

plataforma



energética

19

Publicación de la Plataforma Energética • Año VII • La Paz, junio de 2018 • N°



**La importancia de la reducción de
contaminantes climáticos de vida
corta en Bolivia**

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. LOS GASES REFRIGERANTES, LA CAPA DE OZONO Y LA RADIACIÓN UV.....	2
2.1. La magnitud de la radiación ultravioleta y la importancia de la capa de ozono para los bolivianos.....	3
2.2. Bolivia y los acuerdos para reducir gases que afectan al ozono.....	4
2.3. HCFC y HFC, alternativas que se buscaron a los gases CFC.....	4
2.4. Refrigerantes y el cambio climático.....	5
2.5. Bolivia y el consumo de gases refrigerantes después de 2009.....	5
3. EL PODER DESTRUCTOR DEL CARBONO NEGRO Y SU IMPACTO EN BOLIVIA.....	7
3.1. Los “chaqueos”.....	7
3.2. El transporte automotor, otra importante fuente de carbono negro.....	9
3.3. Los efectos del carbono negro.....	9
3.4. Abastecimiento de agua en peligro.....	10
3.5. Calidad del aire y la salud.....	10
3.6. Conclusión.....	11
4. EPÍLOGO: LA NECESIDAD DE INVERTIR LA MIRADA.....	11
4.1. El enfoque desde la oferta y los gases refrigerantes.....	11
4.2. El enfoque de oferta y las emisiones de carbono negro.....	12
4.3. El enfoque desde la demanda.....	13
4.4. El enfoque de demanda y los gases refrigerantes.....	13
4.5. El enfoque desde la demanda y el carbono negro.....	14

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ÍNDICE UV EN VARIAS CIUDADES DE SUDAMÉRICA.....	3
FIGURA 2. ANTICORRELACIÓN RUV VS OZONO.....	4
FIGURA 3. FOCOS DE CALOR EN BOLIVIA.....	8
FIGURA 4. CANTIDAD DE CALOR EN BOLIVIA. 2012-2016.....	9



Esta publicación fue elaborada por el Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario (CEDLA) dentro del marco de la Plataforma Energética —espacio dedicado a la investigación y el análisis sobre la política energética y sectores relacionados a las industrias extractivas— y cuenta con el financiamiento de Christian Aid.

Visítanos **www.plataformaenergetica.org**

Síguenos en:



plataforma
energética
bolivia



@plataformae



cedla



cedla



69775464



Con el apoyo de



La importancia de la reducción de contaminantes climáticos de vida corta en Bolivia

Juan Carlos Guzmán

I. INTRODUCCIÓN

El incremento de la variabilidad climática en la Tierra, fenómeno que se conoce como cambio climático, es motivo de una preocupación generalizada en todo el mundo porque pone en riesgo la existencia de la vida misma.

Ese cambio del clima se registra por causas naturales y sobre todo por la acción del hombre, cuyo modo de producción y consumo energético terminó por generar una alteración climática global.

Esta crítica situación afecta absolutamente a todos y es por eso que, en diciembre de 2015, los países —que participaron de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)— acordaron la ejecución de un ambicioso objetivo que busca limitar el calentamiento global muy por debajo de los 2 grados centígrados (°C).

La resolución del desafío es compleja y requiere de una comprensión cabal de todos los temas involucrados, sean éstos la reducción de emisiones, la intervención de las fuentes y el acrecentamiento de los sumideros de gases de efecto invernadero, así como el cumplimiento de las obligaciones de todos los países.

Un camino para alcanzar ese anhelo mundial es combinar las estrategias de mitigación de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y las acciones de reducción de la emisión de otros contaminantes, responsables de hasta el 45% del calentamiento global¹.

Esos otros contaminantes —entre los que se encuentran el carbono negro, el metano, el ozono troposférico y los hidrofluorocarbonos (HFC)— son conocidos como “contaminantes climáticos de vida corta” (CCVC) porque su permanencia en la atmósfera es mucho menor que la del CO₂. Su reducción, por tanto, es esencial para combatir o al menos desacelerar el cambio climático, que amenaza con efectos devastadores a corto y largo plazo.

¿Cómo andamos por casa? ¿Qué impactos potenciales debiéramos esperar de la expansión desarrollista en la amazonia boliviana? Es decir, entre otros fenómenos, ¿qué nos depara la expansión de la frontera agropecuaria y el incremento del consumo energético destinado a la climatización?

La presente entrega es el resultado de una recopilación de varias investigaciones, con énfasis en la investigación académica boliviana, que tiene la finalidad de iniciar una aproximación integral a la problemática de los CCVC en Bolivia, sus fuentes e impactos, y su relación con la sostenibilidad futura de la región altoandina.

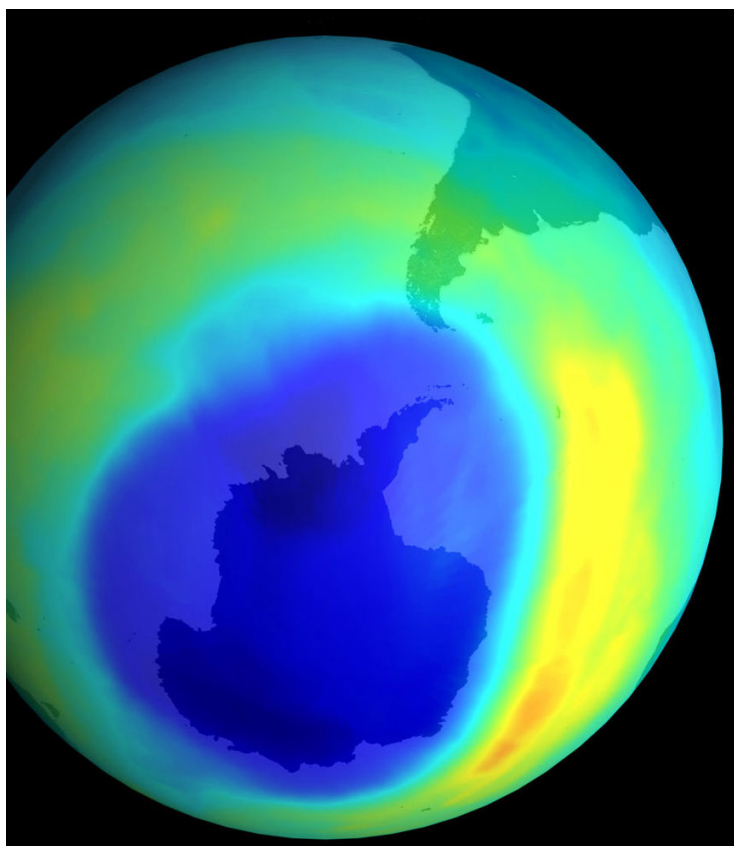


1 P Forster et al, 'Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing', in S. Solomon et al, Climate Change 2007: Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

2. LOS GASES REFRIGERANTES, LA CAPA DE OZONO Y LA RADIACIÓN UV

- *La magnitud de la radiación ultravioleta y sus efectos en la salud están relacionados directamente con la radiación solar*
- *Se estima que una disminución de 10% de la capa de ozono puede tener como consecuencia un incremento de hasta 20% de la UV-B*
- *La población de las zonas altas y el altiplano es la más vulnerable y susceptible de ser afectada por la radiación ultravioleta*

El ozono es un gas presente en la atmósfera en muy pequeñas cantidades (menos de una parte por millón en volumen) y tiene la propiedad, pese a su reducido contenido, de filtrar la parte más energética de la radiación ultravioleta solar. Esta propiedad —según el investigador Javier Cacho— “es esencial para que la vida sobre la Tierra evolucione hacia las formas de vida que hoy conocemos...”².



Agujero de ozono (año 2000).

Es así que la función del ozono en la atmósfera se cumplió eficazmente y sin sufrir alteraciones conocidas, hasta que la propagación de las aplicaciones domésticas e industriales de refrigeración dio lugar a la emisión masiva de los gases conocidos como clorofluorocarbonos (CFC) en la atmósfera. Estos gases, desarrollados por la industria química en la década de 1930, eran, según Javier Cacho, “...aparentemente inofensivos y su extraordinaria estabilidad química, junto a otras propiedades...” como su incombustibilidad “... hizo que sus aplicaciones se multiplicasen en poco tiempo hasta que sus emisiones a la atmósfera superaron el millón de toneladas anuales...”.

