de población de la ONU (2011). 20,8 tCO₂-eq/cápita de incendios es el promedio de incendios en bosques y humedales entre 2000 y 2008 (EDGAR 4.2, 2013). 9,2 tCO₂-eq/cápita es la deforestación anual (cambio de biomasa forestal) entre 2006 y 2010 (CAIT 2.0, World Resources Institute, 2013). 15,5 tCO₂-eq/cápita de deforestación (cambio de uso de tierra) en el 2004 es del CAIT 8.0, World Resources Institute (2012). 1,54 tCO₂-eq/cápita de emisiones fugitivas de combustibles fósiles en el 2008 es la estimación de EDGAR 4.2 (2013), pero el metano fue ajustado con un GWP de 34 del IPCC AR5 (2013). 2,37 tCO₂-eq/cápita de gases de flúor en el 2004 es del PNCC (2009a).
- 2 Nótese que los montos de CO₂-eq en la UNFCCC (<http://unfccc.int/di/DetailedByParty.do>) no son iguales que en los documentos del PNCC (2009a, 2009b) porque el GWP de metano ha cambiado de 23 a 25.
- 3 UNFCCC, <http://unfccc.int/di/DetailedByParty.do>. El descenso en emisiones per cápita en el mundo industrializado es causado parcialmente por la recesión económica y parcialmente por las inversiones en energía alternativa y medidas para mejorar la eficiencia energética, especialmente en Europa Occidental y Japón. Sin embargo, otro factor importante ha sido el aumento en sus importaciones de Asia, especialmente China, que es una manera de exportar sus emisiones. Se estima que un cuarto de las emisiones de China son causados por sus exportaciones.
- 4 Cálculos propios con datos del [Encuesta Nacional Agropecuaria \(ENA\) 2008](#).
- 5 Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) de los EEUU ha medido las emisiones de metano desde el avión sobre los campos de fracking y calcula que 4% del gas extraído en la Cuenca de Denver-Julesburg y 8,8% del gas extraído en el Condado de Uintah, Utah está escapando (Karion *et al.* 2013).
- 6 Cálculo propio con datos del [Encuesta Nacional Agropecuaria \(ENA\) 2008](#).
- 7 Cálculo propio. Incendios per cápita es el promedio de 2001-2010 (Rodríguez Motellano 2011-10, p. 5), calculado con estimaciones de la población en 2006 (ONU 2011).
- 8 Según otra estimación, hollín se queda en la atmósfera por un promedio de 4,6 días (EarthJustice y ACJP 2009, p. 6).
- 9 Es interesante que el Presidente Evo Morales ha pronunciado acerca de la deforestación en varias reuniones de la ONU, pero nunca menciona que bolivianos están causando esta deforestación. En esta ocasión, el Presidente presenta la deforestación como un acto del cambio climático, que es causado por las emisiones de países industrializados, en lugar de un acto de los bolivianos que deforestan.
- 10 El "net forest change", que es todo el sector UTCUTS en CAIT 8.0, es basado en los cálculos de Richard A. Houghton (2009). La diferencia en la metodología de CAIT 8.0 y el más actual CAIT 2.0 es explicada en [World Resources Institute 2013-07](#).
- 11 Cálculos propios utilizando datos de la FAO (2010a, p. 235-9). Cambios en la biomasa forestal viva fue dividido por 5 para el cambio anual en 2000-2005 y 2005-2010. C fue convertido a CO₂ y cálculos per cápita utilizan la población de Bolivia según la ONU (2011) en el 2003 para 2000-2005 y en el 2008 para 2005-2010.
- 12 Cálculos propios con datos de la FAO (2010a, p. 235-9) y la población de la ONU (2011).
- 13 La deforestación per cápita son cálculos propios con la población boliviana (ONU 2011) en el 2003 (para 2001-5) y 2008 (para 2006-10).
- 14 Montos multiplicados por 3.667 para convertir de C a CO₂.
- 15 Montos multiplicados por 3.667 para convertir de C a CO₂.
- 16 Cálculo propio basado en 0,75°C de calentamiento climático por watt de forzamiento radiativo (Hansen *et al.* 2008).
- 17 Exportación de petróleo y sus derivados creció 620% (de \$us52 a \$us264 millones) entre 1999 y 2011, pero importaciones de gasolina y diésel fueron más de las exportaciones de petróleo y sus derivados (INE, acceso 2013-10-25).
- 18 Cálculo propio, utilizando metodología de EPA ("Clean Energy: Calculations and References", acceso 2013-05-23, <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/refs.html>; <http://www.convertunits.com>) con datos de: [MHyE 2012](#), s. 1.4; [YPFB 2013](#), p.8; [El Potosí 2013-01-17](#), [El Cambio 2012-01-26](#); [EIA 2012-08-23](#).
