

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

Los planteamientos presentados en este documento corresponden a los resultados del análisis y a la elaboración de los consultores y firmas contratadas bajo el el contrato de consultoría: C-031-20149 – Realizar un estudio que permita formular un programa actualizado de sustitución progresiva de leña como energético en el sector residencial en Colombia, con los componentes necesarios para su ejecución. Si bien los resultados han sido aceptados como aportes constructivos por parte de la Unidad de Planeación Minero Energética –UPME–, no representan ni comprometen en ningún momento la posición y planteamientos de la Unidad como entidad oficial.

Realizar un estudio que permita formular un programa actualizado de sustitución progresiva de leña como energético en el sector residencial en Colombia, con los componentes necesarios para su ejecución

Contrato UPME C-031-2019

Informe Final

Bogotá, diciembre 9 de 2019



Consorcio Estrategia Rural Sostenible

Bogotá, Colombia, Carrera 24 # 36 – 63 (+571) 477 5888.
www.corpoema.net

Tabla de contenido

Resumen Ejecutivo.....	1
1. Objetivos.....	12
1.1. Objetivo del Proyecto.....	12
1.2. Objetivos específicos.....	12
2. Introducción.....	14
3. Estado del arte por tecnología identificada.....	16
3.1. Estufas Mejoradas.....	16
3.1.1. Estufas Mejoradas En Colombia.....	16
3.1.2. Experiencias Internacionales.....	36
3.2. GLP.....	46
3.2.1. GLP en Colombia.....	46
3.2.2. Experiencias Internacionales.....	74
3.3. Biogás.....	81
3.3.1. Biogás En Colombia.....	81
3.3.2. Experiencias Internacionales.....	86
3.4. Pellets, Briquetas Y Carbón De Leña.....	103
3.4.1. Pellets, Briquetas Y Carbón De Leña En Colombia.....	103
3.4.2. Experiencias Internacionales.....	104
3.5. Energía Eléctrica.....	111
3.5.1. Estufas de inducción en Colombia.....	111
3.5.2. Caso: Energía eléctrica en Mitú.....	112
3.5.3. Experiencias Internacionales.....	113
3.6. Conclusiones del estado del arte.....	115
4. Aspectos jurídicos y regulatorios.....	119
4.1. Antecedentes.....	119
4.2. Energéticos seleccionados como alternativos.....	120
4.2.1. GLP distribuido en cilindros.....	120
4.2.2. Biogás de Residuos Orgánicos.....	121
4.2.3. Energía Eléctrica.....	124
4.2.4. Leña consumida en Estufas Mejoradas.....	127
4.3. Fondos y Subsidios Actuales.....	129
4.3.1. Subsidios a la Oferta.....	130
4.3.2. Subsidios a la Demanda.....	133
4.4. Otras fuentes de recursos.....	137
4.5. Aspectos Institucionales.....	139
4.6. Política pública.....	140

4.7.	Recomendaciones regulatorias.....	142
4.7.1.	Gas natural.....	143
4.7.2.	GLP	143
4.7.3.	Energía eléctrica.....	144
4.7.4.	Biogás	144
4.7.5.	Subsidios a la demanda de electricidad y GLP en cilindros	146
5.	Aspectos culturales, de género y salud.....	147
5.1.	Concepto de cultura.....	148
5.2.	Uso de la leña como energético.....	148
5.2.1.	Preparación de los alimentos.....	149
5.2.2.	Cocina Colombiana	151
5.2.3.	Tipos de cocinas.....	156
5.2.4.	Calefacción en los hogares.....	162
5.2.5.	Uso de la leña en rituales	162
5.3.	Análisis de Aspectos Étnicos	163
5.3.1.	Etnia	163
5.4.	Análisis de Aspectos de Género y Salud	168
5.5.	Recomendaciones Metodológicas	170
5.5.1.	Diálogos Interculturales	171
5.5.2.	Enfoque Diferencial	171
6.	Análisis de información y cifras existentes	174
6.1.	Fuentes secundarias	174
6.1.1.	Encuesta Nacional de Calidad de Vida.....	174
6.1.2.	BECO	177
6.2.	Laboratorio de consumo de leña.....	178
6.2.1.	Antecedentes.....	178
6.2.2.	Protocolo de medición	179
6.2.3.	Resultados	180
6.3.	Estimación de escenarios.....	183
6.3.1.	Escenario A.....	183
6.3.2.	Escenario B.....	183
7.	Estimación de la reducción de CO2e asociada a la implementación del programa	186
7.1.	La visión global IPCC del uso de leña y otros combustibles tradicionales de biomasa	186
7.2.	Cantidad de energía a entregar para cocción	187
7.3.	Análisis del ciclo de vida.....	187
7.4.	Combustión de la leña	190

7.5.	Poder calorífico de la leña	191
7.6.	Emisiones asociadas a la combustión de la leña	191
7.7.	Origen del carbono de la leña	195
7.8.	Consumo de leña y GLP	195
7.9.	Análisis de estimación para el Biogás.....	196
7.9.1.	Metodología de cálculo de las emisiones de GEI.....	200
8.	Valoración de externalidades ambientales y sociales positivas.....	202
8.1.	Acceso a la energía.....	202
8.2.	Impactos del uso de la leña	203
8.2.1.	Impacto sobre la salud.....	203
8.2.2.	Impactos sobre la salud ambiental del planeta	204
8.2.3.	Impacto sobre actividades humanas.....	204
8.2.4.	Impacto sobre los recursos naturales	204
8.3.	Combustión de la leña	205
8.3.1.	Efectos del humo de leña sobre la salud	205
8.4.	Valoración de externalidades ambientales positivas	205
8.4.1.	Estufas Mejoradas.....	206
8.4.2.	Energía Eléctrica	207
8.4.3.	Gas Licuado de Petróleo	207
8.4.4.	Biogás	208
8.5.	Valoración de externalidades sociales positivas	209
8.5.1.	Estufas Mejoradas.....	209
8.5.2.	Energía Eléctrica	210
8.5.3.	Gas Licuado de Petróleo (GLP).....	210
8.5.4.	Biogás	211
9.	Análisis costo-beneficio de las diversas fuentes y tecnologías disponibles.....	212
9.1.	Costos mensuales de la cocción con diferentes energéticos	212
9.1.1.	Costos de la inversión inicial.....	212
9.1.2.	Costo del energético.....	213
9.1.3.	Costos en salud.....	214
9.1.4.	Costo ambiental.....	215
9.1.5.	Costo total mensual.....	217
9.2.	Costo-beneficio.....	219
10.	Análisis de factibilidad para la instalación de soluciones viables	221
10.1.	Estufas mejoradas	222
10.1.1.	Factibilidad Técnica	222
10.1.2.	Factibilidad Comercial.....	223

10.1.3.	Factibilidad Económica	225
10.1.4.	Factibilidad Ambiental	226
10.1.5.	Factibilidad en Salud	226
10.1.6.	Factibilidad Social	227
10.2.	GLP.....	227
10.2.1.	Factibilidad Técnica	227
10.2.2.	Factibilidad Comercial	228
10.2.3.	Factibilidad Económica	231
10.2.4.	Factibilidad Ambiental	232
10.2.5.	Factibilidad en Salud	232
10.2.6.	Factibilidad Social	233
10.3.	Electricidad: Estufas de inducción	233
10.3.1.	Factibilidad Técnica	233
10.3.2.	Factibilidad Comercial	234
10.3.3.	Factibilidad Económica	235
10.3.4.	Factibilidad Ambiental	236
10.3.5.	Factibilidad en Salud	236
10.3.6.	Factibilidad Social	237
10.4.	Biogás.....	237
10.4.1.	Factibilidad Técnica	237
10.4.2.	Factibilidad Comercial	239
10.4.3.	Factibilidad Económica	240
10.4.4.	Factibilidad Ambiental	240
10.4.5.	Factibilidad en Salud	241
10.4.6.	Factibilidad Social	241
11.	Instituciones Responsables y Mapa de Actores	242
11.1.	El Plan de Sustitución Progresiva de Leña como política pública.....	242
11.2.	La aprobación del Plan – Documento CONPES.....	243
11.3.	Entidades que participan en la ejecución del Plan.....	244
11.4.	La Agencia Implementadora.....	245
12.	Estrategia del Plan de Sustitución Progresiva de Leña	248
12.1.	Elementos de la estrategia	248
12.2.	La Estrategia del Plan de Sustitución	250
12.2.1.	Metas de sustitución por cada fase	253
12.2.2.	Alternativa tecnológica por fase y por grupo.....	254
12.2.3.	Metas del Plan de Sustitución por regiones.....	256
12.3.	Propuesta de un Programa Nacional de Biogás en Colombia	259

12.3.1.	Objetivo General	260
12.3.2.	Objetivos específicos	260
13.	Costos Estimados para la Implementación del Plan	264
13.1.	Costos de las tecnologías	264
13.2.	Costos de los subsidios en energía.....	266
13.3.	Otros costos de la implementación del Plan.....	268
13.4.	Costo total de la implementación del Plan de Sustitución Progresiva de Leña 269	
14.	Fuentes de Financiación Disponibles	273
14.1.	Descripción general de los costos del Plan	273
14.2.	Descripción de mecanismos disponibles	273
14.2.1.	Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía -FENOGE-,	274
14.2.2.	Programas en Beneficio de las Comunidades, PBC - Acuerdo 02 de 2017 de la Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH.....	275
14.2.3.	Multilaterales o cooperación bilateral	276
14.3.	Propuesta de financiación	278
1.1.1.	Programa base	279
1.1.2.	Implementación de otras fases y ampliación de cobertura del programa 279	
14.4.	Actividades a realizar para el acceso a financiación.....	280
14.5.	Generación de Bonos de Carbono	281
14.5.1.	Emisiones de CO ₂	281
14.5.2.	Emisiones de la estrategia de sustitución de leña	284
14.5.3.	Estimación de la emisión de bonos de carbono	296
15.	Bibliografía	297
16.	Anexos	305
Anexo 1 – Talleres Regionales.....		305
16.1.1.	Taller Regional Caribe	305
16.1.2.	Taller Regional Nariño	311
16.1.3.	Taller Regional Antioquia	316
16.1.4.	Taller Regional Boyacá	323
Anexo 2 – Taller de Expertos		329
Anexo 3 - Bases de Datos.....		342

Índice de Tablas

Tabla 1. Costos de la cocción según tecnología 3

Tabla 2. Grupos identificados para la estrategia de sustitución..... 5

Tabla 3. emisiones netas de CO₂ por fase 6

Tabla 4. Costos y subsidios por tecnología..... 7

Tabla 5. Costos totales de implementación por tecnología y fases, opción A 7

Tabla 6. Costo total de implementación del programa por tecnología y fases, opción B8

Tabla 7. Estimación de los bonos de carbono para la financiación del proyecto .. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 8. Resultados del WBT para las estufas Huellas, FN y SCE 25

Tabla 9. Desarrollo de estufas mejoradas para cocción con leña en Colombia..... 34

Tabla 10. Imágenes de la Cocina mejorada Inkawasi 38

Tabla 11. Estufas Mejoradas de Biomasa en México..... 40

Tabla 12. Imágenes Estufas Eficientes Cobán, Alta Verapaz, Guatemala 44

Tabla 13. Beneficiarios de Cubrimiento 48

Tabla 14. Familias Beneficiadas Programa Gas para el Campo II 49

Tabla 15. Consumo de energéticos, antes y después..... 52

Tabla 16. Consumo de Leña en los Hogares 52

Tabla 17. Alcance del programa GLP rural 57

Tabla 18. Periodos de recarga según ingresos 62

Tabla 19. GLP por Redes 64

Tabla 20. Consumo en Terajulios por energético..... 70

Tabla 21. Emisiones contaminantes relativas al GLP..... 72

Tabla 22. Emisiones relativas de varios combustibles con respecto al GLP 73

Tabla 23. Planta de biogás de criadero de pollos..... 96

Tabla 24. Planta de biogás en centro eco-turístico Cuevas de Ma'xivan..... 98

Tabla 25. Ventajas y Desventajas de implementación de pellets, briquetas y carbón de leña..... 110

Tabla 26. Capacidad Instalada de fuentes no convencionales de energía en las ZNI (MW)..... 125

Tabla 27. Nuevos usuarios con servicio de energía eléctrica - ZNI 126

Tabla 28. Cantidad de estufas instaladas en Colombia. 2009- 2014..... 128

Tabla 29. Subsidios a la oferta..... 130

Tabla 30. usuarios Beneficiados del Esquema de Subsidios al GLP..... 135

Tabla 31. Caracterización comida típica colombiana 152

Tabla 32. Fogones Altos en comunidades 158

Tabla 33. Estufa Mejorada en Duitama- Boyacá..... 161

Tabla 34. Recopilación de estudios de consumo per cápita de leña en estufas mejoradas de Colombia 179

Tabla 35. Escenario A de consumo de leña (2018)..... 183

Tabla 36. Datos de partida del escenario B 184

Tabla 37. Datos de hogares que utilizan leña o madera como único energético de cocción 184

Tabla 38. Datos de hogares que utilizan otro energético además de leña 185

Tabla 39. Escenario B de consumo de leña (2018)..... 185

Tabla 40. Emisiones totales de CO₂ por GJ y combustible..... 189

Tabla 41. Emisiones de CO₂ por GJ efectivo entregado al proceso de cocción 190

Tabla 42. Emisiones de estufa tradicional “3 piedras” y estufa mejorada tipo Patsari 192

Tabla 43. Consumo de leña y reducción de consumo y de emisiones entre fogón 3 piedras y estufa Patsari – Caso México 193

Tabla 44 .Factores de GWP.....	194
Tabla 45. Consumo de combustibles por modo de uso.....	195
Tabla 46. Descripción de las emisiones directas, indirectas y evitadas de acuerdo con las actividades relacionadas con el proceso de digestión anaerobia.....	200
Tabla 47. Externalidades ambientales y su efecto Estufas mejoradas	206
Tabla 48. Externalidades ambientales y su efecto energía eléctrica	207
Tabla 49. Externalidades ambientales y su efecto GLP	207
Tabla 50. Externalidades ambientales y su efecto.	208
Tabla 51. Externalidades sociales y su efecto Estufas mejoradas	209
Tabla 52. Externalidades sociales y su efecto Energía eléctrica	210
Tabla 53. Externalidades sociales y su efecto GLP	210
Tabla 54. Externalidades sociales y su efecto.....	211
Tabla 55. Costos de inversión en estufas	212
Tabla 56. Costo mensual de energéticos para cocción	213
Tabla 57. Costos en salud por consumo de leña o carbón.....	214
Tabla 58. Costos en salud por consumo de leña o carbón.....	215
Tabla 59. Factores de emisión de los energéticos considerados	216
Tabla 60. Consumo de los energéticos mensual.....	216
Tabla 61. Emisiones por energético (kgCO ₂)	217
Tabla 62. Costo de oportunidad por no mitigar las toneladas de CO ₂ y vender estas reducciones a interesados	217
Tabla 63. Costo total de la cocción mensual por hogar.....	218
Tabla 64. Costos mensuales de cocción en hogares rurales y urbanos asociados a cada alternativa (\$COP)	221
Tabla 65. Desarrollo de estufas mejoradas para cocción con leña en Colombia.....	223
Tabla 66. Ahorro asociado a los costos de implementación de estufas mejoradas ...	225
Tabla 67. Ahorro en costos ambientales con la implementación de estufas mejoradas	226
Tabla 68. Ahorro en costos de salud con la implementación de estufas mejoradas..	227
Tabla 69. Ahorro en costos ambiental con la implementación de GLP.....	232
Tabla 70. Ahorro en costos de salud con la implementación de GLP.....	233
Tabla 71. Ahorros mensuales de implementación de estufas de inducción por hogar	236
Tabla 72. Ahorro mensual en costos ambientales con la implementación de estufas de inducción	236
Tabla 73. Ahorro en costos de salud con la implementación de estufas de inducción	237
Tabla 74. Necesidades de biogás para una familia compuesta por 5 personas	238
Tabla 75. Ahorros mensuales de implementación de biogás por hogar	240
Tabla 76. Ahorro en costos ambientales con la implementación de biogás.....	240
Tabla 77. Ahorro en costos de salud con la implementación de biogás	241
Tabla 78. Resumen cifras de hogares con cocción con leña “Escenario A”	248
Tabla 79. Resumen cifras del “Escenario B” de hogares con cocción con leña.....	249
Tabla 80. Número de hogares por grupo	253
Tabla 81. Metas de sustitución de leña por fase y por grupo de hogares.....	253
Tabla 82. Distribución de las tecnologías o energéticos de sustitución propuestos por fase y Grupo de hogares.	254
Tabla 83. Distribución de alternativas por Grupos de hogares y fases.....	256
Tabla 84. Departamentos de Colombia agrupados por Región.....	256
Tabla 85. Número de hogares con sustitución de leña por tecnología, grupo y región Fase I (2020-2022)	257