Posteriormente, en los años setenta, se descubrió que los átomos de cloro y bromo contenidos en los CFC estaban íntimamente relacionados con la destrucción del ozono en la atmósfera y, por tanto, con la pérdida de la capa que protegía a los seres vivos de la nociva radiación ultravioleta.

Una vez descubierto el potencial de agotamiento del ozono, estas sustancias se convirtieron en sujeto de investigación y objeto de sendos debates internacionales, debido al efecto que éstas tienen sobre nuestro escudo natural.

En la década de 1980, varios grupos de investigadores “...confirmaron que el misterioso fenómeno se extendía por toda la Antártida. Las imágenes de la destrucción del ozono, se han hecho célebres y el fenómeno comenzó a ser conocido como agujero de ozono...”³

Es por eso que en marzo de 1985 se suscribió el Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono, en el marco del cual se estableció, posteriormente, el Protocolo de Montreal, como un mecanismo de control del consumo mundial de las sustancias agotadoras de la capa de ozono.

Desde la entrada en vigor del Protocolo de Montreal, en 1987, las emisiones de CFC han disminuido drásticamente y, aunque su concentración en la atmósfera no ha rebajado en la misma proporción, se ha logrado que ésta se estabilice.

No obstante, el término “emisiones” de gases refrigerantes ha sido aceptado internacionalmente, puede llevarnos a la idea errónea de que son inevitables y están íntimamente asociadas al uso de equipos de refrigeración y climatización. En realidad, se trata de “fugas” del gas contenido en los equipos y que debiera quedar confinado incluso más allá de su vida útil.

2 Cacho, Javier. Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales. Madrid. España. “La capa de ozono y el agujero

antártico”. Artículo contenido en “La radiación ultravioleta en Bolivia”. Zaratti, Francesco y Forno, Ricardo. Laboratorio de física de la atmósfera. UMSA. 2003.

3 Idem.

Aunque son varias las formas en las que estos gases fugan a la atmósfera, la experiencia internacional identifica algunas operaciones críticas en su manejo: la disposición final de los equipos en cementerios de chatarra o botaderos de basura en los que los equipos se destruyen —o son desarmados— sin la recuperación del gas; la operación defectuosa de equipos de refrigeración y climatización que “pierden” el gas contenido y; los procedimientos inadecuados o poco especializados de reparación y/o reposición de partes de los equipos que permiten la fuga de los gases.

Estos y otros mecanismos de fuga de los gases se combinan, casi siempre, con incentivos perversos en un mercado completamente liberalizado y exento de regulación y control. En efecto, el deterioro prematuro de los equipos y la pérdida acelerada o fuga de los gases constituye —al mismo tiempo— un estímulo para la industria productora de gases y artefactos.

El resultado medible de esta realidad es que pese a todos los esfuerzos de la comunidad internacional, el récord histórico del agujero de ozono se alcanzó en el año 2000, cuando se extendió sobre casi 30 millones de kilómetros cuadrados (30 veces Bolivia)⁴.

2.1. LA MAGNITUD DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA Y LA IMPORTANCIA DE LA CAPA DE OZONO PARA LOS BOLIVIANOS

El físico Francesco Zaratti, en un artículo titulado “La radiación ultravioleta solar”, señala que “de toda la radiación que emite el sol y que alcanza a la tierra, sólo una pequeña parte es la luz visible, la que percibimos como una mezcla de colores fácilmente reconocibles en un arco iris...”. Su longitud de onda varía entre 410 nm⁵ (violeta) y 770 nm (rojo)⁶.

Según el mismo investigador, recién a finales del siglo XIX se descubrió que el sol también emite radiación con una longitud de onda más corta que el violeta y la misma recibió el nombre de radiación ultravioleta, cuya longitud de onda varía entre 100 y 410 nm y se divide a su vez en tres bandas.

La primera banda es la UV-A, que es la cercana a la radiación visible (320 - 400 nm) y es responsable del bronceado de la piel.

La segunda es la UV-B, llamada también biológica, y su longitud de onda varía entre 280 y 320 nm y en dosis excesivas puede provocar severos daños en la

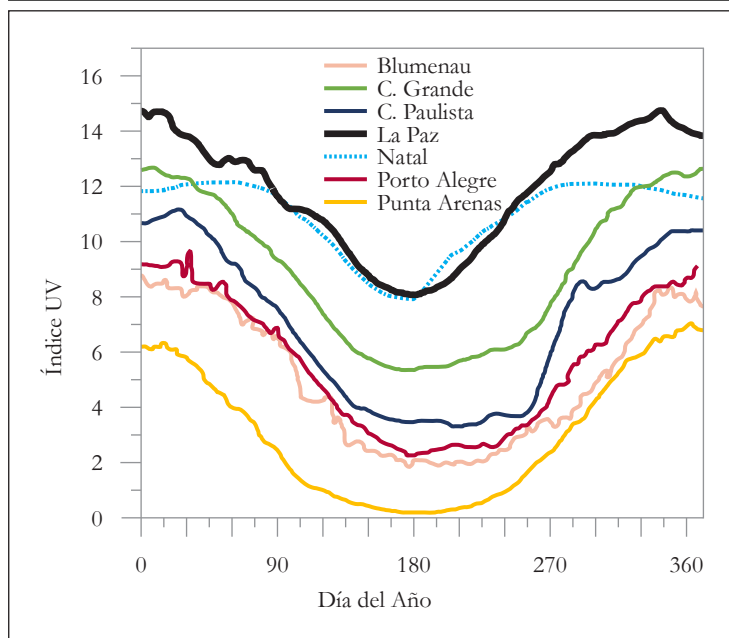
piel, la vista y el sistema inmunológico (la mayor parte de esta radiación es atenuada por la capa de ozono).

Y finalmente la tercera es la UV-C, que representa la banda más peligrosa para la vida, su longitud de onda varía entre 100 y 280 nm y es absorbida totalmente por la atmósfera⁷.

La magnitud de la radiación ultravioleta y sus efectos en la salud están relacionados directa y proporcionalmente con la intensidad de la radiación solar. Definida ésta como la cantidad de energía que incide sobre una superficie, aunque varía según la latitud del punto de incidencia, la altura sobre el nivel del mar, la nubosidad de la atmósfera, su grado de contaminación, la topografía del sitio y la absorbancia de la superficie sobre la que incide.

La información sistematizada por el Laboratorio de Física de la Atmósfera de la UMSA, a partir de las mediciones en varias estaciones sudamericanas (Figura 1) muestra que, en el caso de La Paz, con una latitud de 16. 5° y una altura de 3.600 m sobre el nivel del mar, se presenta uno de los índices UV más elevados de la región.

FIGURA 1.
ÍNDICE UV EN VARIAS CIUDADES DE SUDAMÉRICA



Fuente. La radiación ultravioleta en Bolivia. Zaratti, et al.

Y, como se anticipó en párrafos anteriores, es muy importante la función que cumple la capa de ozono, pues absorbe o mitiga la radiación UV-B.

Por ello, “...se estima que una disminución de 10% de la capa de ozono puede tener como consecuencia

4 Idem.

5 Nanómetro [nm] es una distancia equivalente a la millonésima parte de 1 milímetro.

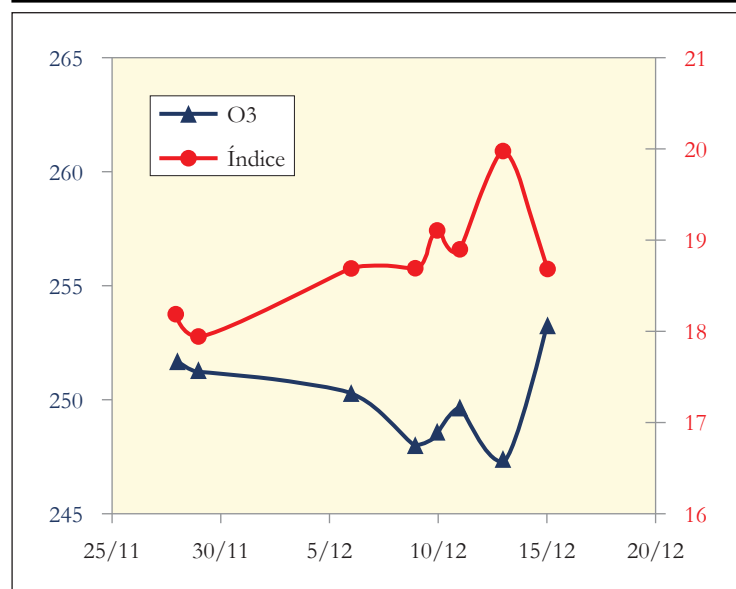
6 Zaratti, Francesco. “La radiación ultravioleta solar”. Artículo contenido en “La radiación ultravioleta en Bolivia”. Zaratti, Francesco y Forno, Ricardo. Laboratorio de física de la atmósfera. UMSA. 2003.