- 19 Cálculo propio, con datos de [AE 2013](#), p. 50.
- 20 Cálculo propio basado en la extracción de 18,845 millones de barriles de petróleo en el 2012 en una reserva P1 y P2 de 600 MMb y la extracción de 0,660758 trillones de pies cúbicos de gas en el 2012 en una reserva P1 y P2 de 11,94 tpc.
- 21 Cálculo propio: \$us 3389 millones x 44% = \$us 1491 millones ([Economía Bolivia 2013-10-30](#)).
- 22 Los montos oficiales de los subsidios hidrocarbúricos han sido cuestionados, y otros calculan que el subsidio es 41% menos ([HCB 2012-11-15](#)).
- 23 El porcentaje de diesel oil importado es calculado de 462.853 barriles importados por mes y 888.349 barriles vendidos por mes (YPFB 2014, p. 30-31). Porcentaje de gasolina importada es una proyección (YPFB 2013-01, p. 27). En el 2009, YPFB proyectó que la demanda será 125.48 y la oferta será 84.93 en el 2015 (YPFB 2009, p. 53).
- 24 Cálculo propio, utilizando la metodología de la EPA (acceso 2013-05-23, <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/refs.html>; <http://www.convertunits.com>), que asume que hay 0,005306 Mt CO₂ por therm de gas y no hay emisiones fugitivas y todo el gas es quemado para crear CO₂ en lugar de emitir metano.
- 25 Los precios oficiales son \$us 1,30 por mil pies cúbicos para el SIN y \$us 0,98 por mil pies cúbicos para usos residenciales, comerciales, industriales y transporte vehicular, pero los precios fueron convertidos a millones de BTUs,

- utilizando 1027 BTUs por pie cúbico ([EPA 2004-11](#)).
- 26 La Razón. 2014-01-17. http://www.la-razon.com/economia/Bolivia-puede-enviar-MMmcd-Argentina_0_1981601867.html
 - 27 Calculado utilizando la metodología de US EPA. Anuario Estadístico 2011: Producción, Transporte, Refinación Almacenaje y Comercialización de Hidrocarburos, Ministerio de Hidrocarburos y Energía, La Paz, Bolivia, 2012, sección 1.4, http://www2.hidrocarburos.gob.bo/phocadownload/Boletin_Estadistico_Anuario2011.pdf; “Boletín Estadístico 2012”, YPFB, p.8, http://www.hidrocarburosbolivia.com/downloads/boletin_estadistico_2012.pdf; “Bajaron las reservas de gas natural en Bolivia”, 2013-01-17, <http://www.elpotosi.net/2013/01/17/14.php>; “YPFB: Bolivia recibe \$us 5 mil millones por cada TCF de gas”, 2012-01-26, <http://www.cambio.bo/noticia.php?fecha=2012-01-26&idn=63176>; “Bolivia: Background” US EIA, 2012-08-23, <http://www.eia.gov/countries/analysisbriefs/Bolivia/bolivia.pdf>; “Clean Energy: Calculations and References”, US EPA, acceso 2013-05-23, <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/refs.html>; <http://www.convertunits.com>
 - 28 Cálculo propio, proyectando 3% crecimiento anual desde el año 2010, cuando las emisiones mundiales de combustibles fósiles y la fabricación de cemento fueron 9,167 Gt de carbono según el CDIAC ([Boden et al. s/f](#)).
 - 29 Cálculo propio. Entre el 2000 y el 2013, la producción de petróleo en Bolivia creció de 40,4 a 64,5 miles de barriles por día. Entre el 2000 y el 2012, la producción de gas natural en Bolivia creció de 117 a 644 mil millones de pies cúbicos por año. ([EIA](#))
 - 30 Cálculo propio, asumiendo 1023 BTUs por pie cúbico de gas ([EIA 2012](#), p 324) y 0,6-1,8 galones por MMBtu de gas de esquisto, con un consumo más probable de 1,3 galones por MMBtu ([Mielke et al. 2010](#), p. 16-18).
 - 31 Cálculo propio. El precio de 1000 pies cúbicos de gas se cayó de \$us 7,97 a \$us 2,66 entre 2008 y 2013 en los EEUU ([EIA](#), acceso 2013-10-17, <http://www.eia.gov/dnav/ng/hist/n9190us3a.htm>)
 - 32 Según el YPFB ([2014](#), p. 46), esta planta procesará 32,2 MMmcd de gas, pero este monto es probablemente un error de tipeo.
 - 33 Las emisiones por un kilo de fertilizante N-P-K varían mucho, entre 60 y 2064 g CO₂-eq por kg de fertilizante ([Wood y Cowie 2004-06](#)).