Tabla 86. Número de hogares con sustitución de leña por tecnología, grupo y región Fase I (2023-2030)	258
Tabla 87. Número de hogares con sustitución de leña por tecnología, grupo y región Fase I (2030-2050)	259
Tabla 88. Costo por las tecnologías de sustitución en la fase 2020-2022 (pesos)	264
Tabla 89. Costo por las tecnologías de sustitución en la fase 2023-2030 (pesos)	265
Tabla 90. Costo por las tecnologías de sustitución en la fase 2030-2050 (pesos)	265
Tabla 91. Costo por las tecnologías de sustitución en el Plan de Sustitución progresiva de Leña por fase (millones de pesos)	266
Tabla 92. Subsidios mensuales a la operación de las alternativas energéticas y/o tecnológicas propuestas (pesos)	266
Tabla 93. Subsidios requeridos por fase opción A (millones de pesos).....	267
Tabla 94. Subsidios requeridos por fase opción B (millones de pesos).....	267
Tabla 95. Otros costos de Implementación del Plan (millones de pesos).....	268
Tabla 96. Costo total de implementación de la fase I (2020-2022).....	269
Tabla 97. Costo total de implementación de la fase II (2023-2030).....	269
Tabla 98. Costo total de implementación de la fase III (2030-2050).....	269
Tabla 99. Costo total estimado para la implementación del plan (millones de pesos).....	270
Tabla 100. Costo total de implementación de la fase I (2020-2022) Opción B	270
Tabla 101. Costo total de implementación de la fase II (2023-2030) Opción B	271
Tabla 102. Costo total de implementación de la fase III (2030-2050) Opción B	271
Tabla 103. Costo total estimado para la implementación del plan (millones de pesos) Opción B.....	272
Tabla 104. Propuesta de financiación	278
Tabla 105. Poderes caloríficos inferiores (LHV) de los combustibles	281
Tabla 106. Emisiones de los combustibles	283
Tabla 107. Consumo mensual de combustibles y eficiencias de estufas	283
Tabla 108. Grupos de sustitución y número de estufas a reemplazar por periodo	284
Tabla 109. Total de emisiones reducidas por fase del Plan de Sustitución Progresiva de Leña	296
Tabla 110. Ingresos por bonos de carbono que se podrían generar por la reducción de emisiones del Plan de Sustitución Progresiva de Leña para cocción	296

Índice de Gráficas

Gráfica 1. Uso múltiple de tecnologías de cocción.....	26
Gráfica 2. Para los hogares consumidores de leña: ¿la compran o la recogen?	53
Gráfica 3. Procedencia de la Leña	53
Gráfica 4. Distribución de uso de energéticos antes del programa.....	58
Gráfica 5. Distribución de energéticos como resultado del Programa de GLP	58
Gráfica 6. Distribución de energéticos como resultado del Programa Piloto de GLP... ..	59
Gráfica 7. Energéticos preferidos según región	59
Gráfica 8. Preferencia de los beneficiarios.....	60
Gráfica 9. Valoración de aspectos negativos del GLP.....	61
Gráfica 10. Plantas de biogás instaladas en Europa (izquierda), capacidad eléctrica instalada en Europa (derecha).....	90
Gráfica 11. Consumo final de energía en el sector residencial.....	119
Gráfica 12. Potencial de generación de biogás.....	122
Gráfica 13. Usuarios del servicio público domiciliario de electricidad	124

Gráfica 14. Energía o combustible utilizado principalmente para cocinar en los hogares en Colombia entre 2013 y 2018 según la ECV.....	176
Gráfica 15. Consumo de leña en el sector residencial (urbano y rural) en Colombia entre 2006 y 2018, según el BECO.....	177
Gráfica 16. Uso de combustible para cocinar el desayuno, almuerzo y cena.....	180
Gráfica 17. Promedio de mediciones de calidad del aire en los distintos tipos de estufas visitadas, PM [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].....	181
Gráfica 18. Promedio de mediciones de calidad del aire en los distintos tipos de estufas visitadas, formaldehído (HCHO) [mg/m^3].....	182
Gráfica 19. Promedio de mediciones de pérdidas de energía en combustión de leña en los distintos tipos de estufas visitadas.....	182
Gráfica 20. Costo total de la cocción mensual por hogar por tipo de costo.....	219
Gráfica 21. Indicador costo-beneficio de las tecnologías consideradas.....	220
Gráfica 22. Composición de la oferta y demanda de GLP actual y proyectada a 2023.....	228
Gráfica 23. Demanda nacional – canal de ventas.....	229
Gráfica 24. Participación de la demanda de GLP por departamento.....	230
Gráfica 25. Proyección de los precios del GLP en el mercado de Estados Unidos a nivel residencial e industrial.....	231
Gráfica 26. Evolución del número de usuarios por Grupo G1.....	285
Gráfica 27. Emisiones de CO ₂ de las estufas - G1.....	286
Gráfica 28. Emisiones de CO ₂ – Grupo G1.....	286
Gráfica 29. Reducción de emisiones de CO ₂ – G1.....	287
Gráfica 30. Metas de usuarios G1.....	287
Gráfica 31. Evolución del número de usuarios por Grupo G2.....	288
Gráfica 32. Emisiones de CO ₂ de las estufas – G2.....	288
Gráfica 33. Emisiones CO ₂ – Grupo G2.....	289
Gráfica 34. Reducción de emisiones de CO ₂ – G2.....	290
Gráfica 35. Metas G2.....	290
Gráfica 36. Evolución del número de usuarios por Grupo G3.....	291
Gráfica 37. Emisiones de CO ₂ de las estufas – G3.....	291
Gráfica 38. Emisiones CO ₂ – Grupo G3.....	292
Gráfica 39. Reducción de emisiones de CO ₂ – G3.....	292
Gráfica 40. Metas G3.....	293
Gráfica 41. Evolución del número de usuarios de todos los Grupos.....	293
Gráfica 42. Emisiones de CO ₂ de todos los Grupos.....	294
Gráfica 43. Emisiones CO ₂ de todos los Grupos en los años 2022, 2030 y 2050.....	294
Gráfica 44. Reducción de emisiones de CO ₂ de todos los Grupos.....	295
Gráfica 45. Metas todos los Grupos.....	295

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Escalera energética.....	2
Ilustración 2. Modelo de digester tipo chino.....	88
Ilustración 3. Esquema de biodigester tipo hindú.....	89
Ilustración 4. Principio de funcionamiento de una estufa de inducción.....	111
Ilustración 5. Fogón tradicional de tres piedras.....	157
Ilustración 6. Fogón de leña comunidades del Vaupés.....	158
Ilustración 7. Fogón apoyado por el viento.....	159
Ilustración 8. Fogón de cilindro en Bahía Solano.....	160

Ilustración 9. Fogón blinde de comején.....	160
Ilustración 10. Carnaval del Fuego en Tumaco.....	163
Ilustración 11. Diagrama de flujo para el LCA.....	188
Ilustración 12. Emisiones de CO ₂ y CH ₄ producidas por las actividades y disposición de residuos en el campo.....	197
Ilustración 13. Emisiones evitadas en el ciclo de producción de biofertilizantes y energía a través del proceso de digestión anaerobia.....	198
Ilustración 14. Emisiones indirectas (antes y después de la planta de Digestión Anaeróbica DA) y directas asociadas a la producción y limpieza de biogás en las zonas rurales.	199
Ilustración 15. Esquema de organización para la ejecución del Plan Nacional de Biogás en Colombia, PNBC.....	261
Ilustración 16. Vivienda tradicional de palma en el caribe de colombiano.....	307
Ilustración 17. Binde de comején y cocina tradicional en Córdoba, Colombia.....	308
Ilustración 18 Estufa Lorena.....	319

Resumen Ejecutivo

El Contrato UPME C-031- 2019, se ha desarrollado en tres etapas hasta llegar a los resultados que se presentan en el presente informe final. A continuación, se hace una descripción de los principales logros alcanzados en cada etapa, correspondientes a cada uno de los tres entregables.

En la Etapa I se presentó el Estado del Arte en el uso de energéticos en el sector residencial, tanto en el país como a nivel internacional y se analizaron las lecciones aprendidas de tales experiencias en la implementación de soluciones para la sustitución de combustibles sólidos en familias de menores y bajos ingresos. El universo que se pretende cubrir con las estrategias a corto, mediano y largo plazo para la sustitución progresiva de leña en el sector residencial, está conformado principalmente por las familias localizadas en viviendas rurales dispersas, en algunos casos sin acceso a servicios públicos, y por lo general con baja capacidad de pago, que tienen que acudir a combustibles sólidos para atender sus necesidades de cocción de alimentos y calefacción de las viviendas.

El primer paso en el diseño de la estrategia de sustitución, es entender y analizar los esfuerzos hechos hasta ahora para plantear programas de sustitución de combustibles sólidos en Colombia y a nivel internacional y las lecciones aprendidas de tales experiencias. Por lo anterior, en el Entregable I se analizaron los programas de Estufas Eficientes desarrollados hasta la fecha y el Biogás del cual se presenta una amplia descripción de las experiencias internacionales y nacionales.

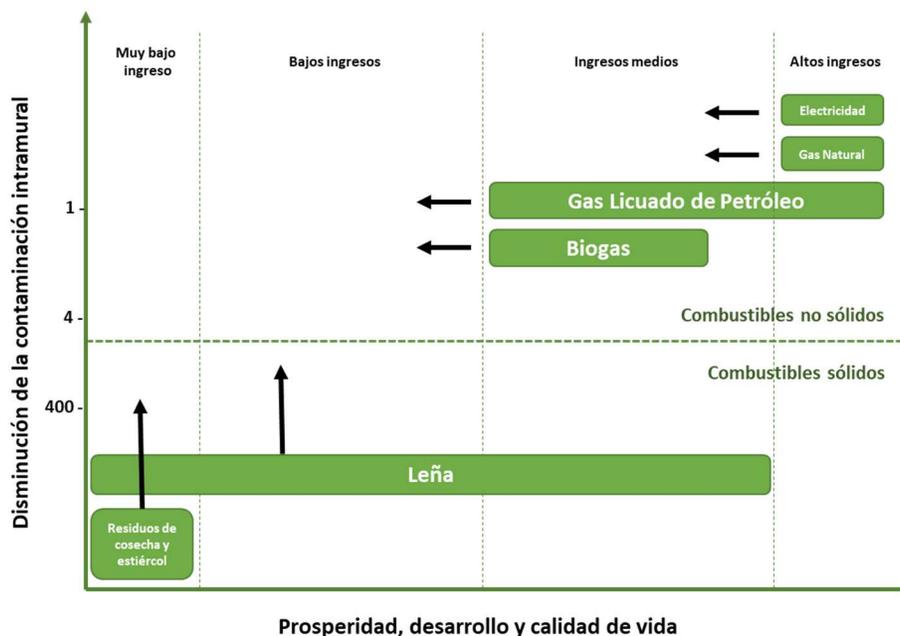
Dentro del Estado del Arte, se incluyeron otras experiencias como el uso de estufas de inducción que comprende, además de la estufa eléctrica, el manejo adecuado en equipamiento de utensilios de cocina. Finalmente se presentó la experiencia nacional e internacional en el uso del Gas Propano o GLP tal como los programas de sustitución del uso de leña realizados a mediados de los 90 y en la primera mitad del periodo 2000-2010. Estos programas constituyeron el primer esfuerzo masivo para llegar con la solución de GLP a un número significativo de familias de menores ingresos consumidores de leña. También se presentó entre otras experiencias internacionales, el Programa de sustitución de leña por GLP en la India, hoy en día en plena ejecución, que constituye un referente mundial por su diseño y resultados alcanzados hasta la fecha, lo cual se explica en el Informe.

El común denominador de todas las experiencias consultadas para la construcción del capítulo 3 de este Informe Final, es el impacto que tiene el consumo de leña en la salud de las familias, en particular en las mujeres y los niños, lo que plantea temas de equidad de género y protección a la niñez, que definieron la ruta de los análisis que se desarrollaron a continuación.

La salud es el mensaje, lo que quiere decir que las estrategias y soluciones al consumo de leña tendrán como prioridad la solución de la problemática de salud pública. Para ello, se determinó concentrar el análisis en cuatro energéticos o tecnologías, que conforman la columna vertebral del Plan de Sustitución Progresiva de Leña, estos son: Estufas Mejoradas, Biogás, Energía Eléctrica y GLP. La inversión orientada a lograr estos programas de sustitución tiene efectos adicionales como mayores niveles de bienestar y prosperidad para los beneficiados. Es lo que se conoce como la “escalera energética”, la

cual correlaciona la evolución en el uso de la energía en los hogares con las mejoras en el bienestar, como se indica en la ilustración siguiente presentada en el Entregable I.

Ilustración 1. Escalera energética



Fuente: Adaptada de Smith, K; Sagar, A. Making the clean available: Escaping India's Chulha Trap, 2014

En el Entregable II, y en el periodo comprendido entre el 26 de septiembre al 17 de octubre de 2019, se desarrollaron los cuatro *Talleres Regionales* en las ciudades de Montería, Pasto, Medellín y Sogamoso y el 24 de octubre se llevó a cabo el *Taller de Expertos* en la ciudad de Bogotá. Estos encuentros con las comunidades, la academia, sector privado y el sector público, constituyeron una gran oportunidad para el Equipo de conocer la problemática del uso de leña en estas zonas y de escuchar, de primera mano, las percepciones de los usuarios sobre los impactos del humo de la leña en temas como la salud de las familias y, en particular, de las mujeres, a quienes, por razones culturales les ha correspondido la atención de las tareas de recolección de leña y las labores de cocción de alimentos en cocinas sin la adecuada ventilación. Las mujeres que asistieron a los talleres regionales manifestaron su preocupación por el deterioro en sus condiciones de salud y de calidad de vida, así como en los impactos sobre la población infantil, dado que los menores de edad son quienes permanecen en el hogar familiar expuestos al humo desde los cero años hasta bien avanzada la niñez, viendo deteriorada su calidad de vida en virtud de la inhalación permanente de los humos de combustión de la leña.

Durante el desarrollo de los talleres, el equipo de la consultoría tuvo la oportunidad de intercambiar opiniones con las comunidades de la zona y la academia, lo cual se encuentra detallado en las memorias correspondientes. Igualmente, en el Taller de Expertos se desarrollaron paneles de discusión sobre cada uno de los energéticos/tecnologías

identificadas como opciones de sustitución de leña: Estufas Mejoradas, Biogás, GLP y Energía Eléctrica. En el panel final del *Taller de Expertos* se analizaron los temas de Salud y Cultura, a partir de lo cual se concluyó la necesidad de diseñar soluciones de sustitución de leña que consulten los aspectos culturales y de género, habiéndose reafirmado por parte de expertos en el tema, el efecto negativo del consumo de leña en la salud de las personas expuestas al humo debido a una deficiente extracción del mismo y a la mala ventilación de los espacios donde se quema la leña. En el Entregable II, se presentó un desarrollo sobre los temas culturales, étnicos y de género cuyo tratamiento efectivo es esencial en la etapa de desarrollo del Plan de Sustitución.

Durante la segunda parte del Estudio se definieron dos temas, que son necesarios para la definición de las estrategias de sustitución en la parte final del Estudio. Estos temas son: los escenarios y los costos de las opciones tecnológicas para el proceso de sustitución.

Comenzando por los costos de las opciones tecnológicas para la sustitución de leña, el Estudio realizó un análisis detallado de todos los componentes del costo de cada opción los cuales se detallan a continuación:

- Costos de los equipos de cocción por energético y tecnología.
- Costos de los energéticos utilizados en cada caso. Para la leña se determinó incluir los costos de recolección asignándole un valor al trabajo de las personas, mujeres en particular, quienes dedican horas de su tiempo a estas tareas. Aunque este trabajo no se remunera en la realidad, el uso del tiempo debe tener un costo asociado.
- Costos ambientales de las emisiones de CO₂e. Para ello, los factores de emisión para cada energético están definidos en la literatura técnica.
- Costos de salud que permiten medir los impactos por familia utilizando los costos nacionales de mortalidad y morbilidad desarrollados por el Departamento Nacional de Planeación. Este elemento del costo total busca visibilizar un componente del costo de la leña hasta ahora no incluido en los análisis.

Con el esquema anterior se busca hacer visibles y cuantificables todos los costos que conlleva el uso de leña en cocción y calefacción de alimentos. Se concluye que la leña no es una fuente energética de bajo costo, sino que, por el contrario, considerando los costos de recolección y los impactos en salud, resulta ser la más costosa de todas. El cuadro que se presenta a continuación, cuya primera versión se incluyó en el Entregable II y se revisó para el Entregable Final muestra los siguientes resultados:

Tabla 1. Costos de la cocción según tecnología

Energético utilizado	Tipo de estufa	Costo mensual de inversión inicial estufa	Costo del energético	Costo en salud	Costo ambiental emisiones de CO2	Costo total mensual
Solo Leña fogón	Fogón	0	160.000	184.976	8.935	353.912
Solo leña estufa	Estufa con chimenea	16.667	160.000	25.897	6.255	208.818
Leña y GLP	Estufa con chimenea	20.833	112.500	12.948	4.834	151.116

GLP	Estufa a GLP	4.167	65.000	0	732	69.899
Biogás	Estufa a biogás	12.500	160.000	0	0	172.500
Electricidad convencional	Estufa convencional	2.500	66.000	0	891	69.391
Electricidad inducción	Estufa de inducción	12.500	59.400	0	802	72.702

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

Se observa que el GLP y la Energía Eléctrica son las opciones más económicas de todas las 4 analizadas. En el Entregable III se presentan también los cálculos del análisis que no consideran la valoración del tiempo empleado en las tareas de recolección de leña. Aunque el fogón de leña sigue siendo el más costoso, la Estufa Mejorada resulta ser más económica que la energía eléctrica y el GLP y el Biogás el menos costoso de todos. No obstante, para los análisis de la consultoría, se incluye el tiempo empleado en la recolección de leña por hogar y en las tareas de operación del Biogás a fin de reflejar el trabajo realizado en particular por las mujeres.

La estrategia que se presenta en el informe final y que se explicará a continuación, no se concentra solamente en las opciones más económicas, sino que plantea un programa inclusivo en el cual las Estufas Mejoradas, Biogás, Energía Eléctrica y GLP, tienen su espacio según el grupo poblacional que resulta del siguiente análisis del cual se definen dos escenarios así:

Escenario A: Se define a partir de la Encuesta de Calidad de Vida del DANE 2018 la cual presenta el resultado a la siguiente pregunta: “¿Qué energía o combustible utilizan principalmente para cocinar?” Un total de 1.664.229 hogares respondieron así: “leña, madera”.