7 Idem.

un incremento de hasta 20% de la UV-B, en especial de ciertas longitudes de onda muy peligrosas para la salud...”, afirma Zaratti.

Esta advertencia también da cuenta de una “anticorrelación”, porque “...cuando se incrementa el ozono disminuye la intensidad de la UV-B y viceversa...” (Figura 2)

FIGURA 2.
ANTICORRELACIÓN RUVVS. OZONO (AÑO 2002)



Fuente. La radiación ultravioleta en Bolivia. Zaratti, et al.

Entonces, de lo explicado por Zaratti, se puede deducir que el problema no es menor y que la desprotección global de la capa de ozono nos encuentra a los bolivianos, particularmente de las zonas altas y el altiplano, como la población más vulnerable y susceptible a ser afectada por la radiación ultravioleta.

Esa es una razón más que poderosa por la que Bolivia debería participar activamente en las actividades de reducción de las emisiones de gases refrigerantes, en la investigación sobre sus efectos y la prevención de las emisiones y sus impactos.

2.2. BOLIVIA Y LOS ACUERDOS PARA REDUCIR GASES QUE AFECTAN AL OZONO

Bolivia no quedó al margen de los esfuerzos mundiales para controlar la emisión de los gases CFC y es a través de la ley 1584 de agosto de 1994 que el país se adhirió a los tratados internacionales para la protección de la capa de ozono.

Con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) se iniciaron las acciones nacionales para implementar el Protocolo de Montreal en el país.

Las acciones bolivianas para la eliminación de los CFC fueron exitosas porque contaron con la participación de todas las entidades y sectores involucrados en el consumo nacional de estas sustancias, principalmente la Aduana Nacional, Ministerios del Estado, los sectores de importación y comercialización, empresas de fabricación de equipos, instituciones de capacitación técnica y principalmente el sector de servicios en refrigeración por su directa vinculación con el destino final de estas sustancias⁸. De esta manera, se alcanzó la reducción del consumo de los gases CFC de manera sostenida, hasta llegar, según la información oficial, a su eliminación total, allá por el año 2009.

2.3. HCFC Y HFC, ALTERNATIVAS QUE SE BUSCARON A LOS GASES CFC

Una vez descubierto el potencial de agotamiento del ozono de los gases CFC e iniciado el debate internacional para la reducción de su consumo, comenzó, al mismo tiempo, la búsqueda de posibles alternativas. La investigación se concentró primero en sustancias químicas muy similares y es así que los hidroclorofluorocarburos (HCFC) —que ya eran conocidos como refrigerantes con un potencial de agotamiento del ozono considerablemente menor— también fueron puestos en el mercado.

Sin embargo, a pesar del avance, muchos científicos y autoridades ambientales no consideraron que los HCFC fueran una alternativa sólida a largo plazo, y la industria química de los países industrializados pronto se vio frente a una posible prohibición de estas sustancias.

En efecto, se descubrió que los HCFC no sólo agotan la capa de ozono, sino que también contribuyen al calentamiento global, ya que su potencial de calentamiento es de hasta 2000 veces mayor que el del CO₂.

Por esta razón, en el desarrollo ulterior de sustancias alternativas, la industria química se enfocó en aquellas libres de cloro, principalmente hidrofluorocarbonos (HFC) que contribuyeron a una eliminación rápida de las sustancias agotadoras del ozono en los países desarrollados.

Pero a finales de los años noventa, se descubrió que los HFC también son perjudiciales para el clima porque su potencial de calentamiento global (PCG) en promedio, es de 1.300 veces el del CO₂⁹ y, en casos extremos como el HFC 23 (subproducto del HCFC-22) alcanza a un PCG 12.000 veces más alto que el CO₂¹⁰.

8 CPTS. Encuesta nacional sobre alternativas a las sustancias agotadoras de ozono. 2016.

9 S Carvalho S, S O Anderson, D Brack et al, Alternatives to High-GWP Hydrofluorocarbons, ISGD Working Paper, November 2014.

10 Usinger Juergen. GTZ Proklima, Germany

Esta constatación provocó discusiones sobre las medidas para reducir las emisiones de gases fluorados sobre la base de tecnologías libres de halógenos y la investigación derivó en la adopción/retorno a los refrigerantes naturales, entre ellos el amoníaco y el isobutano, con PCG del orden de 0 y 3 veces el CO₂, respectivamente.

2.4. REFRIGERANTES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

La reducción de los gases hidrofluorocarbonos (HFC) se constituye es una de las principales oportunidades del mundo para frenar el calentamiento global en la primera mitad del siglo XXI.

Aun cuando los HFC han causado tan sólo cerca del 1% del calentamiento global desde que comenzó su producción industrial en 1990, ahora su producción, consumo y emisiones están aumentando a un ritmo de 10% y hasta 15% cada año¹¹. A ese ritmo, se estima que las emisiones se duplicarán cada cinco a siete años.

Los expertos calculan que una veloz reducción de los HFC evitaría 100 mil millones de toneladas de CO₂ equivalente para 2050¹². Si eso se combinara con los beneficios de una mejora en la eficiencia energética de los sistemas de aire acondicionado, la mitigación total podría llegar a las 200 mil millones de toneladas de CO₂ equivalente en 2050¹³ y así se evitarían 0,5 grados centígrados más de calentamiento para el año 2100.

2.5. BOLIVIA Y EL CONSUMO DE GASES REFRIGERANTES DESPUÉS DE 2009

Un último estudio sobre este tema fue realizado entre 2015 y 2016 por el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS)¹⁴.

El estudio buscaba contar con información actualizada sobre el consumo de hidrofluorocarbonos (HFC), establecer las tendencias de su crecimiento e identificar las oportunidades para introducir sustancias alternativas de reemplazo a los HFC.

Pero ¿qué debemos entender por consumo de los gases refrigerantes? Según los lineamientos del Protocolo de Montreal, el consumo de sustancias agotadoras del ozono en un país es igual a su producción, más sus importaciones y menos sus exportaciones. Dado

que Bolivia no es un país productor de estas sustancias químicas y tampoco las exporta, su consumo es igual a sus importaciones.

a) Consumo boliviano de clorofluorocarbonos (CFC)

Según las directrices del Protocolo de Montreal y la información oficial mencionada, los refrigerantes CFC deberían haber sido eliminados de Bolivia desde 2009. Sin embargo, el estudio encontró que, en los años 2009, 2010 y 2011, existieron pequeñas importaciones de este tipo de sustancia —del orden de 0.2, 0.1 y 0.3 toneladas— que denotan debilidades en los mecanismos y procedimientos de control de importaciones. En el periodo 2012-2014 no se registraron importaciones legales de CFC.

b) Consumo de hidroclorofluorocarbonos (HCFC)

Los HCFC, que se encuentran bajo un régimen de control y reducciones graduales de uso en cumplimiento de los compromisos del país ante el Protocolo de Montreal, constituyen el gas refrigerante de mayor uso en Bolivia.

El comportamiento en las importaciones de HCFC ha sido variable, pues presenta fluctuaciones entre las 250 y las 450 toneladas anuales durante los últimos 4 años, con una tendencia creciente en el periodo 2010-2013. El refrigerante R-22 es, con diferencia, el de mayor consumo, representando más del 95% del total de HCFC importado/consumido.

11 G J M Velders, A R Ravishankara, MelanieK Miller et al, Preserving Montreal Protocol Climate Benefits by Limiting HFCs, Science, 2014, 335(6071): 922-923.

12 Velders G J M, S Solomon, and J S Daniel, Growth of climate change commitments from HFC banks and emissions, Atmospheric Chemistry and Physics, 2014,14: 4563-4572.

13 N Shah, M Wei, V Letschert et al, Benefits of Leapfrogging to Superefficiency and Low Global Warming Potential Refrigerants in Room Air Conditioning, 2015.