 - 34 “Mecanismo Conjunto de Mitigación y Adaptación para el Manejo Integral y Sustentable de los Bosques”, http://www.boliviarrural.org/index.php?option=com_zoo&task=item&item_id=187&Itemid=55
 - 35 Williams et al.([2006](#)) estima 16,0 kg CO₂-eq por kilo de carne de res en un país industrializado. Lesschen *et al.* ([2011](#)) estima 22,6 kg CO₂-eq y Carlsson-Kanyama y Gonzales ([2009](#)) estima 30kg CO₂-eq.
 - 36 Después de presión política, la EPA redujo su estimación de gas natural escapado a 2,4%, pero este porcentaje es basado en avances tecnológicos teóricos. No es basado en medidas reales en el campo, por lo tanto es cuestionable ([Alvarez et al. 2012](#)).
 - 37 Cálculo propio del porcentaje de “venteo” de gas natural en el 2011. Estadísticas económicas > Estadísticas por actividad económica > Hidrocarburos > Producción bruta y neta de gas natural. <http://www.ine.gob.bo/indice/general.aspx?codigo=40105>
 - 38 Cálculo propio del porcentaje de gas exportado en el 2011. YPFB “Boletín Estadístico 2012”, YPFB, p.8, http://www.hidrocarburosbolivia.com/downloads/boletin_estadistico_2012.pdf
 - 39 Resumen de las 2 leyes: <http://www.sanders.senate.gov/imo/media/doc/021413-2pager.pdf>; texto de Climate Protection Act: <http://www.sanders.senate.gov/imo/media/doc/0121413-ClimateProtectionAct.pdf>; texto de Sustainable Energy Act: <http://www.sanders.senate.gov/imo/media/doc/021413-SustainableEnergyAct.pdf>
 - 40 Cálculo propio, asumiendo que 1 pie cúbico de gas natural produce 54.689622 gramos de CO₂ y 82% de gas natural es metano ([US EPA](#)) y metano tiene un GWP de 34 ([IPCC 2013](#)). Un pie cúbico de gas con el 0,85% venteo, produce 67,19 gramos de CO₂-eq, que es 23% más emisiones que gas natural sin venteo. Con el 3,2% venteo, produce 101,73 gramos de CO₂-eq, que es 86% más que gas natural sin venteo.
 - 41 Un taxista en La Paz me comentó que sólo gasta 20 bolivianos por día en gas natural, entonces no cuesta mucho para conducir todo el día en busca de pasajeros, en lugar de esperar en puestos fijos.
 - 42 Información compilada de muchas fuentes: [Finer y Jenkins 2012](#); <http://dams-info.org/es>; [El Deber 2012-12-08](#); [Molina Carpio 2014-05-06](#); [Bolpress 2005-10-24](#); [HCB 2012-07-16](#); [iAgua 2014-03-10](#); [Los Tiempos 2013-08-10](#); [La Razón, 2014-01-09](#); [FM Bolivia 2009-10-07](#); [MHyE 2012-01-05](#).
 - 43 Convertido de 2.531 Gg C.
 - 44 Para facilitar comparación, las emisiones de Kemenes et al. (2011) y EIA (2014-04-17) fueron convertidos a kg CO₂/kg. Todos estos números subestiman las emisiones. Las emisiones de termoelectricas de gas, diesel y carbono no incluyen el metano y oxido nitroso. Kemenes et al. (2011) multiplica el metano por 23 para el equivalente en carbono, pero debe ser multiplicado por 34, según el IPCC (2013). 3 de las típicas hidroeléctricas no incluyen medidas de la turbina.
 - 45 En términos de cantidad, la mayoría de estudios indican que hidroeléctricas tropicales no producen mucho más emisiones que termoelectricas de combustibles fósiles, pero la metodología es muy importante y el número pequeño de científicos como Phillip Fearnside y Alexandre Kemenes utilizan buena metodología en sus medidas.

- 46 Cálculos propios de crecimiento anual. El *Plan Óptimo de Expansión del SIN 2012-2022* de MHyE ([2012-01-05](#)) tiene diferentes números en sus proyecciones. En p. 8, proyecta crecimiento anual del 7,3% (de 7.088 a 14.366 GW-h) entre el 2012 y el 2022, pero en p. 37, proyecta 7,5% (de 6,718 a 13,786 GW-h).
- 47 Decreto Supremo 1696, <http://www.ucordillera.edu.bo/jdownloads/BoletinesComunicados/decreto1696.pdf>
- 48 Comunicación personal de los participantes en la mesa trabajo 4.
- 49 Cálculo propio, basado en el anuncio que YPFB quiere invertir \$us 40.670 millones y de estos, 44% será en exploración.