Escenario B: A los hogares que respondieron la pregunta anterior se les preguntó lo siguiente: “Adicionalmente, ¿utilizan otro combustible para cocinar?”

El 30% aproximadamente respondieron de manera positiva la segunda pregunta y de ese porcentaje, el 93% señaló que su combustible alternativo es el GLP. El número total de usuarios en esta categoría es de 499.809, lo que deja un total de 1.164.421 que únicamente consume leña sin utilizar ningún otro energético.

De otra parte, por información de la propia Encuesta de Calidad de Vida del DANE, se conoce que un total aproximado de 252.765 familias no tienen el servicio de energía eléctrica por encontrarse en Zonas no Interconectadas ZNI, o localizadas en áreas aisladas en el Sistema Interconectado Nacional. Se considera que estas familias están incluidas en el Grupo que únicamente consumen leña (70%) por no tener acceso a ningún otro energético o en caso de disponibilidad por ejemplo del GLP, los costos de transporte resultan muy altos.

Con los análisis e información anterior el Estudio se enfocó en los temas definidos en el Contrato C-031 del 2019 con la UPME con los resultados que se explican en el informe y de los cuales, para el presente resumen, se señalarán los siguientes:

- a. La Estrategia:

Del análisis de escenarios se configuran entonces 3 Grupos de Usuarios a partir de las cifras de la ECV del DANE 2018:

- **Grupo I.** Los hogares que cocinan únicamente con leña y tienen acceso al servicio de energía eléctrica. (911.656)
- **Grupo II:** Los hogares que cocinan únicamente con leña y no tienen actualmente acceso al servicio de energía eléctrica. (252.765).
- **Grupo III:** Los hogares que cocinan con leña y diversifican con otro energético, principalmente el GLP. (499.809)

Este análisis nos brinda los elementos de juicio para la definición de la estrategia:

- El Grupo 1: Al estar localizado en el área de influencia del Sistema Interconectado Nacional es de esperarse que se cuente con facilidades de transporte que les permita tener acceso al GLP y en general a todas las opciones de sustitución disponibles.
- El Grupo 2: Está localizado actualmente en Zonas no Interconectadas o en áreas aisladas dentro del sistema Interconectado lo que encarece opciones como el GLP y sugiere la conveniencia de contar con opciones de sustitución fijas, bien sea a través de Estufas Mejoradas o programas de Biogás. Aún con acceso al servicio de energía eléctrica las dificultades de acceso se mantienen por lo que la recomendación de utilizar opciones fijas sigue siendo válida.
- El Grupo 3: Presenta una estructura de consumo de energía en la cual el GLP es utilizado en una o máximo dos comidas al día, dejando las restantes para cocción con leña. Al contar con el equipo de cocción a base de GLP, la opción preferente es mantener e incrementar el consumo de este energético a fin de continuar el proceso de sustitución de leña.

Con las definiciones anteriores, la estrategia comprende acciones a seguir en cada uno de los 3 periodos señalados de corto, mediano y largo plazo para los 3 Grupos de familias definidos en la sección anterior y considerando los 4 energéticos que se han identificado como opciones en el Plan de Sustitución. Es decir, la estrategia comprende tres ejes a saber:

- Plazo de Implementación
- Grupo poblacional a los que se dirige el Plan
- Energéticos sustitutos.

El detalle de las cifras que comprende la estrategia está en el Entregable III y sus principales resultados son los siguientes:

Tabla 2. Grupos identificados para la estrategia de sustitución

Grupo	Número de hogares	Características
G1	911.656	Leña, no diversifica y tiene electricidad
G2	252.765	Leña y NO electricidad
G3	499.809	Leña y GLP

1.664.230

Grupo	Fase			Total
	2020-2022	2023-2030	2030-2050	
G1	100.000	300.000	511.656	1.664.230
G2	30.000	150.000	72.765	
G3	30.000	200.000	269.809	
Total Fase	160.000	650.000	854.230	

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

En el Entregable III se presenta el detalle de la distribución de los valores anteriores por Departamentos y agrupados en Regiones como lo piden los términos de referencia.

b. El Impacto Ambiental del Programa.

El balance ambiental en términos de emisiones netas de CO₂ se obtiene mediante el cálculo de las emisiones totales que se generan en el periodo 2020-2050, de continuar las prácticas actuales de cocción con leña para el total de las familias identificadas en la Encuesta de Calidad de Vida del DANE, menos las emisiones evitadas al implementar la estrategia de sustitución señalada anteriormente.

El resultado de las emisiones netas se observa en la tabla a continuación:

Tabla 3. emisiones netas de CO₂ por fase

	Toneladas de CO ₂ reducidas	Toneladas de CO ₂ acumuladas
Fase I (2020-2022)	1.538.370	1.538.370
Fase II (2023-2030)	18.540.197	20.078.567
Fase III (2030-2050)	108.682.341	128.760.908

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

Lo anterior se traduce en un consolidado de 128.76 millones de toneladas de CO₂ netas evitadas por el programa de sustitución durante el horizonte del Plan con respecto a la línea base de mantener el consumo de leña para cocción según la situación actual.

c. Costos y Subsidios

El análisis realizado previamente nos conduce a la parte final del Estudio en la cual se determinan los costos del programa, los subsidios y las potenciales fuentes de financiación del programa. La propuesta de política es subsidiar los costos de instalación de las diferentes soluciones energéticas propuestas. En cuanto al consumo, se propone subsidiar el 50% de la electricidad y el GLP al mes, considerando que los análisis de costos de las 4 opciones tecnológicas dieron como resultado un costo final de la electricidad y el GLP muy similares. Para las Estufas Mejoradas y el Biogás no son necesarios los subsidios al consumo.

Esta situación se resume en la tabla a continuación:

Tabla 4. Costos y subsidios por tecnología

Tecnología	Tecnología	Subsidio a la Operación
Biogás	1.500.000	-
Estufas mejoradas	2.000.000	-
Energía Eléctrica	1.500.000	33.000
GLP	500.000	30.000

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

Con la información anterior y siguiendo las definiciones de estrategia del Plan de Sustitución, los costos totales resultan ser los siguientes:

Tabla 5. Costos totales de implementación por tecnología y fases, opción A

Tecnologías	Tecnología	2020 - 2022	2023 - 2030	2030 - 2050	Costo Total
Millones de Pesos	Biogas	2.250,0	22.500,0	150.000,0	174.750,0
	Estufas mejoradas	58.500,0	300.000,0	365.530,0	724.030,0
	Energía Eléctrica	43.875,0	202.500,0	202.500,0	448.875,0
	GLP	50.000,0	175.000,0	218.232,5	443.232,5
		154.625,0	700.000,0	936.262,5	1.790.887,5

Subsidios	Tecnología	2020 - 2022	2023 - 2030	2030 - 2050	Costo Total
Millones de Pesos	Energía Eléctrica	34.749,0	520.344,0	2.370.060,0	2.925.153,0
	GLP	108.000,0	1.296.000,0	6.382.548,0	7.786.548,0
		142.749,0	1.816.344,0	8.752.608,0	10.711.701,0

Implementación	Tecnología	2020 - 2022	2023 - 2030	2030 - 2050	Costo Total
Millones de Pesos	Meses	36	96	240	
	Costo Mensual	100	100	100	
		3.600	9.600	24.000	

Total	Fase	I (2020 - 2022)	II (2023 - 2030)	III (2030 - 2050)	Costo Total
Millones de Pesos	Costo Total	300.974,0	2.525.944,0	9.712.870,5	12.539.788,5

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

El costo total del programa para el periodo 2020-2050 asciende a 12. 5 billones de pesos de los cuales el 14.3% se refiere a los costos de instalación de las opciones tecnológicas y el 85.4% es el subsidio que es necesario reconocer a los consumos de electricidad y GLP según el Plan Estratégico definido. El 0.3% restante correspondería al presupuesto estimado de la Agencia de Implementación que, como su nombre lo indica, es la entidad que tendrá a su cargo el desarrollo del programa.

Este primer estimado supone que el subsidio se vuelve permanente durante todo el periodo de ejecución del Programa, lo que quiere decir que un usuario que cambie el uso de leña por electricidad o GLP tendría subsidio permanente por el resto del periodo del programa, hasta el 2050.

Con los elementos anteriores se plantea un segundo escenario de costo, que consiste en limitar el periodo del subsidio a un máximo de 10 años considerando que, al cabo de ese tiempo, si una familia ha completado exitosamente el proceso de sustitución de leña, será poco probable que se devuelva al uso de leña como energético de cocción. Además, es de esperarse que la calidad de vida cambie al utilizar otro energético de acuerdo con el concepto de la Escalera Energética planteado en el Entregable I, de tal manera que la sustitución al cabo de 10 años puede considerarse permanente. Bajo este nuevo escenario, el costo del Programa sería el siguiente:

Tabla 6. Costo total de implementación del programa por tecnología y fases, opción B

Tecnologías Millones de Pesos	Tecnología	2020 - 2022	2023 - 2030	2030 - 2050	Costo Total
	Biogas	2.250,0	22.500,0	150.000,0	174.750,0
	Estufas mejoradas	58.500,0	300.000,0	365.530,0	724.030,0
	Energía Eléctrica	43.875,0	202.500,0	202.500,0	448.875,0
	GLP	50.000,0	175.000,0	218.232,5	443.232,5
		154.625,0	700.000,0	936.262,5	1.790.887,5

Subsidios Millones de Pesos	Tecnología	2020 - 2022	2023 - 2030	2030 - 2050	Costo Total
	Energía Eléctrica	34.749,0	508.761,0	641.520,0	1.185.030,0
	GLP	108.000,0	1.260.000,0	1.823.274,0	3.191.274,0
		142.749,0	1.768.761,0	2.464.794,0	4.376.304,0

Implementación Millones de Pesos	Tecnología	2020 - 2022	2023 - 2030	2030 - 2050	Costo Total
	Meses	36	96	240	
	Costo Mensual	100	100	100	
		3.600	9.600	24.000	37.200

Total Millones de Pesos	Fase	I (2020 - 2022)	II (2023 - 2030)	III (2030 - 2050)	Costo Total
	Costo Total	300.974,0	2.478.361,0	3.425.056,5	6.204.391,5

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

El costo total del programa para el periodo 2020-2050 pasa de 12. 5 a 6.2 billones de pesos, con una reducción del 50%. De la nueva cifra, el 28.9% se refiere a los costos de instalación de las opciones tecnológicas y el 70.5% es el subsidio que es necesario reconocer a los consumos de electricidad y GLP. El 0.3% restante correspondería al presupuesto estimado de la Agencia de Implementación.

De lo anterior se concluye que el tiempo del subsidio podría incluso ajustarse durante la etapa de implementación según las perspectivas del mercado y de los usuarios, lo que podría impactar a la baja el presupuesto total del Plan de Sustitución sin detrimento alguno de las metas de cobertura.

d. La financiación del Programa

Uno de los temas de fondo es la financiación del Programa. Para ello en el Entregable III el capítulo regulatorio muestra como cada una de las opciones tecnológicas definidas para la sustitución de leña tiene un esquema regulatorio definido para la prestación del servicio y además, se plantean esquemas de subsidios a la oferta y la demanda de energía, al GLP distribuido en cilindros, así como recursos de regalías, subsidios a Zonas no

Interconectadas y otras posibles fuentes de recursos como el Fenoge y el Impuesto al Carbono establecido en la Ley 1819 de 2016 que pueden apoyar con recursos financieros la ejecución del Plan de Sustitución. Además de las posibles fuentes de recursos locales, es necesario explorar en una siguiente etapa, la consecución de recursos externos de organismos y ONG's internacionales cuyo objeto sea la protección de la naturaleza, la eficiencia energética y la mejora en las condiciones de vida de las familias pobres.

En la sección de Fuentes de Financiación Disponibles, se realiza un análisis en el cual se consideran fuentes como el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía -FENOGE-, creado mediante el Artículo 10 de la Ley 1715 de 2014; los Programas en Beneficio de las Comunidades, PBC - Acuerdo 02 de 2017 de la Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH; Cooperación internacional; el Sistema General de Regalías –SGR; el Impuesto nacional al carbono y la solicitud de no causación por carbono neutralidad, Decreto 926 de 2017 del Ministerio de Medio Ambiente; y Otras iniciativas privadas.

A fin de canalizar los esfuerzos anteriores la Agencia Implementadora del Plan de Sustitución de Leña, que se comentará a continuación, lideraría una ventanilla única, que como lo contempla el FENOGE, lograría la interacción de diversos actores (sector público, privado, academia, gremios, banca local, banca internacional, banca multilateral y organismos internacionales) en términos de financiación, cooperación, asistencia técnica y de aporte de recursos, entre otros.

En conclusión, se propone como base financiera del programa al FENOGE, en conjunto con recursos del Programa en Beneficio de las Comunidades, PBC. Una vez en funcionamiento la Agencia Implementadora, tendrá dentro de sus obligaciones la vinculación de las otras fuentes de financiación como el Sistema General de Regalías – SGR y el Impuesto Nacional al Carbono y la solicitud de no causación por carbono neutralidad, Decreto 926 de 2017 del Ministerio de Medio Ambiente. La Agencia se encargaría del acercamiento con los operadores de áreas de exploración y producción, responsables de la ejecución de recursos del Artículo 80 del acuerdo 02 de ANH. De la misma forma, presentaría el programa a diferentes actores de cooperación internacional, para obtener recursos de apoyo, asistencia técnica, acceso a lecciones aprendidas, entre otros. Esta labor llevaría el primer año de operación y garantizaría recursos para la implementación de las soluciones de esta fase mediante la combinación de estas 3 fuentes de financiación.

e. La Estrategia de Implementación

La estrategia de implementación considera que el Plan impactará a un número de personas superior a 5 millones, no solo en el cambio de sus hábitos de cocción de alimentos y calentamiento de los hogares, sino y es lo más importante, en su salud y la calidad de vida de su entorno familiar.

También el esquema de implementación debe considerar que el Plan comprende el periodo del actual Gobierno y varios cuatrienios más y requiere para su exitosa implementación de un exigente trabajo de coordinación inter institucional a fin de que cada actor en el programa ejecute su tarea según los objetivos establecidos.

Por las consideraciones anteriores el Estudio recomienda que el Plan de Sustitución de Leña sea elevado a la categoría de política pública y por lo tanto sea considerado, evaluado y aprobado en las más altas instancias del Gobierno.

Para ello la instancia que debería conocer del Plan de Sustitución de Leña y proponer su aprobación como Política Pública es el CONPES. En el documento que presente el DNP a consideración del CONPES se deberán establecer los mecanismos de ejecución del Plan de Sustitución con una asignación de responsabilidades y las definiciones sobre los recursos que deben ser presupuestados para su ejecución en las diferentes etapas comenzando con la primera fase de corto plazo 2020-2022.

Como se comentó anteriormente, el Estudio propone la contratación de una Agencia Implementadora con funciones específicas para atender la implementación del programa inicialmente en el corto plazo 2020-2022.

Este proceso no contempla la creación de un nuevo ente estatal sino la contratación de un Equipo con periodo fijo y las siguientes tareas principales:

- a) Definir en detalle el portafolio de energéticos que harán parte del Programa de Sustitución en ese periodo y los esquemas de subsidio que se aplicarán al proceso.
- b) Definir la cobertura en términos de áreas geográficas, número de familias a sustituir y los criterios para identificar a los usuarios finales.
- c) Definir el Presupuesto del Programa de Sustitución y los cronogramas.
- d) Proponer el esquema de asignación de áreas que podría ser: concesión o áreas de servicio exclusivo aprovechando la experiencia de programas anteriores como el Plan de Gas, y otros modelos que se evalúen para la etapa de implementación.
- e) La Agencia Implementadora deberá abrir los procesos de convocatoria para seleccionar los agentes o entidades que llevarán los energéticos a las familias beneficiadas según lo dispuesto en el plan de sustitución.
- f) Desarrollar la promoción del Programa ante las entidades de cooperación técnica y fondos de apoyo internacional.
- g) Diseñar los programas de acercamiento con las comunidades y etnias que se beneficiarán del Programa de Sustitución.

Finalmente, al cierre del Entregable III, se conoció el texto propuesto para Primer Debate ante la Comisión Quinta del Senado de la República del Proyecto de Ley 044 de 2019 de Cámara, acumulado con otro Proyecto de Ley No. 213 de 2019: “por medio del cual se promueve el abastecimiento, continuidad, confiabilidad y cobertura del gas combustible en el país”. El artículo 7 del Proyecto de Ley tiene por título: “Programa de sustitución de leña, carbón y residuo por gas combustible”, el cual tiene por objeto: “asegurar el acceso al servicio de gas combustible a aquellas familias que continúan cocinando con leña, carbón y residuos”. Además, el Artículo 9 propone la Declaratoria de Interés Nacional y Estratégico a: “la masificación del uso del gas natural, el gas licuado de petróleo vehicular, y el gas licuado de petróleo náutico, atendiendo a sus múltiples beneficios ambientales, en salud y en temas de competitividad económicos y sociales”.

En consecuencia, será necesario estar atentos a la evolución en el trámite del citado Proyecto de Ley en las próximas semanas y meses y determinar el impacto de dicho trámite en el Plan de Sustitución de Leña a corto, mediano largo plazo.

1. Objetivos

1.1. Objetivo del Proyecto

Realizar un estudio que permita formular un programa actualizado de sustitución progresiva de leña como energético en el sector residencial en Colombia, con los componentes necesarios para su ejecución.