14 CPTS. Encuesta nacional sobre alternativas a las sustancias agotadoras de ozono. 2016.



Heladeras industriales.

Pese a que el calendario de control y reducción en el consumo nacional de HCFC está en vigor, y que se cuenta con una línea de base para el control del consumo, se advierte que actualmente no existe una tendencia clara de reducción de consumo.

Desde 2013, se aplicaron medidas de control para “congelar” el consumo de HCFC al nivel establecido en su línea de base, calculada como el promedio de consumo de 2009 y 2010 (290,85 TM, según datos de ANB), debiendo reportar desde 2015 ya una reducción del 10% en relación con este parámetro.

Sin embargo, Bolivia no logró en un primer momento cumplir con el congelamiento del consumo al nivel de su línea base y la tendencia general de consumo en el periodo analizado fue creciente.

Aunque luego se advirtió que en el periodo 2013-2014 se registró una disminución del orden de 38% en el consumo de HCFC, lo que quizás podría responder a medidas asumidas por el Gobierno para controlar de manera drástica el consumo de estas sustancias.

c) Consumo de los hidrofluorocarbonos (HFC)

En cuanto al consumo anual de los HFC, el estudio encontró una variación entre las 50 t y las 130 t anuales en el periodo 2009-2014 y su tendencia de consumo es creciente, aunque en 2013 se advierte una disminución de aproximadamente el 35% en la importación de estas sustancias (130 a 80 t/año). En este grupo, el refrigerante R-134a es el HFC de mayor consumo y ha sido comercialmente promovido y empleado desde la década de 2000 como el sustituto adecuado para el R-12 en procedimientos de reconversión para sistemas de refrigeración doméstica.

Le sigue en importancia el refrigerante R-404A, que fue identificado como sustituto del R-502 (CFC prohibido) en sistemas de baja y muy baja temperatura, y del R-22 (HCFC) en sistemas de media temperatura.

d) Consumo de Refrigerantes naturales

Finalmente, en el ámbito de los refrigerantes naturales, el estudio del CPTS, realizado principalmente en industrias con intensivas demandas de refrigeración, encontró que el hidrocarburo R-600a (HC - isobutano puro) es el refrigerante natural de mayor consumo y una importante penetración del amoníaco o gas R-717.

El isobutano puro ha sido considerado como un refrigerante definitivo por tener características termodinámicas que lo convierten en una buena alternativa para la sustitución de los HFC. Su principal ventaja es que no daña la capa de ozono, es decir, su potencial de agotamiento del ozono (PAO) es prácticamente cero y, tiene un potencial de calentamiento global (PCG) de sólo 3 a 5 veces el de CO₂ equivalente, muy por debajo del PCG de 1,300 del gas R-134a, el HFC más consumido en el país.

Por su parte, la importante penetración del amoníaco es una buena noticia si se considera que el amoníaco es, también, un refrigerante definitivo o de largo plazo por su casi nula afectación ambiental, pues el PAO del amoníaco es 0 y su contribución al calentamiento global es nula.

Pero también es necesario mencionar los factores que incidieron —según la investigación del CPTS, en el crecimiento del consumo de amoníaco en el país. Una primera aproximación, sin orden de prioridad— muestra que un importante porcentaje de las industrias identificadas son internacionales y sus casas matrices establecen directrices ambientales acordes con la política internacional de protección de la capa de ozono y reducción en la emisión de gases de alto potencial de calentamiento global. Por otra parte, muchas empresas emplean amoníaco porque conocen bien su manejo y cuentan con esta tecnología desde hace muchos años, por ello, no habrían considerado invertir recursos en renovar su equipamiento por otro que emplee un refrigerante distinto. Además, varias empresas renovaron sus equipos de amoníaco recientemente, lo que asegura que seguirán empleando esta sustancia por mucho tiempo más.

La transición hacia los refrigerantes naturales identificada por el CPTS constituye una muy buena noticia, si se considera que su potencial de afectación a la capa de ozono es prácticamente cero y su aporte al calentamiento global es mínimo.

Sin embargo, el mencionado estudio también encontró que el país está en un complicado cuello de botella porque, por un lado, no produce los gases refrigerantes derivados de hidrocarburos y, por otro, existen restricciones legales a la importación de hidrocarburos y derivados debido al monopolio que Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB) tiene para la comercialización de estas sustancias en el territorio nacional.

Esta situación ha llevado a que los usuarios que hubiesen adquirido equipos que funcionen con refrigerantes derivados de hidrocarburos puedan tener problemas de abastecimiento y decidir adecuar el equipo para su uso con otro tipo de refrigerantes —muy probablemente con HFC— y eso sería simplemente lamentable.

Por ello este estudio termina recomendando algo obviamente necesario: “...una política orientada a promover la transición desde los HFC a los HC (que) es técnicamente posible, pero es necesario que se cumplan al menos dos condiciones. La primera tiene que ver con la generación de capacidades locales para la puesta en funcionamiento de sistemas seguros que funcionen con refrigerantes (derivados de) hidrocarburos, y la segunda tiene que ver con el establecimiento de un marco normativo que garantice la disponibilidad de HC en el mercado nacional, bien sea permitiendo su importación legal o asegurando su producción en territorio nacional...”.

Al respecto, quedaría la tarea concreta de investigar si las especificaciones de diseño de las plantas de separación de líquidos de YPFB permitirían generar una industria de refrigerantes hidrocarburos de alta calidad, que no sólo podría abastecer el mercado interno sino el de toda la región.

3. EL PODER DESTRUCTOR DEL CARBONO NEGRO Y SU IMPACTO EN BOLIVIA

- 70% de las emisiones de carbono negro de Latinoamérica procede de las “quemadas abiertas”, que en Bolivia se conocen como “chaqueos”
- El carbono negro acelera el derretimiento de hielos y nieves
- En caso de una desaparición completa de los glaciares, se pondrá en riesgo el abastecimiento de agua en ciudades y área rural

El carbono negro —“material particulado” que se produce en la combustión incompleta e ineficiente de combustibles fósiles, biocombustibles y biomasa¹⁵— se constituye en el segundo agente más contaminante de la atmósfera, después del dióxido de carbono (CO₂) y, por tanto, es uno de los elementos que más contribuye al calentamiento global.



Latinoamérica es una de las regiones que más genera el carbono negro a través de la quema de bosques, para la habilitación de tierras agrícolas y campos de pastoreo.

Ese material particulado provoca múltiples efectos en el cotidiano vivir de la humanidad e incluso pone en peligro de manera directa la salud de los pobladores. Es así que el carbono negro es uno de los más importantes contaminantes del aire en las ciudades capitales de Bolivia, como Cochabamba, que en más de una ocasión fue catalogada como una de las urbes más contaminadas de la región.

Por otra parte, los estudios científicos sobre esta problemática, identificaron al carbono negro como el corresponsable del retroceso de los glaciares, es decir, el derretimiento de nieves y hielos.

Los bolivianos, en los últimos años, fuimos testigos cercanos —y pasivos— de este fenómeno, y presenciamos, por ejemplo, la acelerada desaparición del glaciar Chacaltaya que tenía la pista de esquí más alta del mundo.

3.1. LOS “CHAQUEOS”

El 70% de las emisiones de carbono negro de Latinoamérica procede de las llamadas “quemadas abiertas”, es decir, de las quemadas agrícolas controladas e incendios forestales, que en Bolivia se conocen como “chaqueos”.