1.2. Objetivos específicos

1. Formular un programa actualizado de sustitución progresiva de leña en el sector residencial con su estrategia y hoja de ruta.
2. Evaluar las lecciones aprendidas de los programas anteriores implementados en Colombia para sustituir o usar de manera más eficiente y limpia la leña en el sector residencial; qué ha funcionado y qué no ha funcionado; lecciones aprendidas.
3. Evaluar experiencias internacionales en programas de sustitución de leña por otros energéticos y/o tecnologías (tanto comercialmente disponibles como en investigación o que aún no se encuentren en fase comercial en Colombia) que puedan orientar el desarrollo del programa.
4. Evaluar los aspectos jurídicos y regulatorios requeridos para viabilizar la implementación del programa de sustitución progresiva de leña en el sector residencial en Colombia.
5. Evaluar los aspectos culturales relacionados con el uso de la leña en las regiones priorizadas de Colombia en las que aún se usa la leña como energético.
6. Analizar aspectos de género y étnicos relacionados con el uso de leña como energético en estos temas
7. Analizar la información y cifras existentes de modo que se logre definir referencias y unificación de información. En especial se debe analizar la información del DANE de los hogares que consumen leña y considerar al menos dos escenarios de consumo de leña.
8. Identificar y priorizar, de manera participativa con actores relevantes, las fuentes energéticas disponibles más limpias y eficientes que podrían sustituir la leña como fuente de energía.
9. Estimar la reducción de CO₂e asociado a la implementación del programa de sustitución de leña como energético en el sector residencial de Colombia.
10. Hacer una valoración de externalidades ambientales y sociales positivas derivadas de la sustitución de leña por otros energéticos modernos más limpios.
11. Hacer un análisis de costo-beneficio de las diversas fuentes y tecnologías disponibles más limpias y eficientes que se encuentren en una fase comercial en Colombia, para sustituir la leña como fuente de energía.
12. Análisis de factibilidad para la instalación de las soluciones más viables que se encuentren en una fase comercial en Colombia para sustituir progresivamente la leña en el sector residencial.
13. Evaluar y proponer las fuentes de financiación disponibles para implementar un programa de sustitución progresiva de leña como energético; incluir el análisis de los subsidios e incentivos que requeriría el programa para su implementación;

estimar la generación de bonos de carbono que se podrían obtener al sustituir leña por gas combustible o por otro energético más limpio.

14. Análisis de factibilidad para la instalación de las soluciones más viables que se encuentren en una fase comercial en Colombia para sustituir progresivamente la leña en el sector residencial.
15. Establecer los costos estimados para implementar el programa.

2. Introducción

En Colombia, la leña ha sido uno de los energéticos tradicionalmente más utilizado para la cocción de alimentos en los hogares. Según la Encuesta de Calidad de Vida (ECV) del 2018, 1.664.229 hogares, hacen uso de la leña como principal energético de cocción. Con el fin de hacer frente a las problemáticas identificadas en el país, derivadas del consumo de leña como energético en los hogares colombianos, la Unidad de Planeación Minero Energética ha decidido realizar una consultoría para *“formular, a partir de información secundaria, un programa actualizado de sustitución progresiva de leña como energético en el sector residencial en Colombia, con su estrategia y hoja de ruta, del estado del arte del conocimiento de la problemática; de la evaluación de lo que ha funcionado y no ha funcionado y las lecciones aprendidas; del análisis de las opciones tecnológicas disponibles para su sustitución progresiva en los planes de expansión a cargo de la UPME, de modo que se facilite la reducción de la pobreza energética y los impactos en la salud y el medio ambiente por el uso de la leña como energético”*¹.

En el desarrollo de esta consultoría, se ha presentado previamente, en el entregable 1, el análisis del estado del arte de las experiencias nacionales e internacionales y lecciones aprendidas de programas implementados para sustituir o usar de manera más eficiente y limpia la leña en el sector residencial, con el objetivo de orientar el desarrollo de un programa de sustitución progresiva de la leña como energético para cocción en Colombia. Dicho entregable sirvió como insumo para hacer una identificación previa de las tecnologías y de algunos mecanismos de financiación utilizados, así como de los aspectos que no han sido tomados en cuenta en la planeación y que han repercutido en dificultades en la implementación o resultados inesperados. Una vez elaborado el análisis del estado del arte, se llevaron a cabo cuatro talleres regionales y un taller nacional de expertos, en los cuales se obtuvieron nuevos insumos para la construcción del plan de sustitución progresiva de leña en Colombia. Tanto las memorias de estos talleres como el plan en su conjunto serán presentados como parte del entregable 3, que es el último informe del proyecto.

En el entregable 2, se presentó el análisis de los aspectos jurídicos y regulatorios que deben ser considerados para viabilizar la implementación de un programa de sustitución progresiva de leña en el sector residencial en Colombia, por cada uno de los energéticos considerados como alternativa de sustitución, de algunos fondos y subsidios actuales. Igualmente, se hizo una evaluación de los aspectos culturales relacionados con el uso de la leña en las regiones priorizadas de Colombia en las que aún se usa la leña como energético, y el análisis de los aspectos de género y étnicos relacionados con el uso de leña como energético. En este entregable, además de hacer un abordaje de la problemática desde el punto de vista social, se presentan algunos apuntes sobre aspectos relacionados con la salud de las personas expuestas al humo proveniente de la combustión de leña, especialmente las mujeres y los niños y niñas. Por otro lado, se presentó un análisis de cifras que pretende contribuir a la unificación de información sobre los consumos de leña

¹ Tomado de la sección “Antecedentes y Justificación del Presente Proceso” de los Términos de Referencia Definitivos del proceso de Solicitud Pública de Ofertas No. 002-2019 de la UMPE.

actuales en Colombia, y plantearon dos escenarios de consumo a partir de varias fuentes, principalmente de los datos de la Encuesta de Calidad de Vida del DANE.

Este informe final presenta en el capítulo 77 la estimación de la reducción de emisiones de CO₂e asociada a la implementación del programa de sustitución progresiva de leña como energético en el sector residencial de Colombia, una valoración de externalidades ambientales y sociales positivas derivadas de la sustitución progresiva de leña por otros energéticos modernos más limpios (capítulo 88), el análisis costo-beneficio de las diversas fuentes y tecnologías disponibles para sustituir progresivamente la leña como fuente de energía en el sector residencial (capítulo 99), el análisis de factibilidad para la instalación de soluciones viables (capítulo 1010), las instituciones y mapas de actores (capítulo 1111), de igual modo la estrategia propuesta por el equipo consultor para la elaboración de un Plan de Masificación Progresiva de leña (capítulo 1212), junto con los costos estimados para su implementación (capítulo 1313), y las fuentes de financiación disponibles para hacerlo posible (capítulo 1414).

3. Estado del arte por tecnología identificada

3.1. Estufas Mejoradas

A continuación, se describen los principales avances realizados tanto en el país como a nivel internacional sobre la implementación de proyectos de estufas mejoradas en los diferentes territorios.

3.1.1. Estufas Mejoradas En Colombia

Lineamientos para un Programa Nacional de Estufas eficientes para cocción con leña.

La elaboración de este documento surge de la necesidad del gobierno nacional y del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, de presentar los lineamientos de un programa nacional de estufas mejoradas para cocción con leña, orientado al uso sostenible y racional de este energético, de tal manera que se contribuya a mejorar la calidad de vida de la población, aliviando la pobreza energética en que viven, al tiempo que se disminuyen los impactos negativos en la salud y el medio ambiente.

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe “*la mayoría de familias aún no pueden acceder a combustibles modernos para la cocción de alimentos, y cuando lo logran, pagan por ello una desmedida proporción de sus ingresos, lo que acentúa la inequidad social en la región. Así mismo, en áreas donde se observa mayor consumo de leña por habitante, generalmente se registran bajos índices de desarrollo humano*” (CEPAL, 2009) ².

Problemática asociada al consumo de leña para cocción

Bajo el escenario expuesto por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, en la Encuesta de calidad de vida (ECV, 2013), en Colombia existen 1.6 millones de familias que usan leña diariamente para cocción, de los cuales 1.4 millones son familias rurales y las restantes 200 mil son familias urbanas. Se estima que más del 50% de la población rural del país utiliza combustibles fósiles o leña para la cocción de sus alimentos (cerca del 13.6% de la población total), lo cual demuestra que **no** es un energético de uso aislado en el país. Como parte de las acciones para mitigar esta situación se hace necesario promover la implementación de sistemas de cocción cuya combustión sea más eficiente y permita mejorar los sistemas de evacuación y control de emisiones y cenizas con el fin de reducir las emisiones contaminantes y proteger la salud de la población afectada.

Impacto sobre la salud (factores de riesgo de enfermedades respiratorias en la población rural)

“La identificación de las brechas territoriales cobra especial relevancia al considerar que la falta de acceso a energía eléctrica -principalmente en las zonas rurales- tiene impactos negativos sobre la salud de los habitantes, afectando en mayor proporción a las mujeres

² CEPAL. Contribución de los servicios energéticos al cumplimiento de los objetivos del milenio y la mitigación de la pobreza en América Latina y el Caribe, 2009.

quienes actualmente dedican mayor tiempo a la preparación de alimentos (DANE-ENUT, 2017). Si bien, entre 2011 y 2017, la proporción de personas que cocinan con leña, madera o carbón disminuyó a la mitad, el 29% de los hogares rurales aún utilizan este tipo de combustible para cocinar³

Resultado de la evaluación de los costos en salud ambiental en Colombia realizada en Banco Mundial en el año 2012, y como parte del programa de asistencia técnica y apoyo analítico al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se estimó que el costo anual promedio de impactos en la salud por la contaminación del aire en locales cerrados asociada a la utilización de combustibles tradicionales (principalmente leña) en las zonas rurales de Colombia para ese año fue de 1,13 billones de pesos (0.22 % del PIB en 2009). La mortalidad infantil representa el 6% de los costos; la mortalidad femenina representa alrededor del 78% del costo. La infección respiratoria aguda (IRA) en niños y mujeres adultas y EPOC morbilidad de las mujeres adultas representan el 16% del costo⁴.

Posteriormente, en el año 2017, el Departamento Nacional de Planeación (DNP), presentó un estudio de actualización de los costos por muertes y enfermedades asociadas a la degradación ambiental, en el que se incluyeron los costos asociados a la contaminación del aire interior. A esta contaminación, se le atribuyen 2.286 muertes y 1,2 millones de enfermedades con costos por mortalidad prematura y atención de enfermedades que superan los 3 billones de pesos, equivalentes al 0,38% del PIB en 2015⁵.

A partir de los estudios del Banco Mundial en 2012 y del DNP en 2016 se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Dentro de las enfermedades atribuidas a la contaminación del aire interior se identificaron tres efectos sobre la salud con evidencia fuerte correspondientes a infecciones respiratorias agudas de vías bajas (IRA) en menores de 5 años y en mujeres mayores de 44 años; enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC) en mujeres y cáncer de pulmón en mujeres expuestas a humo de carbón⁶ ⁷, como también enfermedades hipertensivas, enfermedades isquémicas del corazón, enfermedades cerebrovasculares y enfermedades de las vías respiratorias inferiores, todas estas en mayores de 44 años⁸.
- La exposición a contaminación del aire interior e intramuros, producto de la combustión incompleta e ineficiente de biomasa, es uno de los factores de riesgo más significativos en la proliferación de enfermedades respiratorias,

³ DANE, Encuesta de Calidad de Vida, 2017

⁴ Banco Mundial, Environmental Health Costs in Colombia: Changes from 2002 to 2010.

⁵ DNP, Los costos en la salud asociados a la degradación ambiental en Colombia ascienden a \$20,7 billones, 2018

⁶ Torres Duque C, Maldonado D, Pérez Padilla R, Ezzati M and Viegli G. Biomass Fuels and Respiratory Diseases, on behalf of the Forum of International Respiratory Societies Report, 2008.

⁷ DNP, Los costos en la salud asociados a la degradación ambiental en Colombia ascienden a \$20,7 billones, 2018

⁸ DNP, Los costos en la salud asociados a la degradación ambiental en Colombia ascienden a \$20,7 billones, 2018

especialmente en niños y mujeres adultas, ya que estos pasan más tiempo en el hogar y por lo tanto tienen un mayor grado de exposición.

- El nivel de evidencia para EPOC y cáncer de pulmón en hombres expuestos a humo de carbón se considera moderado; mientras que la asociación entre esta misma exposición y la aparición de cáncer de pulmón y asma en niños menores de 5 años al igual que la presencia de tuberculosis en adultos se consideran débiles aún⁹.
- Se estima que en el 2009 se presentaron alrededor de 1000 muertes prematuras entre mujeres y niños, atribuidas al uso de combustibles sólidos para cocinar. Alrededor de 200 de esas muertes fueron de niños menores de cinco años y 800 de mujeres adultas. La EPOC es el evento que más causa muertes en las mujeres. Las muertes representan 11.635 años perdidos de vida ajustados por discapacidad (AVAD) por año, de los cuales alrededor del 60% están entre los niños menores de cinco años¹⁰.
- El mayor número de casos de mortalidad atribuida a contaminación del aire interior se presenta en la región Oriental del país con una proporción de casos ajustados por edad de 2,9 muertes por cada 10 mil habitantes¹¹.
- En cuanto a la morbilidad, se estima que cerca de 1.000.000 de niños y mujeres se enfermaron por el uso de combustibles sólidos para cocción en Colombia en 2009; de estos, el 60% fueron niños menores de 5 años¹².
- *“La tasa de morbilidad por contaminación del aire interior es de 104 por cada 1.000 habitantes y afecta de forma prioritaria menores de cinco años (78%) y mujeres mayores de 44 años (22%). En cuanto a la mortalidad, son las mujeres las principales víctimas, con una tasa de 32 por cada 100.000 mujeres mayores de 44 años. Por regiones, la costa caribe y oriente son las que tienen mayores niveles de afectación (DNP, 2018)¹³.”*

Impacto sobre el medio ambiente

De igual forma, como resultado del impacto negativo en el medio ambiente por el uso ineficiente de la leña para cocción, el Banco Mundial publicó un reporte en el año 2011 en el que concluyó que:

- Las prácticas inadecuadas de cocción de alimentos con leña en los países en desarrollo generan contaminantes de vida corta (carbono negro, carbono orgánico) que afectan el clima. Es así que una estufa eficiente puede reducir

⁹ Torres Duque C, Maldonado D, Pérez Padilla R, Ezzati M and Viegli G. Biomass Fuels and Respiratory Diseases, on behalf of the Forum of International Respiratory Societies Report, 2008.

¹⁰ Banco Mundial, Environmental Health Costs in Colombia: Changes from 2002 to 2010.

¹¹ DNP, Los costos en la salud asociados a la degradación ambiental en Colombia ascienden a \$20,7 billones, 2018

¹² Banco Mundial, Environmental Health Costs in Colombia: Changes from 2002 to 2010.

¹³ DNP, Los costos en la salud asociados a la degradación ambiental en Colombia ascienden a \$20,7 billones, 2018

hasta el 66% las emisiones de CO₂ o GEI equivalente vinculados a la práctica inadecuada de cocción de alimentos a nivel familiar¹⁴

- La generación de gases de efecto invernadero (GEI), la contaminación del aire interior, así como la degradación de los bosques por el uso de leña se encuentran asociados al uso ineficiente de leña para la cocción en los hogares¹⁵.

Por otro lado, según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)¹⁶, el uso de leña para cocción representa un 2% de las emisiones a nivel mundial, lo que lo convierte en una fuente significativa de emisiones de GEI y en una de las causas del cambio climático. Las actividades de deforestación y degradación de los bosques en zonas tropicales producen alrededor del 20% de las emisiones de CO₂ globales y constituyen, en la mayoría de los casos, el grueso de las emisiones de los países en vía de desarrollo. De esta manera, las emisiones podrían reducirse de 1,45 ton CO₂eq/año a 0,37 Ton CO₂eq/año, con un factor de renovabilidad de la biomasa de aproximadamente el 80%. Según el estudio de Johnson “las emisiones reducidas pueden variar dependiendo de cuatro variables principales: tipo de combustible, eficiencia del equipo usado para la cocción o calefacción, la biomasa no renovable y las prácticas de cocción” (Johnson, 2008)¹⁷

Hoja de ruta para los programas de estufas eficientes y mejoradas en Colombia

En 2011 la Facultad de Salud Pública de la Universidad de Antioquia, realizó muestreos isocinéticos en las chimeneas de estufas eficientes y fogones tradicionales, en viviendas beneficiarias del prototipo *huellas*, ubicadas en municipios del oriente antioqueño, jurisdicción de Cornare, cuyos resultados mostraron que con el uso de las *estufas huellas* se reduce el 94,2% del material particulado y que la reducción de otros contaminantes (CO₂, CO, NO_x, SO₂) tiene la misma tendencia.

Partiendo del análisis de la experiencia del país en el desarrollo e implementación de proyectos de estufas mejoradas, se encontró que:

- Con la implementación de estufas mejoradas en Colombia se ha cubierto sólo un 2% del potencial de 1,6 millones de familias que usan leña (ECV, 2013)
- Según la Encuesta de Calidad de Vida (ECV) del 2018, la Región Caribe presenta el mayor número de hogares que cocina con leña (31%), seguida de la región Pacífica (20%). La Región Pacífica siendo una de las regiones con mayor porcentaje de consumo de leña para cocción en los hogares del sector rural, cuenta únicamente con un 5% de las estufas instaladas¹⁸.

¹⁴ <http://climatechange.worldbank.org/sites/default/files/documents/Household%20Cookstoves-web.pdf>

¹⁵ <http://climatechange.worldbank.org/sites/default/files/documents/Household%20Cookstoves-web.pdf>

¹⁶ http://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf

¹⁷ Johnson, M., Edwards, R., Frenk, C. A. & Masera, O. (2008). In-field greenhouse gas emissions from cookstoves in rural Mexican households. *Atmospheric Environment*, 42(6). 1206-22. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2007.10.034.