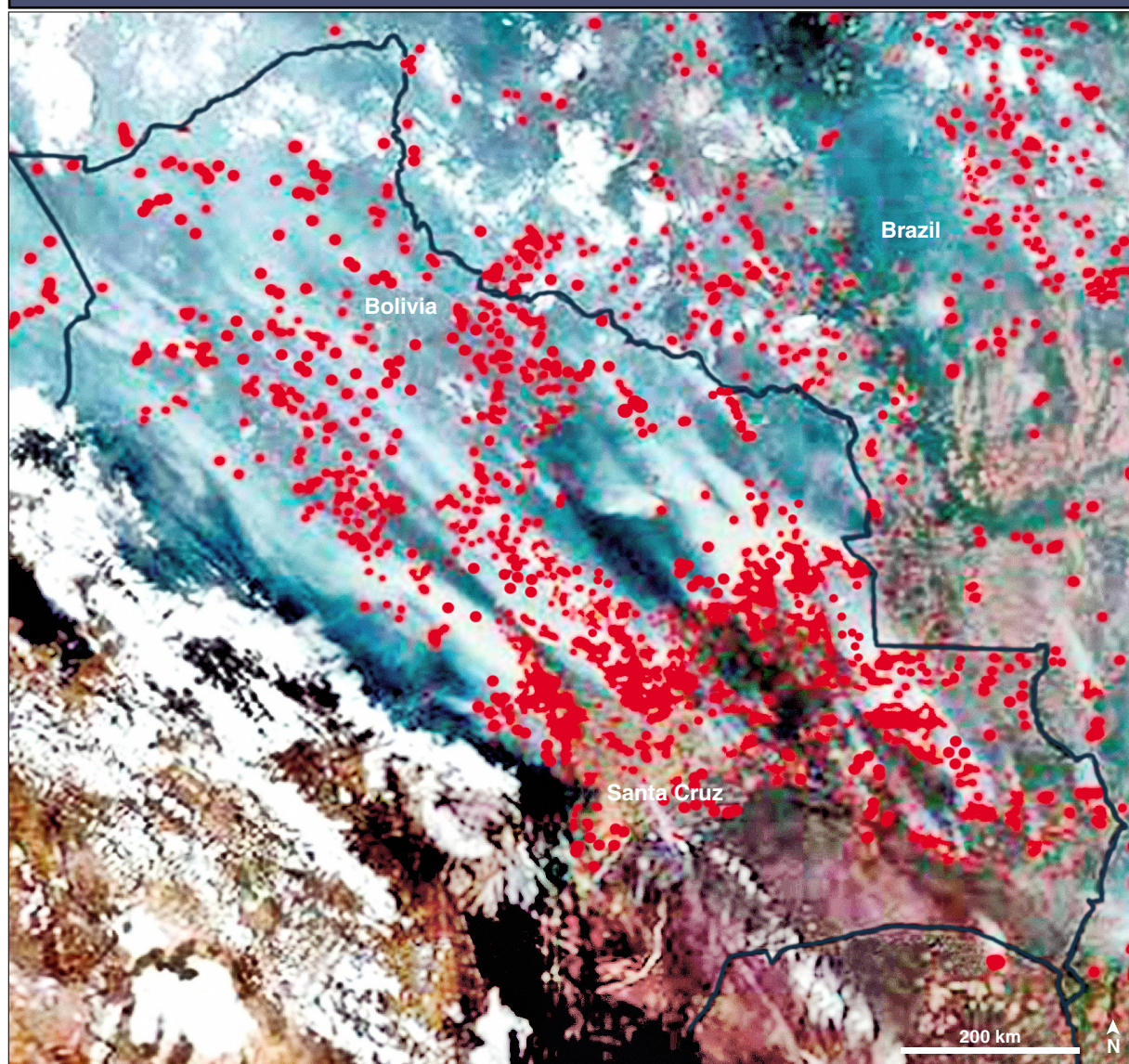
Un estudio de Mario Baudoin¹⁶ señala que “(...) los bosques tropicales húmedos, a pesar de ser poco propensos a este fenómeno son particularmente sensibles al fuego (porque) la mayoría de las especies de plantas no resisten la quema y se produce una alta mortalidad de árboles y hierbas después de un incendio”.

En el mismo estudio, se determina que todas las especies muertas son reemplazadas posteriormente por otro tipo de vegetación degradada y pobre en especies.

15 Asociación Interamericana por la Defensa del Ambiente (AIDA), El Carbono Negro: Concepto, efectos climáticos y oportunidades en su control. www.aida-americas.org

16 Baudoin Weeks y otros. “Inundaciones e incendios”. PIEB. 2012

FIGURA 3.
FOCOS DE CALOR EN BOLIVIA



Fuente. Incendios e inundaciones. Mario Baudoin Weeks. PIEB. 2012

Pues, “los fuegos de origen natural son considerados como un elemento común en las sabanas, jugando un rol en la estructuración del paisaje y en la evolución de las especies vegetales. Sin embargo, durante las últimas décadas se ha observado un dramático incremento en la frecuencia de incendios, la mayoría de los cuales tienen origen antrópico...”, alerta Baudoin en su investigación.

En su estudio, Baudoin también analiza los focos de calor que se produjeron en el departamento del Beni durante 11 años, es decir, en el periodo 2000-2010. En esa etapa de análisis se registraron un total de 95.407 focos de calor. El 92% de los focos de calor se produjo durante la época seca (entre abril y septiembre, principalmente).

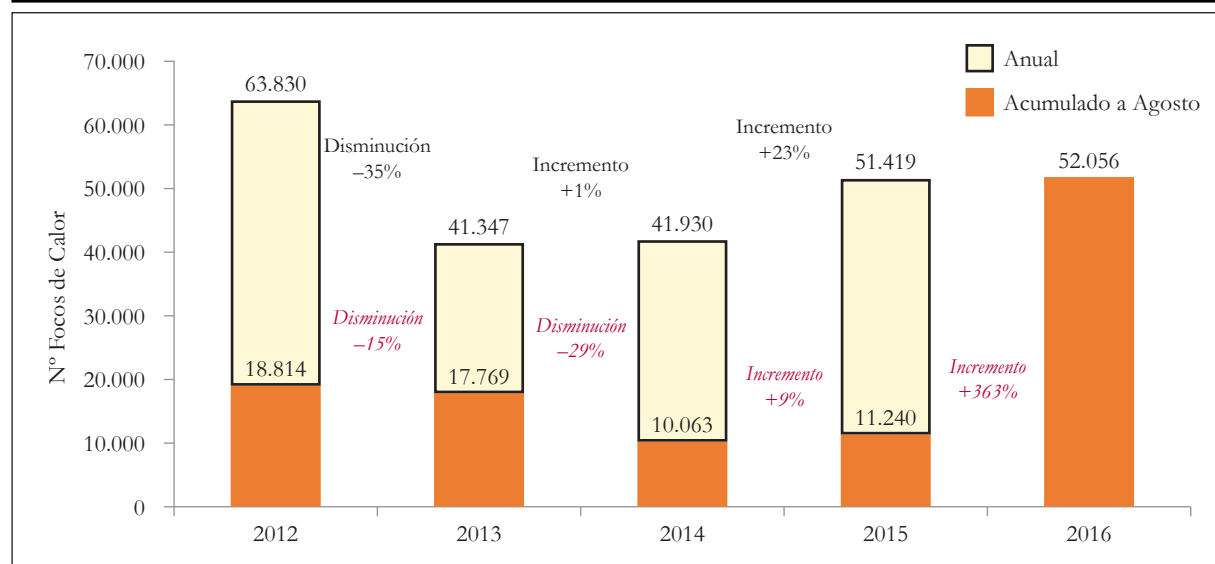
Asimismo, el análisis, en base a las imágenes satelitales, permitió determinar que durante los 11 años se quemaron en promedio 1.271.116 hectáreas por año en el departamento beniano (Ver Figura 3).

Los años en que se observó la mayor cantidad de superficie quemada fueron el 2005 y 2010. Resalta particularmente el 2010 porque en ese año se quemó 8,2 veces más superficie que el año anterior, es decir, cerca de 2.963.842 hectáreas.

El patrón identificado por Baudoin para el Beni es similar en todo el país: el Reporte de Focos de Calor de 2016 de la ABT¹⁷, nos muestra, en 2016, una situa-

17 Reporte de Focos de Calor. Autoridad de Bosques y Tierras. 2016.

FIGURA 4.
CANTIDAD DE FOCOS DE CALOR EN BOLIVIA. 2012-2016



Fuente: Reporte de focos de calor. ABT. 2016

ción que podríamos describir como dramática y que tiene elevada concentración en el territorio amazónico (Ver Figura 4).

El patrón identificado en la escala local es similar al promedio global. En efecto, según la estimación de Tami Bond¹⁸ de la Universidad de Illinois, Urbana Champaign, el carbono negro proviene de las siguientes fuentes:

1	42% de la quema de biomasa al aire libre (quema de bosques y sabanas)
2	18% de biocombustible residencial quemado con tecnologías tradicionales, es decir, en el caso de Bolivia, leña y estiércol para la cocción de alimentos.
3	14% de los motores a diésel para el transporte
4	10% de motores a diésel para la industria
5	10% de procesos industriales y generación de energía, normalmente de calderas pequeñas
6	6.0% de carbón residencial quemado con tecnologías tradicionales

Sin embargo, debe tomarse en cuenta que ésta sistematización —muy interesante, por cierto— es válida sólo para las regiones consideradas en el estudio de Bond y representan un promedio casi a escala global.