¹⁸ DANE, Encuesta de Calidad de Vida, 2018

- Las estufas han sido subsidiadas en todos los casos, sólo en algunos casos con un pequeño aporte de los usuarios en especie.
- La evaluación de las emisiones contaminantes en los fogones tradicionales de los hogares y las estufas eficientes han sido poco monitoreadas, por lo que se encuentra poca información acerca de los niveles de eficiencia de cada prototipo. Es decir que no se cuenta con pruebas de eficiencia, ni evaluaciones ex post de la reducción de las emisiones de los prototipos de estufas mejoradas.
- Se evidencia que el prototipo de estufa *huellas* es el más diseminado en el país y la diferencia de costos del prototipo de estufa *huellas* entre regiones es significativa.
- Actualmente se encuentran en proceso de construcción los mecanismos de seguimiento y de evaluación de los proyectos de estufas mejoradas en el país.

Lecciones Aprendidas

Dentro del este ítem, cabe resaltar que el éxito de la implementación de estufas eficientes en el territorio rural del país no se encuentra garantizado. En muchas de las valoraciones realizadas sobre el alcance de los proyectos que fueron subsidiados, se ha evidenciado que la mayoría de los hogares han retomado el uso de las estufas tradicionales como método de cocción.

A continuación se presenta la recopilación de las principales lecciones aprendidas a nivel internacional por la GIZ HERA Cooking Energy Compedium¹⁹ y las obtenidas con la elaboración de los lineamientos para un programa nacional de estufas eficientes para cocción con leña en Colombia:

- Se debe tener una planificación integral y participativa de los proyectos (reducción de la pobreza, temas de género, costo-beneficio, calidad de vida, eficiencia energética, impacto ambiental), que garantice el éxito de los mismos en el largo plazo e involucre a las comunidades, brindando conciencia de la importancia de adquirir nuevas tecnologías de cocción.
- Las estufas deben cumplir con estándares mínimos de calidad para su funcionamiento, dado a que la vida útil de las mismas depende de la calidad de los materiales básicos y del mantenimiento que se le haga. La norma internacional ISO está en desarrollo, por lo que ésta debe adaptarse a la condición específica de cada país de tal manera que se garantice que las estufas instaladas sean fáciles de usar y de mantener. De igual modo, se debe brindar un reemplazo oportuno de las estufas que terminan su vida útil.
- Por otro lado, es importante que se brinde un enfoque de asesoramiento y asistencia técnica para el mantenimiento de las estufas de manera que se garantice el éxito de la instalación en el hogar. Es recomendable que las estufas sean construidas por gente perteneciente a la zona de implementación de las medidas, ya que esto

¹⁹ GIZ HERA, Cooking Energy Compedium, consultado en:
<http://CookinEnergycompedium.www.energypedia.info/wiki/GIZ>

permitirá y garantizará que exista personal capacitado para reparar y realizar los mantenimientos necesarios en las nuevas estufas.

- Para garantizar la sostenibilidad a largo plazo, se debe dar un enfoque totalmente comercial, es decir, generar un mercado (a menos que las condiciones particulares de la zona ameriten otro enfoque), que permita el desarrollo de programas de micro finanzas con el fin de mejorar la accesibilidad a las hornillas o la utilización de financiación de carbono. Tiene más ventajas ofrecer oportunidades de micro-créditos y plazos largos de pago que la construcción de estufas de forma gratuita.
- Se debe tener claro que se necesita tiempo para cambiar hábitos y establecer nuevas estructuras locales dentro de los hogares; de esta manera, los proyectos deben ser pensados en largo plazo, mínimo 5 años, recomendable 10 años.
- Es importante contar con indicadores de impacto que permitan el monitoreo de la reducción de emisiones de GEI y de otros contaminantes criterio, así como los contaminantes climáticos de vida corta (SLCP), y la ocurrencia de los posibles cobeneficios a raíz de la implementación de la nueva tecnología.

Estufas eficientes de leña como contribución al mejoramiento de la calidad de vida, al uso eficiente de la energía y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en áreas rurales de Antioquia y Santander- IICA Cornare, Corantioquia y Fundación Natura en 2014.

Según el Balance Minero Energético 1975-2012, publicado por la UPME “el consumo de leña pasó de cubrir el 19% de las necesidades energéticas nacionales a sólo el 5,3%”²⁰ Cabe resaltar que, aunque es una reducción de 13,7%, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación- FAO, la calefacción y cocción de alimentos con leña, prevalecerá en los próximos 20 años²¹.

Es así que surge la necesidad de analizar el impacto que tiene en la calidad de vida de los hogares rurales del país la utilización de este energético como combustible principal y a su vez la incidencia de su uso con el medio ambiente.

De esta manera, algunas entidades del orden gubernamental, privado y ONG vienen impulsando medidas de adopción de estufas de leña más eficientes con la intención de reducir el impacto social, ambiental y de salud en los hogares colombianos.

Corporaciones autónomas regionales tales como la Corporación Autónoma Regional de los ríos Negro y Nare- CORNARE, han trabajado desde hace 20 años en la construcción de 23 mil estufas en su jurisdicción (Oriente del departamento de Antioquia). A raíz de este esfuerzo, se creó el programa *HUELLAS* (Huertos y Estufas Leñeras Limpias y Ambientalmente Sostenibles), en el que se liga la sustitución de los fogones tradicionales

²⁰ UPME. Balance Minero Energético 1975 – 2012. Bogotá UPME – SIMEC, 2012. Archivo Excel.

²¹ FAO. Bosques y energía: cuestiones clave. Roma: FAO, 2008. p. 12

por estufas eficientes y se estimula la creación de huertos para la siembra de árboles como una medida de respaldo a la disponibilidad del energético en el mediano y el largo plazo.

De igual modo, la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA), en su jurisdicción para el año 2015, inició un proceso de diseño y evaluación de la estufa SCE (Sistema de Cocción Eficiente),²² de la cual ha construido 22 unidades y se encuentra en proceso de validación para poder ser difundida en los próximos años.

Por otro lado, la Fundación Natura (FN) ha abanderado el tema desde el 2008 con la realización de una experiencia piloto bajo la problemática presentada en el corredor de conservación Guantiva-La Rusia. Esta hacía referencia a la protección de los relictos de bosque de roble utilizados de manera tradicional como fuente de abastecimiento de leña por las comunidades aledañas, produciendo deforestación y pérdida del ecosistema. Bajo la premisa de disminuir el consumo ineficiente de leña, Natura desarrolla y construye como piloto 50 unidades de la estufa FN. La diseminación masiva del modelo empezó a mediados de 2014 y para finales de ese año, ya se habían construido cerca de 2.000 unidades de la estufa²³.

No obstante, para lograr la difusión masiva de las iniciativas de estufas eficientes en pro de mejorar la calidad de vida de los hogares rurales del país, se debe contar con una estrategia de financiamiento que permita la sostenibilidad de los proyectos en el mediano y el largo plazo. En virtud de lo anterior y aunando esfuerzos, se identificó el potencial de aprovechar el financiamiento del carbono, el cual puede ayudar a estimular la producción y diseminación de estufas eficientes a gran escala, reduciendo su precio de adquisición y haciéndolas más asequibles a los usuarios²⁴.

Objetivo del proyecto en mención, caso específico Antioquia y Santander

Con el objetivo de mejorar la calidad de vida y disminuir los problemas de salud ambiental asociados con la contaminación interior del aire en hogares rurales de Antioquia y Santander, la Fundación Natura en 2014 buscó dar solución a la problemática ambiental y de salud a través del uso de *estufas mejoradas de leña FN* para cocción de alimentos. Entre las motivaciones del diseño del proyecto se encontraba la conservación de los bosques de la cuenca del río Chicamocha y el mejoramiento de la calidad de vida de las familias rurales. De esta manera, se llevó a cabo la implementación de 2.000 estufas eficientes de modelo FN en la cuenca del río Chicamocha y el departamento de Antioquia.

²² Fundación Natura. Estufas eficientes de leña como contribución a la calidad de vida, al uso eficiente de la energía y la reducción de emisiones de GEI en áreas rurales de Antioquia y Santander, Colombia: Documento de sistematización y Suplemento técnico / Gómez, Roberto León; Aristizábal, Javier Darío y Cárdenas, Luis Mario. Bogotá, D.C. Colombia, Fundación Natura. 2015. 130 p

²³ Fundación Natura. Estufas eficientes de leña como contribución a la calidad de vida, al uso eficiente de la energía y la reducción de emisiones de GEI en áreas rurales de Antioquia y Santander, Colombia: Documento de sistematización y Suplemento técnico / Gómez, Roberto León; Aristizábal, Javier Darío y Cárdenas, Luis Mario. Bogotá, D.C. Colombia, Fundación Natura. 2015. 130 p

²⁴ BLUNCK, M. et. al. Carbon markets for improved cooking stoves. 4ª Edición. Eschborn (Alemania): GIZ – HERA, 2011. p. 5.

En lo que compete al departamento de Antioquia, durante la primera fase sólo se diseminaron estufas en las jurisdicciones de CORNARE y CORANTIOQUIA, mientras que en Santander sólo se construyeron estufas en las provincias de García Rovira y Guanentá.

Entre los principales socios del proyecto se encontraron las alcaldías de San Andrés, Mogalavita, Macaravita, San José de Miranda, Málaga, Capitanejo y Enciso (Santander). En Antioquia, CORNARE y los municipios de Concepción, Marinilla, El Santuario, La Unión, San Vicente de Ferrer, Cocorná, El Peñol, Granada, La Ceja, Sonsón, Rionegro y Guarne. Al igual que cada uno de los beneficiarios del proyecto.

Problemática asociada al consumo de leña para cocción²⁵

Colombia es un país aún con importantes características rurales. Al ser un territorio que se encuentra en desarrollo, el acceso a la energía es una de las principales limitantes para el mejoramiento de las condiciones de vida en la población. Según la Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2013, el 50,5% de las familias rurales depende de la leña como principal combustible de cocción y dentro de este grupo, el 38% la combina con GLP²⁶.

Por otro lado, para el año 2014, el DANE informó que 4.900 mujeres habían fallecido a causa de EPOC y al menos una tercera parte de ellas habitaba en áreas rurales²⁷, surge la pregunta *¿Cómo lograr que los hogares rurales puedan acceder a estufas más eficientes y limpias?*

Una de las alternativas mencionada en párrafos anteriores es implementar un mecanismo de financiamiento del carbono para apalancar recursos dirigidos a proyectos de estufas eficientes²⁸. De esta manera, utilizar una estufa eficiente implicaría un menor uso de leña y, por ende, una reducción en la cantidad de emisiones de GEI que pueden ser transadas en mercados regulados o voluntarios a precios que pueden variar en función de la calidad del proyecto y de sus beneficios colaterales. Así se garantizaría que con la implementación de estufas mejoradas las emisiones se vean retribuidas. Según la Asociación Mundial de GLP (WLPGA por sus siglas en inglés), se estima que una persona anualmente consume 400 kg de leña para cocinar²⁹, siendo el menor de los cálculos hasta ahora presentados y asumiendo un escenario mínimo de consumo de leña. Bajo esta premisa, y teniendo en cuenta que en Colombia actualmente las familias están conformadas por 3.4 personas³⁰, el consumo de leña por hogar asciende a 1.360 kg de leña al año. Este valor, multiplicado por el número de hogares que utilizan la leña como energético principal según la ECV para

²⁵<https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/estufas-eficientes-a-cocinar-aire-limpio/32770>

²⁶ DANE. Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2013. Op. Cit.

²⁷ DANE. Defunciones no fatales 2014 – Preliminar. Bogotá: DANE, 2015. Cuadro 5. Archivo Excel.

²⁸ Dado a que no será fácil prescindir del esquema de subsidios porque no siempre es posible para el usuario adquirir una estufa nueva

²⁹ WLPGA. (2018). SUBSTITUTING LPG FOR WOOD: CARBON AND DEFORESTATION IMPACTS. Neuilly-sur-Seine, France: WLPGA.

³⁰ Encuesta de Calidad de Vida, 2018. Documento de Excel

2018 (1.6 millones) nos da un valor estimado de 2'176.000 Ton de leña al año. Esto traducido a emisiones de CO_2 es equivalente a 3'699.200 Ton de CO_2 al año.

Con base en lo anterior, se han generado sinergias con entidades de orden regional y local, para garantizar una adecuada articulación entre diferentes actores del proyecto, presentado el programa Alianza en Energía y Ambiente con la Región Andina (AEA), al Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia y al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), la sistematización de la experiencia para desarrollar y registrar una iniciativa nacional de estufas en el mercado del carbono, del cual pueda beneficiarse el país y con lo cual pueda fortalecerse su sostenibilidad y su replicación en el mediano y largo plazo. Esto, mediante la formulación, validación, e implementación de un programa de actividades (PoA) de reducción de emisiones para el mercado voluntario, el cual facilite el desarrollo de proyectos de estufas mejoradas³¹.

Mediante el PoA se estima que las emisiones de gases de efecto invernadero se reduzcan, a través de la producción y diseminación de estufas de leña que han sido probadas en campo por las corporaciones de la zona, de la mano de la Fundación Natura, y han arrojado modelos tradicionales de cocción más eficientes³². El PoA procura asegurar la viabilidad a largo plazo y la continuidad tras la primera fase a través de la comercialización de "The Gold Standard- Voluntary emission reductions" (GS- VERs).

En virtud de lo anterior, el proyecto de estufas eficientes de leña como contribución al mejoramiento de la calidad de vida, al uso eficiente de la energía y la reducción de emisiones de GEI, en áreas rurales de Antioquia y Santander (Colombia), pretende beneficiarse de dicho mecanismo de tal manera que se puedan matricular aquellas iniciativas de estufas eficientes que en el futuro emerjan en el país. En abril de 2013 se inicia formalmente la ejecución del proyecto con la elaboración del PoA.

En un principio se propuso la implementación de la metodología AMS.II-G³³, sin embargo, se encontró la limitación de que este protocolo exige tecnologías con una eficiencia térmica mínima del 20%, y ninguno de los modelos de estufas existentes en el país contaba con este dato. Por otro lado, al realizar las mediciones de eficiencia, las estufas arrojaron eficiencias menores al 20% por lo que no era posible hacer uso de esta metodología.

Posteriormente, se hizo uso de la metodología Technologies and Practices to Displace Decentralized Thermal Energy Consumption (TPDDTEC) en el que la medición de los ahorros de leña se hace aplicando el test de rendimiento de cocina (KPT), que consiste en evaluar el antes y después de la introducción de la nueva estufa con el fin de saber cuál es la cantidad de combustible que se ahorra por familia. Para el estudio de caso, una

³¹ IICA. Guía de monitoreo y evaluación de proyectos. s. l: IICA – AEA – Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia, 2012. p. 11.

³² En la elaboración del PoA y sus componentes, se pudo estimar los ahorros estimados existentes de leña para las estufas FN, Huellas y SCE. Con esta información, South Pole Carbon pudo concluir la elaboración del PoA – DD y sus dos componentes (VPA del corredor de Robles y de CORNARE).

³³ La metodología de pequeña escala AMS.II-G corresponde a un protocolo de estimación de la reducción de emisiones procedentes de proyectos de estufas eficientes denominado "Energy efficiency measures in thermal applications of non – renewable biomass" que ha sido desarrollado para el Mecanismo de Desarrollo Limpio.

importante cantidad de familias desertaron después de culminadas las mediciones del antes, lo que obligaba a buscar nuevas familias y comenzar de cero. De igual forma, con la entrada en vigor de la Ley 996 de 2005, se suspendió durante 6 meses la contratación, lo que obligó a detener la construcción de estufas y retrasó la publicación de los hallazgos.

En el esquema utilizado por el presente proyecto, se convino con los beneficiarios de la estufa, la cesión de los derechos sobre los VERs, como contraprestación a la construcción de la misma. De esta manera, los beneficiarios se convierten en cofinanciadores del bien que adquieren y fortalecen su sentido de apropiación por algo en lo que “invertieron”, lo que a la larga resulta beneficioso para aumentar la tasa de adopción del proyecto en general

Entre los resultados obtenidos a través del proceso de medición se tiene la reducción en las emisiones individuales de cada estufa, provenientes de la reducción en el consumo de leña, que se midió para los distintos tipos de estufas eficientes utilizadas; esta reducción está entre 1,5 y 2,0 tCO₂e al año, lo cual quiere decir que cada instancia de proyecto podría comprender entre 5.000 y 6.667 estufas.

Con la implementación del PoA, y a pesar de las limitaciones, se pudo determinar los ahorros de leña para las estufas FN, Huellas y SCE:

Tabla 7. Resultados del WBT para las estufas Huellas, FN y SCE

ESTUFA	FASE	METRICA	UNIDADES	PROMEDIO DE 5 TEST
HUELLAS	Arranque en frío	Eficiencia térmica	%	12,2
	Arranque en caliente	Eficiencia térmica	%	13,4
	Fuego moderado	Eficiencia térmica	%	6,6
FN	Arranque en frío	Eficiencia térmica	%	1,30
	Arranque en caliente	Eficiencia térmica	%	1,14
	Fuego moderado	Eficiencia térmica	%	0,45
SCE	Arranque en frío	Eficiencia térmica	%	1,48
	Arranque en caliente	Eficiencia térmica	%	2,07

	Fuego moderado	Eficiencia térmica	%	2,12
--	----------------	--------------------	---	------

Fuente: Elaborado a partir de: Fundación Natura. Estufas eficientes de leña como contribución a la calidad de vida, al uso eficiente de la energía y la reducción de emisiones de GEI en áreas rurales de Antioquia y Santander, Colombia: Documento de sistematización y Suplemento técnico / Gómez, Roberto León; Aristizábal

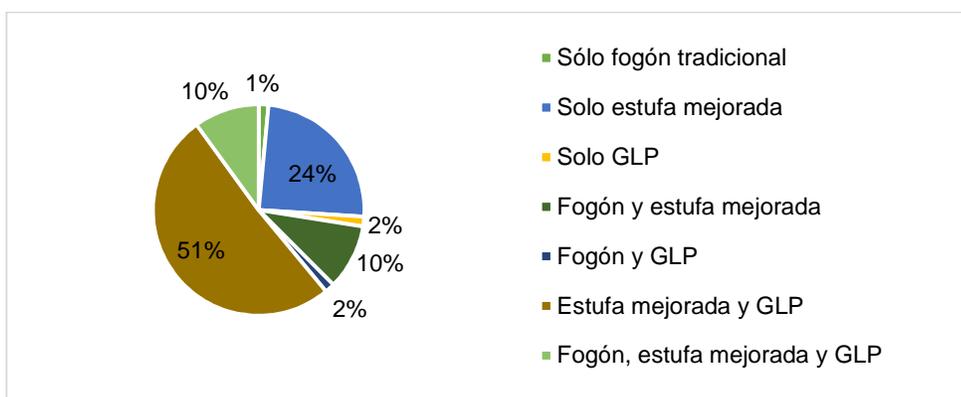
Se espera que con las bases de este proyecto se pueda materializar un mercado de carbono en pro de disminuir el consumo de leña en los hogares colombianos.