¹⁸ Tami Bond, Testimony for the Hearing on Black Carbon and Climate Change, U.S. House Committee on Oversight and Government Reform 2-3 (October 18, 2007), available at <http://oversight.house.gov/documents/20071018110647.pdf>

En la escala local, es decir Bolivia, dicha estructura puede variar considerablemente.

3.2. EL TRANSPORTE AUTOMOTOR, OTRA IMPORTANTE FUENTE DE CARBONO NEGRO

Es necesario mencionar que, en el caso de Bolivia, el principal consumo de energía (42,4%) es utilizado para el transporte de carga y pasajeros, con un importante crecimiento de 7,05% por año.

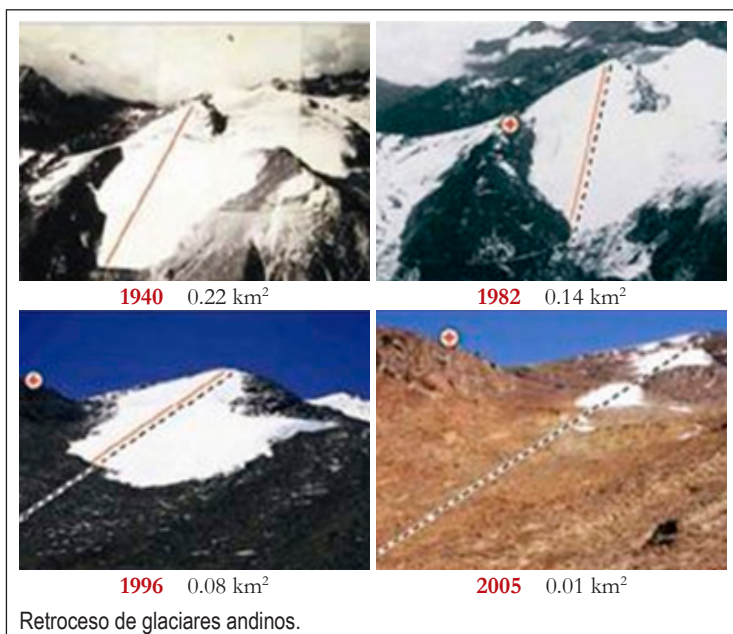
Este consumo está íntimamente relacionado al crecimiento del parque automotor y a la concentración vehicular en las ciudades capitales del país, cuyas consecuencias directas son, por un lado, el incremento de las emisiones de CO₂ y carbono negro, y por otro, la pérdida de la productividad energética del país (la más baja de la región), además del deterioro de la calidad del aire.

Este es el principal problema energético y ambiental en Bolivia, que es producto de una deficiente planificación del crecimiento de las ciudades y sus sistemas de transporte, que terminan en la búsqueda caótica de soluciones de transporte y el espacio económico donde se satisfacen precariamente miles de fuentes de empleo¹⁹.

3.3. LOS EFECTOS DEL CARBONO NEGRO

El carbono negro, a diferencia del CO₂, sólo se mantiene suspendido en la atmósfera por algunos días o semanas, antes de ser lavado por las lluvias.

¹⁹ Guzmán, Juan Carlos y Molina, Silvia. Discursos y realidades. CEDLA. 2017



Luego de mantenerse en suspensión por corto tiempo en la atmósfera se deposita en hielos y nieves, y este fenómeno acelera el derretimiento de los cuerpos sólidos de agua, pues reduce su albedo²⁰ e incrementa su capacidad de absorber calor.

Este fenómeno es muy grave, específicamente, en el Ártico, en el Himalaya y en Bolivia, por donde atraviesa parte de la Cordillera de los Andes. Es así que nuestro país, durante los últimos años, ha perdido gran parte de sus glaciares.

Según un estudio del investigador Álvaro Soruco²¹, que involucra a 376 glaciares, la superficie de los glaciares de la Cordillera Real de los Andes tuvo una reducción de 50% entre 1975 y 2006.

- El factor principal de este acelerado retroceso glaciar es precisamente el calentamiento global, causado por las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Aunque también hay otro elemento que contribuye al derretimiento de los glaciares de montaña: los depósitos de hollín de la quema de diesel y biomasa²².

La investigación de Soruco y su equipo establece que las condiciones climáticas de la región tropical no

permiten glaciares muy extensos, por lo que éstos están en permanente derretimiento. En ese contexto, pequeños cambios en la temperatura atmosférica y la precipitación impactan duramente en el balance de masa de los glaciares.

Asimismo, el glaciólogo Antoine Rabatel y su equipo (el 2013) ratificaron que el encogimiento de los glaciares se ha acelerado en las últimas décadas, debido al incremento de las temperaturas.

3.4. ABASTECIMIENTO DE AGUA EN PELIGRO

Soruco sostiene que los glaciares no son solamente importantes indicadores climáticos de una región, sino son vitales fuentes de agua para los habitantes de las zonas altas, especialmente durante la época seca.

Es el caso concreto de las ciudades de La Paz y El Alto, en las que el suministro de agua tiene una dependencia importante de los glaciares que han estado perdiendo su masa como se mencionó en párrafos precedentes. Soruco concluye que la contribución de los glaciares al suministro de agua de estas ciudades, anualmente, alcanza al 15%. Por cierto, este valor es un promedio entre una contribución de 14% en la época de lluvias y de 27% en la época seca.

Pero la dependencia de glaciares es mayor en las comunidades rurales que no disponen de la infraestructura de almacenamiento de agua de lluvia como ocurre en las grandes ciudades.

En ese sentido “...en el futuro, en el caso de una desaparición completa de los glaciares y asumiendo que no existan cambios en la precipitación, la producción anual de agua para La Paz se reducirá entre 12% y 24% para la época seca...”, advierte Soruco en su investigación²³.

Y esta advertencia no es una simple especulación porque Soruco y sus colegas lograron sus estimaciones a partir de la evaluación del balance de masa de 70 glaciares localizados en la parte superior de las cuatro cuencas de la ciudad de La Paz.

Por tanto, si ésta es la situación para La Paz y El Alto, dos ciudades con la capacidad económica y técnica suficientes —al menos en teoría— como para planificar y enfrentar las adversidades futuras, queda en duda el porvenir de las comunidades rurales, cuya dependencia de los glaciares para mantener sus sistemas de vida es altísima.

3.5. CALIDAD DEL AIRE Y LA SALUD

Las complejas investigaciones de esta alarmante realidad del cambio climático también indican que el incremento de las emisiones de carbono negro en las ciudades ocasiona impactos negativos en la salud de sus habitantes.

20 Del lat. albedo: ‘blancura’. 1. m. Fís. Proporción existente entre la energía luminosa que incide en una superficie y la que se refleja. Real Academia Española

21 Soruco, A., Vincent, C., Rabatel, A., Francou, B., Thibert, E., Sicart, J., & Condom, T. (2015). Contribution of glacier runoff to water resources of La Paz city, Bolivia (16° S). *Annals of Glaciology*, 56(70), 147-154. doi:10.3189/2015AoG70A001

22 Dirk Hoffman. “El impacto de hollín en los glaciares bolivianos”, 7 de Julio de 2014

23 Idem.

Es así que se estima que la reducción drástica de las emisiones de carbono negro en las ciudades podría salvar hasta tres millones de vidas al año que de otra forma se perderían como consecuencia de la contaminación del aire al interior de los hogares —principalmente rurales— y las calles atestadas de vehículos²⁴.

Además, podría proporcionar beneficios adicionales para la agricultura, porque al reducir el impacto dañino del carbono negro en las plantas, hay la probabilidad de que mejore visiblemente la productividad agrícola²⁵.

3.6. CONCLUSIÓN

Debería quedar claro para los pueblos altoandinos, urbanos y rurales, el rol que juega el carbono negro en su sostenibilidad futura. Es ésta —la sostenibilidad— la razón fundamental por la cual es importante conservar el bosque de la Amazonía e impedir su destrucción por la vía de las quemaduras abiertas o, más propiamente, “chaqueos”; abordar de manera decidida la planificación de los sistemas de transporte; la introducción de sistemas de transporte masivo; la introducción de sistemas basados en electricidad en reemplazo del transporte motorizado y la sustitución sostenible de las fuentes de empleo precario que genera.