Resultados

En el 2018, la Fundación Natura publicó el estudio “Niveles de adopción e impacto de una estufa mejorada de leña en comunidades rurales del departamento de Santander, Colombia” que tenía como objetivo evaluar el nivel de adopción e impacto de un modelo de estufa mejorada (tipo FN) en 70 familias beneficiarias del proyecto de financiamiento de carbono de mención³⁴ La metodología se basó en la implementación de encuestas, a partir de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

- Se pudo constatar que 77% de las familias evaluadas no usa la estufa/ fogón tradicional de leña sino la mejorada, mientras que 23% restante admitió que la seguía utilizando como única “tecnología” de cocción, bien sea dentro de la misma vivienda (21%) o en un espacio cubierto pero separado de la misma (2%).
- Más de la mitad de los encuestados afirmó que utilizaba tanto la estufa mejorada como la estufa de gas (GLP) para sus actividades de cocción (51%), mientras que un 24,5% indicó que usaba exclusivamente la estufa eficiente para cocinar. Se evidenció que el fogón tradicional sigue siendo importante para 13% de los hogares encuestados, de los cuales el 1,5% manifiesta que lo usa exclusivamente y 1,5% lo emplea en concomitancia con otros sistemas de cocción.

Gráfica 1. Uso múltiple de tecnologías de cocción



³⁴ Realizado en el año 2014 por Natura en alianza con CorNare y CorAntioquia.

Fuente: Adaptado de “Niveles de adopción e impacto de una estufa mejorada de leña en comunidades rurales del departamento de Santander, Colombia, 2018”³⁵

- Por otra parte, la estufa eficiente es utilizada en promedio 6,17 días por semana, mientras que el fogón tradicional se utiliza 2,5 días por semana, dependiendo de la preparación que se vaya a realizar en su momento. En los hogares que usan GLP, el uso promedio de este combustible es de 6 días a la semana, advirtiendo que el gas sólo es utilizado especialmente en horas de la mañana para preparar el desayuno o para calentar comida que previamente había sido cocinada en la estufa de leña y así optimizar el tiempo de cocción.
- Sobre la percepción en la salud, el 55% de los usuarios encuestados afirmó no presentar ningún problema de salud relacionado a la exposición del humo de la leña ni antes ni después de adquirir la estufa eficiente. Del mismo modo, el 33% de la población admite haber notado al menos un cambio en su salud luego de instalada la estufa mejorada y sólo un 11.5% dice haber notado dos cambios en su salud.
- Por otro lado, sobre la percepción de ahorro de leña, el 67.5% de los encuestados afirma haber percibido ahorro en el consumo de leña con la estufa FN, un 11.5% afirma haber percibido una sutil disminución en el uso de la leña y un 3% reportan reducciones sustanciales.
- Con base a la pregunta que en un futuro las estufas fueran entregadas bajo el mismo mecanismo, es decir, sin ninguna contraprestación monetaria, las personas indagadas respondieron de manera positiva; por el contrario, en caso que tuvieran que poner de su dinero para adquirir una nueva estufa, el resultado demuestra que no existe un mercado asociado al mejoramiento de las estufas para la disminución del consumo de leña en los hogares.

Lecciones Aprendidas

- La existencia de un proyecto agrupado de carbono es un incentivo efectivo para la ejecución de proyectos de estufas eficientes de leña, con un énfasis en mitigación del cambio climático, que garantice claros beneficios sociales y ambientales adicionales. Se plantea también que los beneficios del financiamiento del carbono sean invertidos en actividades que promuevan la expansión del programa, tales como subsidios al consumo, formación de aliados locales, marketing social y mejoramiento de los canales de distribución.
- La participación de los socios locales en el proyecto, junto con la participación activa de las corporaciones regionales puede generar políticas de manejo que, siendo gestionadas de manera oportuna, garantizarán la sostenibilidad de largo plazo de las acciones. Esto implica que se deben plantear estrategias de sostenibilidad para garantizar que los proyectos sean perdurables en el mediano y largo plazo.
- En el caso rural, se ha observado que la llegada de un nuevo combustible no desplaza al otro, sino que ambos se usan en concomitancia³⁶ de tal manera que la

³⁵ Aristizabal, Javier. Niveles de adopción e impacto de una estufa mejorada de leña en comunidades rurales del departamento de Santander, Colombia, 2018

³⁶ TRONCOSO, Karin. Factores asociados con una mejor adopción de estufas limpias: una perspectiva de género. Bucaramanga, 2014. p. 29.

estufa de leña se utiliza para elaboración de comidas en cantidad y la estufa de gas para preparaciones más rápidas y sencillas.

Estudio de Caso Huellas Cornare

Como se mencionó en el capítulo anterior, la Corporación Autónoma Regional de los ríos Negro y Nare- CORNARE, ha trabajado desde hace 20 años en la construcción de 23 mil estufas en su jurisdicción (Oriente del departamento de Antioquia). A raíz de este esfuerzo, se creó el programa HUELLAS (Huertos y Estufas Leñeras Limpias y Ambientalmente Sostenibles), en el que se liga la sustitución de los fogones tradicionales por estufas eficientes y se estimula la creación de huertos para la siembra de árboles. De esta manera, “se pretende la disminución de la deforestación acelerada de los bosques nativos o remanentes, por el extracción de leña para la cocción de los alimentos, así como la disminución de emisión de material particulado y gases efecto invernadero generados en las cocinas tradicionales de los campesinos, logrando de paso disminuir los niveles de mortalidad por enfermedades asociadas a la inhalación de humos y cenizas, mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de las viviendas y en general el mejoramiento de la calidad de vida de las familias campesinas”³⁷. A 2010 se habían construido 6.000 estufas eficientes y se adelantaba la construcción de otras 3070, cada una con su respectivo huerto leñero.

El programa hizo una selección de las familias de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Familias de economía campesina habitantes de la zona rural.
- Que estén inscritos en los niveles 0, 1, 2 y 3 del SISBEN.
- Que utilicen la leña como fuente energética principal en los procesos de cocción de alimentos.
- Que posean un área mínima de 500 metros cuadrados para la implementación del huerto leñero. (criterio del municipio)
- Que sean propietarios o poseedores regulares de los terrenos donde se implementará el proyecto.
- Darles prioridad a mujeres y/o hombres cabeza de familia.
- Seleccionar los usuarios en núcleos veredales, para facilitar el acceso y el acompañamiento técnico.
- Darle prioridad a aquellas veredas que no tienen ningún otro servicio de energía.

Cornare, en sinergia con el gobierno local y entidades tales como el gobierno de Finlandia, Isagen, EPM, Argos, Viva, han trabajado para la entrega de estufas eficientes que oscilan entre los \$800.000 a \$2 millones de pesos por estufa. Dado a que estos costos no pueden ser asumidos por los usuarios finales, las estufas han sido gratuitas.

Las viviendas reciben capacitaciones previas sobre la construcción y el mantenimiento del proyecto después de la instalación de las estufas. De igual forma se estudia la provisión de

³⁷ Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare Cornare. ACTA DE INFORME DE GESTION PRESENTADO A LA CONTRALORIA GENERAL DE LA REPUBLICA enero 1 de 2001 a junio 20 de 2010

cultivos de leña para la producción de combustibles donde se estima que se demoran aproximadamente 3 años en crecer. Esta medida tendría impacto en el mediano plazo.

Lecciones Aprendidas

- Se redujo el consumo de leña en un 55%, comparado con el consumido en las estufas tradicionales.
- Se redujo las emisiones de CO₂ en un 86%, aunque se encontró que a algunas personas no les gusta limpiar la chimenea, por lo que las emisiones de humo se extienden dentro de la cocina.
- Se redujo presión de los bosques naturales con ahorro de consumo de leña de 70.200 toneladas al año.
- Menos horas destinadas a recoger leña, a cocinar y mejoras en la calidad de vida.

Programa Ecopetrol – Cormacarena desarrollado en el departamento del Meta.

Durante el periodo 2002-2007 el departamento del Meta alcanzó un total de 2.093,36 Km² de bosques deforestados con una Tasa Media Anual de Deforestación (TMAD) 342.4 Km² /año², convirtiéndose en el segundo departamento del país con esta problemática latente, solo superado por el departamento de Caquetá³⁸. Entre los municipios afectados se encuentra Mapiripán, un municipio que no disponía de una fuente de energía diferente a la leña para la preparación de los alimentos, lo que implicaba la tala de los bosques para acceder al recurso. Consecuencia de ello, se presenta pérdida de cobertura boscosa, afectación a las fuentes hídricas y pérdida de biodiversidad.

De esta manera en el año 2014, se planteó como objetivo del proyecto la *“Implementación de estufas eco eficientes y el establecimiento de bancos dendroenergéticos de Yopo³⁹ para 70 familias campesinas en áreas rurales de los municipios priorizados del departamento del Meta, para el caso Mapiripán”* desarrollado por la Unión Temporal del Meta, en la búsqueda de reducir la presión antrópica sobre los bosques nativos mediante el establecimiento de cultivos comerciales de Yopo para la disposición de fuentes energéticas.

La evaluación funcional concluyó que los sistemas ahorradores de leña implementados por la entidad en la vigencia 2013-2014, presentaron un adecuado funcionamiento del 90% de las estufas instaladas, cumpliendo con las expectativas de los usuarios, ya que presentaron múltiples beneficios asociados a la disminución de humo al interior de la casa, reducción en tiempos de cocción de los alimentos y una marcada disminución en la cantidad de leña

³⁸ Murcia, G.U.G.; Huertas, M.C; Rodríguez, J.M; Castellanos, H.O. 2010. Cambios multitemporales de los bosques y otras coberturas de la Amazonia colombiana, a escala 1:100.000, en el periodo 2002 al 2007. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá, D. C., disponible online:http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=a0ec40be-0617-4ee8-8f27-1b66890bfcdd&groupId=762

³⁹ El Yopo es una especie que se ha utilizado de manera cultural y tradicional como fuente energética. Es un árbol que crece rápidamente y se constituye en una estrategia para minimizar el deterioro de los bosques naturales.

usada y tiempos para su recolección. Con la implementación de estos bancos dendroenergéticos, se contribuyó al aumento de aproximadamente de 35 hectáreas de siembra de cobertura vegetal.

Como valor agregado, se realizaron 5 capacitaciones en mantenimiento y uso de los bancos dendroenergéticos, estufas y capacitación en construcción de estufas, dirigidas a maestros constructores y comunidad en general, con el fin de estandarizar la construcción de las estufas y propiciar espacios de conocimiento a la comunidad en general. Se estima que con la estrategia de gestión y desarrollo pecuario sostenible se promueve la participación constante de los propietarios de predios beneficiarios del proyecto y de la autoridad ambiental, con el fin de garantizar la persistencia de estos bancos dendroenergéticos, para lo cual se dejarían de emitir a la atmosfera cerca de 2.801,21 ton. de CO₂, teniendo en cuenta dos proyectos similares en municipios vecinos (Puerto Rico y Puerto Concordia).

Se evidenció el uso de la estufa por género, teniendo como resultado: mujeres con un 80%, hombres con un 9% y en un 11% se presenta la figura de uso compartido (hombres y mujeres).

De igual forma, las estufas por sus características de diseño y materiales de construcción consumen menor cantidad de leña que los fogones tradicionales, gracias a que la madera se quema mucho mejor, en un proceso de combustión más eficiente, haciendo que se pierda menos energía, se conserve más el calor y se emplee menos tiempo en la cocción de alimentos.

De igual forma, la estufa eficiente contribuye a la reducción de la incidencia de enfermedades respiratorias en familias campesinas, se promueve el uso adecuado de la leña como combustible e impulsa el establecimiento de cultivos forestales como insumo principal para las cocinas eco eficientes. Por lo cual, otro de los grandes beneficios es evitar que se siga viendo afectada la salud de los campesinos por inhalación de humo, lo que incrementa el riesgo de padecer enfermedades respiratorias y oftalmológicas.

Este proyecto ya fue desarrollado en Mapiripán, Puerto Rico, Puerto Gaitán y Puerto Concordia, favoreciendo desde 2011 a 402 familias campesinas.

Limitaciones

No existe información acerca del éxito de los bancos dendroenergéticos de Yopo por lo que no se puede garantizar que la implementación de los bancos ha contribuido de manera positiva a mitigar el impacto de afectación ambiental o si está bien asociar los cultivos dendroenergéticos con la implementación de proyectos de estufas mejoradas.

Respecto a este tema, se destaca un estudio realizado por el Centro de Investigación Forestal de Jakarta en 2003, donde sostiene que, para facilitar el acceso de leña como fuente de energía a las familias, se implementó un plan de acción forestal tropical en 1985 por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Bajo este plan de acción proliferaron los proyectos de plantación de árboles a nivel mundial donde se destaca el de la India. Desafortunadamente, *“estas plantaciones hicieron poco para*

“aumentar los suministros de leña para los usuarios rurales” (Arnold et al.,2003)⁴⁰ y los cambios de uso doméstico de la leña no se estaban produciendo a gran escala. De esta manera, la política de desarrollo durante la última década del presente siglo se ha desligado de la plantación de árboles o huertos leñeros, para dar paso a dos nuevos objetivos: la sustitución de la leña como energético para cocinar y/o el mejoramiento de las estufas independientemente del combustible que usen, en términos de eficiencia del combustible, emisiones, durabilidad y seguridad^{41,42}, con el fin de buscar alternativas que se ajusten a las necesidades de los hogares y a las condiciones geográficas, ambientales, económicas, sociales y culturales de los mismos.

Proyecto Censat Agua Viva – ASOMUCALE (Asociación de Mujeres de Lebrija) desarrollado en el departamento de Santander en 2015.

En los últimos años, el gobierno ha expresado intenciones de mejorar la situación del campo e implementar programas que conduzcan al impulso de fuentes no convencionales de energía; por esta razón se ha venido impulsando un marco normativo que haga hincapié en este sentido. El Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y Fuentes No Convencionales – PROURE, que a su vez definió un Plan de Acción Indicativo 2017- 2022 establece como objetivo aplicar gradualmente subprogramas y acciones para que toda la cadena energética esté cumpliendo permanentemente con los niveles mínimos de eficiencia energética, sin perjuicio de lo dispuesto en la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables. De esta manera, el Gobierno Nacional debe impulsar el sector y crear algunas líneas de acción prioritaria hacia la promoción de Fuentes No Convencionales de Energía en relación a la educación, promoción, fortalecimiento institucional, protección al consumidor, gestión y seguimiento de metas, entre otros.

También se cuenta con la ley 697 de 2001 y el decreto reglamentario 2688 de 2008 que establecen directrices, lineamientos y funciones a entidades de orden público y privado otorgando la mayor responsabilidad al Ministerio de Minas y Energía en relación con la promoción, organización, aseguramiento del desarrollo y el seguimiento de los programas y el diseño del Programa de Uso Racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales.

En Colombia el consumo final de biomasa (leña y bagazo) como energético primario ocupa un lugar importante. Según las cifras reportadas por la Unidad Nacional de Planeación Minero-Energética -UPME, cerca del 11% del total de energía consumida proviene de estas fuentes, 18% del carbón mineral, seguido de un 15% del gas natural. Para el caso del consumo residencial rural, el consumo de leña ocupaba el primer lugar de importancia (82%), después de la energía eléctrica (11%) y seguido por el GLP (5%), pese a los

⁴⁰ Arnold, M., Köhlin, G., Persson, R., Shepherd, G., 2003. Fuelwood revisited: What has changed in the last decade? Center for International Forestry Reserach, Jakarta

⁴¹ Dept for International Development, 2002. Energy for the poor: Underpinning the millennium development goals. UK Dept. for International Development.

⁴² ISO, 2012. Guidelines for evaluating cookstove performance. IWA 112012, ISO Int. Work. Agreeem

esfuerzos del gobierno central y empresas por reemplazar el consumo de leña por gas en la ruralidad y urbanidad colombiana.”⁴³

Bajo una necesidad de priorización contra la mitigación de enfermedades respiratorias y la disminución sobre la presión sobre los bosques, se forja un proyecto con Censat Agua Viva, ubicado en las provincias de Soto (municipios de Lebrija y Matanza) y García Rovira (municipios de Concepción y Cerrito) en el departamento de Santander, Colombia, cerca de una reserva campesina y comunitaria de bosque natural, custodiada por los lugareños (también conocida como ICCA).

Una de las problemáticas identificadas en el territorio es la explotación de recursos como el carbón, por lo que las comunidades han rechazado la propuesta del gobierno y empresas de explotar el carbón antracita de la zona, porque se pondría en riesgo el abastecimiento de agua potable para los hogares que la conforman. Por tal razón, las comunidades por iniciativa propia se han organizado y han puesto en marcha otras alternativas económicas para quedarse en el territorio y recuperar su identidad campesina.

Como lo exponen Soler y Rankin, “La Organización Mundial de la Salud de las Naciones Unidas de la mano de otras organizaciones han venido de manera paulatina desprestigiando esta práctica cultural, al denunciar que el uso de leña como combustible afecta la salud de infantes y adultos por la contaminación del aire y la emisión de monóxido de carbono y, que, a su vez, se aumenta la deforestación a raíz de la extracción de leña en los bosques. No obstante, este discurso más que atender la situación de las comunidades, responde a las directrices del Banco Mundial, que ha pedido a los gobiernos y a las empresas lograr un mayor cubrimiento de las áreas rurales con recursos energéticos modernos, como, por ejemplo, el gas natural o la electricidad, lo cual le da prioridad al avance de las empresas petroleras y a quienes comercializan con sus derivados sin tener en cuenta las necesidades reales de las diferentes comunidades” (Soler, 2015)⁴⁴.

De esta manera, el uso de la leña como combustible es visto como una apropiación cultural que es posible potencializar y de este modo fortalecer procesos de identidad, los cuales deben estar acompañados de otras prácticas que hagan más sustentable esta actividad, como lo es el desarrollo de cultivos dendroenergéticos, la implementación estufas eficientes, el aprovechamiento máximo de gases de combustión, etc.

En la década de los noventa, iniciaron procesos agroecológicos en sus fincas y parcelas, procesos de educación y formación en artesanías de la paja y la lana y la elaboración de tortas y ponqués; pero a su vez han querido dar un mayor valor agregado a su productos mediante la construcción de estufas eficientes ahorradoras de leña, lo que les permite aumentar la eficiencia de energía de sus productos, reduciendo el consumo de leña y por ende la presión sobre bosques locales, que les permitan mejorar la calidad del aire dentro de las viviendas y puedan a su vez aumentar la rentabilidad de sus procesos.

⁴³<https://censat.org/es/analisis/utilizacion-de-lena-para-energia-en-granjas-campesinas-en-santander-colombia-4068> Consultado: 29 de agosto de 2019

⁴⁴<https://censat.org/es/analisis/utilizacion-de-lena-para-energia-en-granjas-campesinas-en-santander-colombia-4068> Consultado: 29 de agosto de 2019

“Este tipo de estufas permiten el ahorro de un 55 por ciento de leña lo cual reduce directamente la emisión de monóxido de carbono y dióxido de carbono, gases efecto invernadero, y la reducción de enfermedades respiratorias y oculares por la disminución en un 99,5 por ciento del humo dentro de las casas. La instalación de un horno en el ducto de salida de humos permite aprovechar el calor de los humos de combustión, manteniendo temperaturas estables alrededor de 250°C para la cocción de tortas y ponqués”.⁴⁵

Lecciones Aprendidas

- Algunas comunidades deben recorrer grandes distancias para conseguir la leña debido a la intervención humana de los ecosistemas naturales. Por tal razón, se puede decir que existe una práctica ancestral y cultural, arraigada al uso de la leña como fuente de combustible para la cocción de alimentos, la calefacción, la producción de panela, la fabricación de ladrillos, entre otros.
- Estas experiencias contribuyen a que los procesos de resistencia geográfica, territorial y cultural que se han iniciado décadas atrás, referentes al arte culinario se complementen con prácticas de energía sostenible, puesto que contribuye a que las comunidades gocen de independencia en el autoabastecimiento de combustibles para la preparación y elaboración de alimentos, disminuyan la presión sobre los bienes locales y rondas hídricas, y hagan uso de mingas⁴⁶, lo cual permite compartir el conocimiento por un lado y estrechar lazos de unidad entre las familias locales por el otro. En este proceso han participado Censat Agua Viva, la Asociación de Mujeres de Lebrija, el Colectivo de Reservas Campesinas y Forestales y la Asociación de productores Agroecológicos - Agrovida y el Movimiento Colombiano En Defensa de los Territorios y Afectados por Represas “Ríos Vivos”.

El desarrollo de estufas mejoradas para cocción con leña en Colombia

Desde la década de los 80 se ha venido implementando en el país proyectos de instalación de estufas mejoradas, pero sólo hasta el año 2009 se pudo estimar que se han instalado aproximadamente 30.000 prototipos de estufas eficientes. Según la encuesta nacional de estufas realizada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en julio de 2014, “se han instalado 28.238 estufas eficientes en todo el país”⁴⁷

A continuación, se presentan las estufas mejoradas para cocción con leña en Colombia actualmente implementadas en el país, donde se identifica un total de 14 Prototipos diseñados para el año 2014, en las que prevalecen los prototipos Huellas.

⁴⁵ <https://censat.org/es/analisis/utilizacion-de-leña-para-energía-en-granjas-campesinas-en-santander-colombia-4068> Consultado: 29 de agosto de 2019

⁴⁶ Tiene como lema “caminar la palabra” que para las comunidades indígenas significa llegar a acuerdos a través del diálogo, hablar y por medio de la palabra reconocer al otro y su verdad.

⁴⁷ Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Encuesta Nacional de Estufas 2014

Tabla 8. Desarrollo de estufas mejoradas para cocción con leña en Colombia

Región	Número de estufas instaladas	Prototipos de estufas instaladas	Costo unitario
Atlántica	624	Huellas	721.500
		Corantioquia	530.000
Central	2.030	Huellas (PNUD)	1.350.000
		Lorena (Patrimonio Natural)	1.230.000
		Dos puestos (Patrimonio Natural)	1.200.000
		Rocket (Patrimonio Natural)	380.000
Pacífica	1.336	Huellas (Patrimonio Natural)	1.230.000
		Huellas (Corponariño)	1.200.000
		Hibrida triangular (Patrimonio Natural)	462.300
		Triangular bloque (Patrimonio Natural)	932.840
		Hibrida lineal dos fogones (Patrimonio Natural)	491.950
Oriental	3.069	Huellas (Corpoguavio)	718.398
		Huellas (Car)	1.720.840
		Fundación natura	700.000
		ICA-1791 (Corponor)	1.720.840
Antioquia	21.179	Huellas (Corpocaldas)	900.000
		Huellas (CAM)	931.060
		Huellas (Carder)	1.333.700
Total	28.238	14 Prototipos	

Fuente: Encuesta Nacional de Estufas Mejoradas, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014

Es importante resaltar que a nivel regional este prototipo presenta una variabilidad en los precios significativa, que se encuentran entre \$718.398 y \$1.720.840. Este fenómeno puede ser explicado principalmente por los costos asociados a la disponibilidad de los materiales y el transporte de los mismos hasta el sitio específico de la instalación del prototipo. Estos factores cumplen un papel significativo en el momento de realizar el análisis costo-beneficio de las fuentes y tecnologías identificadas y el análisis de factibilidad para la instalación de soluciones viables y sostenibles en el territorio nacional.

Según la encuesta nacional de estufas mejoradas, sólo en algunos pocos casos se han realizado pruebas de eficiencia en campo como el *test de cocción controlada* (CCT) que ha permitido comparar la eficiencia de la combustión del fogón tradicional con la estufa mejorada, pero no responde a la aplicación de la prueba y el protocolo estandarizados⁴⁸.

⁴⁸ *Lineamientos para un programa nacional de estufas eficientes para cocción con leña* / Textos: Concha, María Cecilia; Pabón, Giovanni; Cerón Viviana. -- Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015.

La Fundación Natura se encargó de evaluar los prototipos de Huellas FN y Corantioquia en el marco de la implementación de proyectos financiados por Ecopetrol y el programa Alianza en Energía y Ambiente con la Región Andina, cuyos resultados se presentaron en el numeral 3.1.2.

Lecciones Aprendidas

Partiendo del análisis del desarrollo de estufas mejoradas en el país es importante resaltar que:

- Según la última versión de la Encuesta de Calidad de Vida, en el 2018 aproximadamente 1.664.000 hogares preparan alimentos con leña o madera. Es decir que cerca del 11% de los hogares que cocina lo hace con leña o madera. Este consumo de leña como energético para la cocción tiene una mayor proporción en los hogares de la región Pacífico (30% de los hogares), Orinoquía y Amazonía (19% de los hogares), y Caribe (18% de los hogares). Sin embargo, el mayor número de hogares que cocina con leña se encuentra en la región Caribe, con 516.000 hogares.
 - El prototipo de estufas eficientes más diseminado en el país es el Huellas, el cual presenta diferencias significativas de costos entre regiones.
 - La mayoría de las estufas instaladas ha sido subsidiada excepto en algunos casos en el que se cuenta con un aporte pequeño en especie por parte de los usuarios.
 - No se cuenta con evaluaciones ni pruebas de eficiencia en la mayoría de las estufas que permitan hacer la diferenciación del consumo de leña con la estufa tradicional de fogón abierto. De aquellas que se cuenta con información sobre su eficiencia, la estufa huellas alcanza los 13,4%, porcentaje aún muy bajo de impacto. De igual modo, las estufas no se encuentran patentadas.
- La exposición a contaminación del aire interior e intramuros, producto de la combustión incompleta e ineficiente de biomasa, es uno de los factores de riesgo más significativos en la proliferación de enfermedades respiratorias, especialmente en niños y mujeres adultas, ya que estos pasan más tiempo en el hogar y por lo tanto tienen un mayor grado de exposición.
- La tasa de adopción alcanzada por los proyectos de estufas mejoradas contradice en cierto modo la idea de que la proporción de unidades en abandono/ desuso tiende a ser alta en los proyectos donde los prototipos se entregan de manera gratuita, debido a que se asume que las personas no generan sentido de pertenencia hacia las cosas que son regaladas. De esta manera, se confirman los hallazgos de Bensch & Peters en 2014, quienes después de distribuir estufas mejoradas gratuitas en Senegal, encontraron que casi su totalidad aún seguían siendo utilizadas tres años después de haber sido entregadas, luego la idea de distribuir estufas total o parcialmente subsidiadas no debería ser soslayada de forma definitiva (Bensch & Peters, 2014)⁴⁹
 - La efectividad de los proyectos de estufas mejoradas, sólo podrán ser escrutables en la medida en que sean adecuadamente monitoreados y evaluados a través de

⁴⁹ Bensch, G & Peters, J. (2014). The intensive margin of technology adoption. Experimental evidence of improved cooking stove in rural Senegal. Essen, Germany: rwi.

técnicas cualitativas o cuantitativas disponibles en la actualidad o que se desarrollen a futuro. Esto permitirá que se cuente con la debida retroalimentación, lo que no sólo servirá para hacer los ajustes necesarios tendientes a mejorar los procesos de financiamiento y ejecución por parte de las entidades implementadoras, sino que también facilitará el abordaje de los aspectos técnicos y de desempeño que resultan de vital importancia para mejorar la tecnología y con ello, lograr adaptarla al usuario final (Aristizabal,2018)⁵⁰.

3.1.2. Experiencias Internacionales

Esta sección tiene como propósito presentar resultados de programas de introducción de estufas mejoradas a leña realizados en otros países latinoamericanos.

La preocupación por el consumo de la leña y de los problemas que se derivan de su mal uso ha conducido al desarrollo de proyectos que buscan sustituir este combustible por otro, principalmente por combustibles modernos, o a reducir el consumo de leña al mejorar la eficiencia de su combustión y a reducir la exposición de los usuarios a los productos de la combustión (gases como CO₂, CO, particulados y otros). Estas medidas se han manifestado en el desarrollo de proyectos que apuntan específicamente a la reducción/mitigación de los impactos anteriormente mencionados.

Perú

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática- INEI, uno de los principales combustibles utilizados para la cocción de alimentos en las zonas rurales del país es la leña (41,4% de la población)⁵¹. Se estimó que para 2009, 2.7 millones de hogares cocinaban en fogones abiertos tradicionales poco eficaces⁵². Dado su uso ineficiente y los problemas de salud y ambientales asociados al uso de leña como energético principal, en 1980 se empezaron a impulsar medidas para el uso de cocinas mejoradas⁵³.

Entre los programas de alto impacto desarrollados en Perú se encuentra “Sembrando” cuyo objetivo era combatir la desnutrición crónica infantil; se incluyó la implementación masiva de cocinas mejoradas, alcanzando para el año 2000, 30 mil beneficiarios. Esta iniciativa, se articuló con el programa Qori Q'oncha con los mercados de bonos de carbono, para la certificación de proyectos de cocinas mejoradas en Perú⁵⁴.

⁵⁰ Aristizabal, 2018, “Niveles de Adopción e Impacto de una Estufa Mejorada de Leña en Comunidades Rurales del Departamento de Santander, Colombia”

⁵¹ Según INEI (2016)

⁵² Moreno, A. 2018. Webinar: Avances en temas de cocción limpia. Red Latinoamericana y del Caribe de Cocinas Limpias

⁵³ GACC a (Global Alliance for Clean Cookstoves, US). 2012. Peru Market Assessment: Sector mapping (en línea). Consultado 02 de septiembre. 2019.

⁵⁴ Laurent, A. 2014. Standardism as government: voluntary carbon certification and the Peruvian cookstove sector. Tesis doctoral, Sciences-Po Paris.

El programa Qori Q'oncha (estufa de oro en idioma quechua), es un proyecto ejecutado en 2008 a nivel nacional, siendo el primero en ser registrado en el mercado voluntario de bonos de carbono utilizando la metodología Gold Standard, que difunde estufas mejoradas con ayuda del financiamiento de bonos de carbono. El proyecto contó con la implementación de más de 100.000 cocinas generando reducciones sobre las 800.000 tCO_{2e} . La estructura del Programa de Actividades permite incluir más proyectos en el futuro bajo el mismo programa. El proyecto es supervisado por la ONG Myclimate con sede en Suiza y la empresa social francesa Microsol con sede en Perú⁵⁵. Dentro de la evaluación expos de este programa se encontró que el 89,60% de los hogares que consumen leña la recolecta, mientras que el 10,40% la compra⁵⁶.

A 2018, prestan servicios en tres distritos del país, en los que cada uno lidera un proyecto local participativo. Es así que se distribuyeron casi 30.000 estufas mejoradas en un periodo comprendido desde 2008 a 2010, alcanzando una reducción de emisiones de 33.000 $tCO_{2e}/año$ para el 2017.⁵⁷ La inclusión de financiamiento por medio de bonos de carbono ha incrementado la distribución de estufas mejoradas de biomasa y ha contribuido a la formulación de nuevas iniciativas en otras zonas del país. “Por consiguiente, los ingresos anticipados que resultan del financiamiento con bonos de carbono sirven para sostener el crecimiento del mercado y las mejoras en la tecnología para cocinar”⁵⁸

En 2001, se lanzó una campaña nacional mediante Decreto de Urgencia N° 069- 2009, denominada “Medio millón de cocinas mejoradas, por un Perú sin Humo”, respaldada por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ) en el que se autorizaba a los gobiernos regionales y locales a usar el equivalente al 5% del canon, sobrecanon y regalías mineras para la implementación de los proyectos de cocinas mejoradas combinados con agua segura y el manejo de materia fecal⁵⁹. El modelo implementado en mayor medida fue el Inkawasi, cuyo costo era aproximadamente de 30 USD.

⁵⁵ Myclimate y Microsol, 2010; Microsol, 2011, Simon et al, 2012

⁵⁶ Microsol. 2018, “Informe sobre la relación entre contaminantes climáticos de vida corta y cocción rural en el sector residencial- Estudio prospectivo aplicado a Colombia, México y Perú”

⁵⁷ Myclimate y Microsol, 2010; Microsol, 2011, Simon et al, 2012

⁵⁸ Myclimate y Microsol, 2010; Microsol, 2011, Simon et al, 2012

⁵⁹ Decreto de Urgencia N° 069- 2009, Perú

Tabla 9. Imágenes de la Cocina mejorada Inkawasi



Fuente: Desarrollada por la Organización Panamericana de la Salud y la Cooperación alemana

Por otra parte, en el año 2012, como parte de un proyecto regional llamado carbono 2012, el PNUD proporcionó asistencia técnica para acceder a los mercados de carbono, de tal manera que se garantice la sostenibilidad de proyectos anteriormente ejecutados. Los fondos y recursos financieros internacionales se invertirán en el mantenimiento de las cocinas eficientes ya existentes, así como en la capacitación y concientización sobre los beneficios que para las familias peruanas tiene el cocinar con cocinas eficientes.

Aspectos culturales

- En las zonas rurales donde se usa la leña como energético principal de cocción para la preparación de alimentos existen diferentes hábitos de cocina y diferencias entre la preparación de los mismos, según la región.
- La preparación de un almuerzo toma aproximadamente entre media hora a dos horas y es llevada a cabo en mayor medida por las mujeres
- La cocina se encuentra ubicada dentro de las viviendas y es necesario la utilización de mínimo dos quemadores o fogones donde se pueda cocinar con diferentes tamaños de ollas.
- En cuanto a los requerimientos de la cocina a usar, se nota que son necesarios mínimo dos quemadores donde se pueda cocinar con diferentes tamaños de ollas

Lecciones Aprendidas

Aunque este tipo de proyectos ha tenido un auge y una apropiación significativa en todo el territorio nacional, una de las limitaciones al implementar proyectos por financiamiento de bonos de carbono es la falta de información confiable en la estimación de la reducción de emisiones y el monitoreo de las estufas instaladas. Reto que se presenta como una constante en los territorios donde se ha implementado este tipo de soluciones, con el objetivo de mitigar el impacto asociado a la cocción de alimentos.