4. EPÍLOGO: LA NECESIDAD DE INVERTIR LA MIRADA

No obstante, el diagnóstico sobre el problema ambiental considerado parece tener un enfoque apropiado, debemos afirmar que éste adolece de las insuficiencias propias de un sistema conocido como el “enfoque desde la oferta”.

Nos referimos aquí a la aplicación sostenida de un sistema de planeamiento que ha provocado que las sociedades utilicen la energía como si se tratase de un recurso a mano, libremente dado, de características infinitas, convirtiendo al sector energético en el principal generador de emisiones contaminantes relacionadas con el cambio climático²⁶.

El enfoque desde la oferta sitúa el punto de análisis en el punto de entrega de energía neta a los usuarios finales, sea éste su propio domicilio o los nodos de distribución de energéticos como una estación de servicio

(en el caso de combustibles para el transporte) o, incluso, grandes centros de distribución y almacenamiento (el caso concreto de la venta de GLP - Gas licuado de petróleo en Bolivia, donde se contabiliza el consumo en el punto de salida de las plantas embotelladoras a las distribuidoras al menudeo). En este caso, la energía es una sumatoria de demandas de combustibles y electricidad, que debe satisfacerse ignorando cuál es el origen de tal demanda y la real utilidad de este consumo en la vida de los usuarios, los bienes y servicios que producen y los impactos que devienen del uso de esta energía.

4.1. EL ENFOQUE DESDE LA OFERTA Y LOS GASES REFRIGERANTES

El enfoque “desde la oferta”, en el caso de los gases refrigerantes, supone que el crecimiento de las demandas de climatización, conservación de alimentos y refrigeración industrial es constante, pues estaría asociado —inexcusablemente— al crecimiento económico y poblacional, y no existirían otros factores que lo afecten seriamente.

Bajo este supuesto —de fondo— la única y más viable forma de abatir la tendencia creciente de las indeseables emisiones de gases refrigerantes sería sustituirlos por refrigerantes naturales y de menor impacto ambiental.

Si bien la sustitución de los refrigerantes es una medida pertinente que tendrá impactos en las industrias dedicadas a la producción de refrigerantes y equipos de refrigeración y climatización con la tecnología actual, debería presumirse que ocurrirá una progresiva adaptación tecnológica y/o el surgimiento de nuevos emprendimientos industriales bajo las definiciones tecnológicas asociadas. Es decir, en el escenario futuro se espera que la producción industrial de los nuevos gases refrigerantes y los equipos asociados siga a la par del crecimiento de las demandas.

Una de las más importantes insuficiencias de este enfoque es que las recomendaciones no están dirigidas a disminuir la demanda de equipos y gases refrigerantes por la vía de hacer más eficientes los procesos que involucran refrigeración y climatización.

Tampoco se encuentran recomendaciones tendientes a desarrollar y/o mejorar los protocolos de disposición de equipos y, más aún, a destacar el rol de toda la cadena industrial y comercial de equipos y refrigerantes en dicha disposición final. Como ha ocurrido hasta ahora, este sector económico no asume ninguna responsabilidad sobre la disposición final de los equipos e insumos que produce.

Finalmente, las recomendaciones emitidas bajo este enfoque no incluyen a las prácticas de mantenimiento, reparación y comercialización actuales que, como fue señalado anteriormente, constituyen incentivos perversos

24 C. A. Pope III and D. W. Dockery, Epidemiology of particle effects, in S. T. Holgate, et al., eds., AIR POLLUTION AND HEALTH 673– 705 (1999) and statistics from the World Health Organization).

25 Mike Bergin, The Influence of Aerosols on Plant Growth, Day 4 of Air Pollution as a Climate Forcing: A Workshop (2002), available at http://www.giss.nasa.gov/meetings/pollution2002/d4_bergin.html.

26 Guzmán, Juan Carlos. Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario. “El estado de la planificación energética en Bolivia”. CEDLA. 2010.

sos que incrementan las fugas de gases refrigerantes, llamadas inapropiadamente “emisiones”.

En este contexto es necesario detenerse a analizar la evolución de la demanda de equipos y gases refrigerantes en el territorio nacional que, por las condiciones climáticas naturales, se concentra en las tierras bajas.

Una primera señal del incremento de esta demanda se encuentra en el crecimiento acelerado del uso de electricidad en el territorio amazónico, muy superior al registrado en las zonas de valles y altiplano. Debe recordarse que, en este territorio, con excepción de una pequeña central eléctrica a biomasa en Santa Cruz, predomina la generación de electricidad con gas natural, y en el caso de las poblaciones menores la dependencia del diésel es casi total.

Se ha encontrado²⁷ que, en los sectores residencial y comercial, el 58% de la demanda final de electricidad está destinada a los equipos de climatización (equipos de aire acondicionado, ventiladores y climatizadores evaporativos) y conservación de alimentos (refrigeradores, conservadores y congeladores).

Si bien puede suponerse que el factor más influyente para esta situación es el clima, no debe olvidarse que este consumo ocurre al interior de viviendas y edificios cuya función es, al menos en teoría, proporcionar protección y aislamiento de las elevadas temperaturas a sus usuarios.

En efecto, los diagnósticos energéticos realizados por el CPTS, en viviendas y edificios en el territorio amazónico, han mostrado que la energía útil necesaria para mantener un espacio o recinto en la zona de confort térmico no excede al 5% de la energía total suministrada, en forma de frío, por los equipos de climatización y refrigeración. Esto quiere decir, sin lugar a dudas, que el 95% de la demanda de electricidad está destinada a contrarrestar las ganancias de calor de las edificaciones.

Las mismas investigaciones nos muestran que la abrumadora ganancia de calor está íntimamente relacionada con inadecuados diseño arquitectónico, selección de materiales, y prácticas constructivas; en un contexto de crecimiento urbano en el que subyace la seguridad de que los costos energéticos y ambientales futuros son mucho menores que los costos de inversión/construcción actuales.

4.2. EL ENFOQUE DE OFERTA Y LAS EMISIONES DE CARBONO NEGRO

Por su parte, el enfoque de oferta es incluso más visible en los sectores económicos relacionados con las emisiones de carbono negro. Veamos:

En el caso del autotransporte, el enfoque de oferta nos dice que el crecimiento del parque automotor es un resultado —muchas veces visto como algo positivo— del crecimiento de las ciudades, la población y el incremento de su poder adquisitivo. En este marco, el camino para mitigar los impactos ambientales derivados de su funcionamiento ha sido —tradicionalmente— la sustitución de combustibles (p.ej. sustitución de gasolinas por gas natural), sustitución de motores y/o modernización del parque automotor (motores diésel por motores a gasolina/gas natural o, en el futuro, sustitución de motores a combustión por motores eléctricos). Si bien todas las medidas son pertinentes y adecuadas, la constante subyacente es el crecimiento de la demanda y, por supuesto, el crecimiento del mercado de vehículos y combustibles.

Se sabe bien que el crecimiento de este sector, además de reducir la velocidad media de circulación, colapsar y contaminar el aire de las ciudades; hace cada vez más ineficiente el consumo de combustibles y ha convertido al sector en el principal demandante de combustibles y energía del país.

En el caso de la otra gran fuente de carbono negro, la quema de pastizales y/o bosques para expandir la frontera agropecuaria, el enfoque desde la oferta sigue el mismo patrón:

Se asume que la expansión de la frontera agropecuaria es producto exclusivo del crecimiento de la demanda de alimentos y, a su vez, ésta sería resultado exclusivo del crecimiento poblacional, de la necesidad ineludible de apelar a la producción industrial de alimentos y de la mejora del poder adquisitivo de la población.

Al mismo tiempo, se asume que toda la producción agrícola está destinada a la producción de alimentos, algo que no es totalmente cierto desde que aparecieron en el escenario agrícola los agro-combustibles.

El correlato natural de este crecimiento de la demanda es, por supuesto, una mayor cantidad de territorios sometidos a la quema de bosques y pastizales (chaqueo).

Bajo este enfoque no aparecen como prioridades de política pública la eficiencia de la producción agropecuaria, la autarquía alimentaria, el grado de mercantilización de la cadena de producción de alimentos y la necesidad de administrar, informar y regular la demanda.

Una tercera fuente de emisión de carbono negro es la quema poco eficiente de biomasa en las áreas rurales, tanto para la cocción de alimentos como para la producción semi-industrial.

En el caso de la cocción de alimentos, además del problema ambiental global al que hemos hecho referencia, se suma el impacto que tienen estas emisiones

27 Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. Programa de eficiencia Energética en la Amazonia Boliviana, 2014 – 2018. “Caracterización de la demanda de electricidad en Cobija”. CPTS, 2016.

en la salud de los habitantes rurales, particularmente mujeres y niños, expuestos cotidianamente al humo de los fogones artesanales instalados en sus domicilios.

La solución al problema de la contaminación al interior de los hogares ha estado dirigida, adecuadamente, a la remoción de estos gases por medio de la promoción de cocinas “eficientes” de leña cuya característica principal es la instalación de una chimenea para transportar los gases de combustión —incluyendo los combustibles no quemados o carbono negro— afuera del domicilio.

No obstante, la medida es apropiada y es una condición necesaria para mitigar los problemas de salud, creemos que no es una condición suficiente para mitigar el problema ambiental global. En efecto, la generación de carbono negro en el mismo fogón, muy relacionada con la temperatura de la combustión y la cantidad de oxígeno involucrada, es un problema que no ha sido abordado con la debida suficiencia. De hecho, la evaluación energética de cocinas eficientes de leña dan cuenta de rendimientos inferiores a 9%²⁸, es decir, en promedio, las mejoras representan una escasa ganancia, del orden de 3%, respecto a lo encontrado en estudios de 1998²⁹. La investigación para alcanzar rendimientos superiores a 20% ha dejado de ser objeto de atención hace ya muchos años.

Por su parte, la quema poco eficiente de biomasa en miles de establecimientos industriales rurales tiene un doble efecto: por un lado, importantes emisiones de carbono negro que pueden llegar a adquirir características preocupantes, como en el Valle de Cochabamba y, por otro, la extracción selectiva de madera de alto poder calorífico. Al respecto, la sustitución de combustibles —gas natural en sustitución de leña— ha mitigado, al menos en parte, ambos problemas; sin embargo, la cantidad de energía involucrada en los procesos y las emisiones totales no han variado sustancialmente.

4.3. EL ENFOQUE DESDE LA DEMANDA

Los principios de la termodinámica nos dicen que la cantidad de trabajo que puede ser obtenido de una fuente de energía, el cual constituye su único valor, depende de la capacidad (eficacia) y habilidad (eficiencia) de los sistemas tecnológicos que la transforman. Adicionalmente, sabemos que cuando los servicios obtenidos de la energía están imperfectamente acoplados a su

fuente demandarán consumos excesivos que redundarán en una pobre productividad de la energía³⁰.

Siguiendo estas definiciones, se entenderá que en el enfoque desde la demanda el centro de atención es el beneficio/servicio que obtienen los usuarios de la energía; además de la eficiencia y la eficacia con la que ésta se transforma. Se entenderá, también, que dado su escaso potencial para desarrollar el mercado de bienes y servicios y la economía mercantil en general, la aplicación de este enfoque es apenas incipiente.

Y a pesar de su casi inexistencia, vamos a mencionar algunas muestras de lo que, el enfoque desde la demanda podría aportar a las medidas para enfrentar el fenómeno climático global ya conocidas.

4.4. EL ENFOQUE DE DEMANDA Y LOS GASES REFRIGERANTES

En el caso de los gases refrigerantes debemos mencionar a las escasas, pertinentes y lamentablemente discontinuadas, actividades del país para sumarse al esfuerzo internacional de proteger la capa de ozono, dirigidas al sector que mayor relación tiene con las “emisiones” de gases refrigerantes, es decir, el de los servicios técnicos de refrigeración y climatización.

Se podría afirmar, como lo muestra el estudio del CPTS ya mencionado, que la mejora de los protocolos de mantenimiento y las capacidades profesionales de los técnicos ha tenido impacto directo en el consumo, sustitución y emisiones de los gases clorofluorocarbonados; sin olvidar que la mejora de las capacidades profesionales de los técnicos, además de lograr efectos ambientales importantes, tiene impacto en la generación de empleos calificados. ¿Por qué no retomarlas, mejorarlas y acrecentarlas?



28 Guzmán, Juan Carlos. F.O.S. “Evaluación de proyectos y prospección de posibilidades para un nuevo proyecto de energía renovable que contribuya a la lucha por más y mejor protección social en Bolivia”. 2015.

29 Energy Sector Management Assistance Program. “Actividades en energía rural y eficiencia energética. ESMAP. 1998.

30 Guzmán, Juan Carlos. Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario. “El estado de la planificación energética en Bolivia”. CEDLA. 2010.

Por otra parte, queda clara la necesidad de encarar decididamente actividades tendientes a disminuir la demanda y abatir su tendencia creciente. Esta reducción no sólo traerá consigo la reducción de los costos energéticos y de inversión de los usuarios sino, también, la reducción de las demandas de combustibles fósiles para la generación de electricidad y las emisiones indeseables de los gases refrigerantes.

Para ello, se hace imprescindible acudir a los organismos de la gestión pública descentralizada para generar incentivos impositivos, tarifarios y tecnológicos para promover la construcción energéticamente neutra o, al menos, la construcción de consumo energético eficiente.

En este marco, será necesario diseñar y promover normativa técnica municipal que incluya la evaluación y certificación energética de las edificaciones como un requisito imprescindible en el nuevo desarrollo urbanístico.

4.5. EL ENFOQUE DESDE LA DEMANDA Y EL CARBONO NEGRO

Para terminar, debemos referirnos a los tópicos que, desde el enfoque desde la demanda, debieran abordarse para reducir las emisiones de carbono negro, fenómeno que, como hemos visto, no sólo está relacionado con el problema climático global, sino que está relacionado con la calidad del aire de las ciudades y los hogares bolivianos y, principalmente, con la reducción progresiva de los glaciares de la cordillera, fenómeno que pone en entredicho la sostenibilidad de las fuentes de agua en las capitales bolivianas.

La evolución del parque automotor boliviano da cuenta de una progresiva modernización del parque automotor y la proliferación de las soluciones de transporte en pequeña escala, concretamente vagonetas y automóviles (INE 2001 - 2012).



Independientemente de que es positivo que el parque automotor de las ciudades se modernice y que los viejos vehículos sean reemplazados por otros modernos a inyección electrónica y de mayor rendimiento, debe recordarse que el problema principal es el peso muerto que debe movilizarse para transportar a un “peso vivo” muchísimo menor. El caso extremo lo constituyen aquellas soluciones particulares que movilizan, por ejemplo, un vehículo de dos mil kilogramos de peso para transportar a un solo individuo de setenta kilogramos.

Se puede demostrar que la proporción de trabajo útil generado en el sistema vehículo-pasajeros —bajo las definiciones actuales— es inferior a 45% en el mejor de los casos, como un bus Puma Katari repleto de pasajeros y; en los peores, inferior a 4%. Si a este rendimiento le añadimos los rendimientos medios de los motores, encontraremos que el rendimiento energético global (un indicador que da cuenta de la eficiencia de la transformación) no supera el 14%, en el caso del bus, y es menor a 1% en el caso de las soluciones particulares menos eficientes. Es decir, el rendimiento energético de una solución de transporte masivo, como el Bus, a pesar de ser muy bajo, es diez y seis veces más eficiente que una solución particular. El problema —y la solución— parecieran estar claros.

No debe olvidarse, por otra parte, que el grado de centralización geográfica de los servicios tiene mucho que ver en la eficiencia energética global del transporte en las ciudades. La descentralización de éstos, incluyendo la reducción del número de jornadas de asistencia física a la fuente laboral —aprovechando las tecnologías de comunicación actuales— podrían mejorar aún más estos indicadores. No menos importante, es el fenómeno que ha convertido al autotransporte como una de las principales y más accesible fuente de empleo directo.

En el caso de la quema de bosques y pastizales para la expansión de la producción agropecuaria, problema económico-ambiental estructural en la economía boliviana, encontramos que un primer paso será prestarle atención a la eficiencia de la producción, los rendimientos agropecuarios y la eficacia de la quema de pastizales como método de fertilización de suelos.

Finalmente, entre las innumerables tareas de investigación tecnológica pendientes en el país, quedará el estudio de los rendimientos de la combustión de biomasa en fogones domésticos e industriales y, la mejora de la eficiencia energética global de los procesos térmicos domésticos, comerciales e industriales.