México

Según estimaciones de Masera⁶⁰ en 2005, la población que usaba leña en México, (aproximadamente 25 millones de personas, o 5 millones de hogares), la usaba para cocinar o calentar agua; de estos, 19 millones usaban leña como único combustible y 9 millones usaban leña y GLP. El consumo de este energético se presenta con mayor frecuencia en la zona rural, donde el 89% de la población la utiliza como energético principal para la elaboración de sus alimentos⁶¹.

Entre las limitaciones de implementación de proyectos de estufas mejoradas que permitan una mejor calidad de vida para los hogares rurales del país se tiene que se desconoce el número exacto de estufas instaladas en el país; se estima que hasta 2017 se habían instalado 900.000 cocinas mejoradas, la gran mayoría por medio de licitaciones públicas.

Entre los años 2006-2012, bajo el Programa Especial de Cambio Climático (PCC), México diseñó un programa nacional de estufas mejoradas para la disseminación de 600.000 estufas mejoradas de biomasa, bajo el cargo de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), que distribuiría 500.000 y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)⁶² que distribuiría 100.000. Sin embargo, no se han llevado a cabo evaluaciones ex post que permitan conocer la efectividad de la instalación de las estufas.

⁶⁰ Masera, O; Díaz, R; Berrueta, V. 2005. From cookstoves to cooking systems: The integrated program on sustainable households energy use in México. Energy for Sustainable Development: Special Issue on Clean Cookstoves 9 (1): 25-36.

⁶¹ Díaz-Jiménez. 2000. Consumo de Leña en el Sector Residencial de México. Evolución Histórica y Emisiones de CO2. Tesis Mag Sc. México D.F, MX, UNAM. P 113.

⁶² Díaz, R., Berrueta, V., Masera, O. 2011. Cuadernos Temáticos No. 3 sobre Bioenergía: Estufas de Leña. México D.F.

Tabla 10. Estufas Mejoradas de Biomasa en México

Estufas mejoradas	
	
<p>Santa Ana Zegache, Oax., 15-nov-2014⁶³</p>	<p>Se intensifica la campaña de concientización sobre el uso de la estufa⁶⁴</p>

Fuente: Elaboración propia, Corpoema 2019

Como expone Microsol, “Desde el sector privado, es destacable la iniciativa de Red Patsari, que busca implementar cocinas Patsari a nivel nacional capacitando a operadores locales. Con respecto al financiamiento, la gran mayoría de proyectos en México se han operado bajo un esquema de subsidio total o parcial tanto provenientes del sector privado, la sociedad civil y del Estado”⁶⁵.

En noviembre del 2015, se instauró la Normalización para estufas de leña en el país con la participación de diferentes actores, tanto del ámbito público como privado, con el objetivo de crear un proyecto de la Norma Mexicana que permitiera la evaluación de eficiencia, la medición de emisiones intradomiciliarias, temas de seguridad, funcionalidad, adaptabilidad y durabilidad de las estufas en el territorio nacional. Aunque existe una preocupación por consolidar la información y emplear medidas que mitiguen la problemática, México cuenta con pocos laboratorios que cumplan los estándares y lineamientos internacionales.

Aspectos culturales

- Los hábitos de cocción varían según la región y están condicionados por el clima de la zona, la geografía y las diferencias étnicas.
- Su alimento básico del día a día es la tortilla y su preparación requiere grandes cantidades de leña.

Lecciones Aprendidas

Al no existir una base de datos de la cantidad de tecnologías instaladas como tampoco los modelos implementados de estufas de acuerdo a las condiciones de la zona, ni métodos

⁶³ Foto tomada de: <https://oaxacaentrelneas.com/entrega-sedesol-mas-de-mil-500-estufas-ecologicas-a-cuatro-municipios-de-valles-centrales-de-oaxaca/>

⁶⁴ Foto tomada de: <http://www.mipuntodevista.com.mx/entregadas-mas-de-5-mil-estufas-ecologicas-con-chimenea/>

⁶⁵ Microsol. 2018. Informe sobre la relación entre contaminantes climáticos de corta vida y cocción rural en el sector residencial. Estudio prospectivo aplicado a Colombia, México y Perú

de valoración que permitan medir el impacto de su implementación, no es posible diseñar una estrategia de apoyo sectorial que garantice la sostenibilidad de los proyectos.

Guatemala

El Programa de Usos Productivos de la Energía Renovable (PURE) tiene como *objetivo* eliminar las barreras para la adopción de tecnologías de energía renovable (TERs), principalmente Mini/microcentrales Hidroeléctricas (MCH), mediante la promoción de usos productivos de la energía en una de las áreas con mayor pobreza en Guatemala: los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz, Quiché, Huehuetenango y San Marcos⁶⁶. El proyecto crearía nuevos puestos de trabajo locales y fuentes de ingreso, y a la vez mitigaría directamente 1.75 millones de toneladas e indirectamente 5.25 millones de toneladas de CO₂ –equivalentes durante 20 años. Esto se lograría promoviendo las TERs, las cuales están vinculadas a la generación de ingresos y al mejoramiento de la productividad, que agrega valor a los cultivos agrícolas locales. La sostenibilidad de los usos productivos se vería reforzada a través de la aplicación de mecanismos de adaptación que estuvieran dirigidos al manejo de los recursos naturales y los problemas de vulnerabilidad donde los proyectos fueran desarrollados, proporcionando el soporte estructural necesario para la formulación de políticas y regulaciones pertinentes, y mediante el apoyo del diálogo nacional y local entre las múltiples partes interesadas para una colaboración a largo plazo. En el contexto de la conservación del recurso hídrico, se consideraron las estufas eficientes como un medio para reducir el consumo de leña y mejorar las condiciones de salubridad de los usuarios, al reemplazar las estufas tradicionales por estas estufas mejoradas. También se promovió el uso de plantas de biogás.

El presupuesto total requerido para este emprendimiento, que es complementario a los esfuerzos continuos del Gobierno de Guatemala para la reducción de pobreza, desarrollo rural y la promoción de actividades de gestión de cuencas hidrográficas, se estimó en US\$ 12.67 millones, con US\$ 2.55 millones requeridos al Global Environment Facility (GEF) para cubrir los costos incrementales.

El *objetivo ambiental global* (meta del proyecto) era *reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de Guatemala mediante la promoción de usos productivos de energía renovable, con fuertes beneficios de desarrollo rural*. La ejecución del proyecto comenzó en agosto de 2007 y terminó en marzo de 2012 (ap. 4.5 años). El programa fue ejecutado por la ONG FUNSOLAR, implementado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y financiado por el gobierno de Guatemala y el GEF.

El área focal del proyecto son las regiones nordeste y noroeste del país (los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Quiché, Huehuetenango y San Marcos), los cuales fueron azotados por el conflicto armado y donde el 29% de la población se encuentra ubicada⁶⁷. La población de esta área (aproximadamente 32,000 km²) es principalmente de

⁶⁶ Rodríguez, H. Productive Uses of Renewable Energy in Guatemala – PURE. Fundación Solar (2013) Guatemala City.

⁶⁷Censo Poblacional 2000. Instituto Nacional de Estadística (2002) Ciudad de Guatemala.

origen Maya, incluyendo los siguientes grupos étnicos: Q'anjob'al, Jakalteko, Chuj, Mam, Ixil, Q'eqchi', Poqomam, K'iche' y Kaqchikel, todos los cuales tiene un idioma diferente al español. Estas poblaciones habían recibido las secuelas de la guerra y el impacto de los problemas surgidos con el restablecimiento de la paz. Los esfuerzos propuestos en el PURE están vinculados con los compromisos de los Acuerdos de Paz de Guatemala para activar programas de generación de ingresos y proyectos que tomen en cuenta aspectos tanto culturales como ambientales.

La *situación esperada de las barreras al final del proyecto* era que al removerlas por la ejecución del proyecto, se provocaría un efecto a nivel nacional para el establecimiento de un mercado para las TER, que se desarrollaría tanto a nivel rural como urbano, beneficiando a los sectores rurales mediante usos productivos de la energía, favoreciendo la conservación de los recursos naturales renovables y permitiendo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por el abastecimiento energético en el mundo rural.

El *diagnóstico* del proyecto consideró diferentes tipos de barreras: Socio-institucionales, político-reguladoras, Mercado y Finanzas, y técnicas.

El proyecto diseñó cuatro resultados para levantar las barreras. *El resultado 3, Gestión sostenible de los recursos naturales y energéticos en las cuencas de los ríos consideró la utilización de las estufas mejoradas y las plantas de biogás en las áreas rurales. Posteriormente se identificaron áreas rurales en que la leña era un combustible comercial y con costo tal que permitió la adopción de estufas mejoradas.*

Estufas mejoradas

La estufa que se muestra en la Tabla 11 es una de las **430 estufas** instaladas por el PURE II, empleando recursos de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica de Guatemala (CNEE), los cuales a su vez provienen de un fondo del programa de eficiencia energética del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la CNEE. El valor de los aportes de CNEE fue US\$25,000, de los cuales US\$20,000 fueron empleados para el fondo rotatorio. El PUREII, empleando recursos propios y los US\$5,000 restantes de la CNEE, realizó todo el trabajo de difusión, promoción e información (traslado e instalación del equipo promotor).

De acuerdo a la información de promedio de un usuario, éste consumía 60 manojos/mes de leña. Una vez instalada la estufa eficiente, el consumo se redujo a 20 manojos/mes. Un manojo son aproximadamente 25 libras de leña. Por lo tanto, la estufa eficiente ahorra 40 manojos/mes, que corresponde a 2/3 del consumo mensual, o, en otros términos, la estufa mejorada consume 1/3 del consumo anterior. En términos económicos, significa un ahorro de 40 manojos/mes x 5 Quetzal⁶⁸/manejo = 200 Quetzales/mes. **Si se tiene en cuenta que la estufa le costó a cada usuario 960 Quetzales, el tiempo de repago con los ahorros es de 5 meses.** La compra fue financiada por el fondo rotatorio, con un plazo de repago que varió entre 6 y 10 meses.

⁶⁸ Quetzal es una moneda de Guatemala. El cambio era aproximadamente 7.75 Quetzales/US Dólar.

Las estufas mejoradas fueron vendidas no solo a hogares sino también a personas que operaban pequeños negocios de producción de alimentos elaborados (pequeño restaurante) y el éxito fue igual al de las estufas instaladas en hogares.

Ventajas de la estufa eficiente

Las principales ventajas de la estufa eficiente frente a la estufa convencional abierta, según entrevistas realizadas a los usuarios, son⁶⁹:

- Se evitan las quemaduras cuando se elaboran las tortillas
- Los usuarios no se enferman como antes por los productos de combustión.
- La estufa eficiente opera simultáneamente dos hornillas (antes tenían estufas de fuego abierto), con fuego separado en cada puesto.
- Consume menos leña
- Menos suciedad en el ambiente, menos humo, menos contaminación en la cocina.
- No necesita comprar comal⁷⁰ que costaba 15 Q/mes.

⁶⁹ Gabriel Tzul Sam, propietario de la estufa (Cel 40559538)

⁷⁰ Hace referencia a un recipiente de cocina tradicional que se usa como plancha para la cocción. Es utilizado en México y Centroamérica.

Tabla 11. Imágenes Estufas Eficientes Cobán, Alta Verapaz, Guatemala

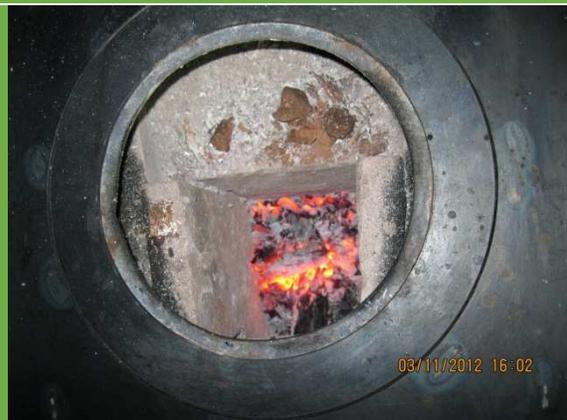
Lugar: Cobán, Alta Verapaz, Guatemala



Estufa eficiente marca Onil



Tubo extractor de humos de combustión



Cámara de combustión



Un manojo de leña

Fuente: Elaboración propia consultores, Corpoema

Desventajas de la estufa eficiente

Una desventaja es que como no hay humo en la cocina, hay más zancudos.

Otros aspectos

La estufa eficiente es fabricada en Guatemala por la empresa Onil⁷¹. El diseño es una adaptación de la estufa Rocket, conocida por su eficiencia. Todos los materiales empleados son de origen nacional. La empresa Onil comercializa esta estufa y la despacha a cualquier lugar del país. La empresa tiene manuales y videos para su instalación y mantenimiento. Ofrece además técnicos para la instalación.

Conclusiones

Se cumplió con el objetivo del PURE de ofrecer tecnología eficiente para fines productivos, reduciendo costos y emisiones de GEI. La estufa eficiente resultó un éxito porque los ahorros amortizaron en un corto plazo la inversión, no hubo subsidio directo alguno a los usuarios, hubo reducción de emisiones y del impacto de estas emisiones sobre la salud de los usuarios, y reducción de emisiones de CO₂. Esta estufa compitió ventajosamente frente a otras fuentes de energía comerciales en la localidad (electricidad y GLP) y conservó la tradición de los usuarios.

3.1.1. El Salvador

La idea fundamental del proyecto Protección y Recuperación del Bosque La Barra y establecimiento de un sistema agroforestal en el caserío La Barra, Tecomapa, Metapán⁷², era reducir la presión sobre los bosques remanentes, empleando estufas eficientes que redujeran el consumo de leña, y producir la leña requerida a partir del bosque energético. Este programa fue desarrollado por el BID, el PNUD (Programa de Pequeñas Donaciones del GEF) y el gobierno de El Salvador. La comunidad tenía cerca de 150 familias en la época del proyecto (2004), que ejercían una presión apreciable sobre los bosques remanentes a orillas del Lago Güija. El proyecto consistió en la construcción de las estufas eficientes a los usuarios que tuvieran como condición la disponibilidad de un predio con un área mínima de 100 x 100 m². Se estableció un vivero con la especie madre cacao, especie leñosa de rápido crecimiento y endémica en la región. Al alcanzar las plántulas entre 30 a 50 cm, estas fueron plantadas en las parcelas en un trazado de 2m x 2m.

Una visita realizada en 2006 permitió establecer que había bosquetes en la vecindad de las casas, pero por estar estas en una aldea había presión sobre estos bosquetes para construir nuevas viviendas. No se encontraron fuentes en la red que permitan indagar sobre la existencia de una evaluación ex - post de este proyecto.

⁷¹ <http://aspravsoluciones.blogspot.com/>

⁷² GEF – ADESCOLAB – PNUD. La experiencia de Adescolab con el proyecto: Protección y recuperación del bosque La Barra y establecimiento de un Sistema Agroforestal. (2004) Colonia La Barra, Metapán, El Salvador.

3.2. GLP

3.2.1. GLP en Colombia

Programa Gas para el Campo

Introducción

Para mediados de la década de los 90, ECOPETROL había regularizado el mercado de GLP mediante las importaciones del producto y la liberación de los cupos, lo que permitió llegar al pleno abastecimiento de la demanda sin restricciones de suministro.

La ampliación de la oferta gracias a la entrada en operación de la Unidad de Craqueo Catalítico con producción de 4.000 barriles por día en el Complejo Industrial y Petroquímico de Barrancabermeja, planteó la necesidad de buscar opciones de mercado y estimular la demanda de GLP con un programa que se bautizó como “Gas para el Campo”. Cabe señalar que en ECOPETROL recién había comenzado a operar una Dirección de Relaciones con la Comunidad, lo que anticipó el concepto de Responsabilidad Social Empresarial que entró con fuerza en las actividades industriales algunos años después. Además, el desarrollo de estos programas se ajustaba bien al carácter de Empresa del Estado, que en ese momento dirigía el accionar de ECOPETROL y le permitía entrar en proyectos de interés social y comunitario.

Elementos de diagnóstico⁷³

El programa Gas para el Campo se diseñó en el año 1996. En esos años el Plan de Masificación de Gas se encontraba en plena ejecución y se esperaba una reducción en el consumo nacional de GLP considerando que la vocación del gas natural era llegar a las principales ciudades y centros poblados, desplazando volúmenes importantes de GLP cuyo destino comercial es la periferia de las ciudades y las zonas rurales del país.

Ante un panorama excedentario por la presencia de nueva oferta, se hacía necesario explorar oportunidades de mercado que tuvieran además un componente social y ambiental.

Los principales elementos que tuvo en cuenta ECOPETROL para la formulación del Programa Gas para el Campo I se encuentran en el documento citado en la referencia, de los cuales se toma la siguiente información sobre las características y motivaciones del programa:

El hecho de sustituir la leña por GLP tiene profundas implicaciones en la vida familiar de los campesinos: en salud, en el estilo de vida de las familias campesinas y tal vez, la más profunda, en la dignidad de la mujer rural. Para nadie es un secreto que la tarea de

⁷³ Programa Gas para el Campo- Vicepresidencia Comercio Internacional y Gas. Informe Final. Mayo de 1999.

búsqueda y recolección de leña casi siempre es desempeñada por la mujer. El trabajo diario de encender el fogón, especialmente crítico en épocas de invierno y de mantener permanentemente encendido el fuego, implica tener que respirar los humos producidos por la combustión. La familia, y en especial los niños pequeños, se ven obligados a permanecer en estos ambientes malsanos, desarrollando problemas pulmonares severos en muchos casos.

La combustión de leña produce volúmenes de CO, CO₂, N₂O, NO_x, COV y partículas, y dependiendo de la madera utilizada, hasta metales pesados. La inhalación permanente de los humos de la combustión es la causa de una gran variedad de enfermedades respiratorias y pulmonares en el sector rural, situación que se vuelve crítica especialmente en los climas fríos, donde las cocinas se localizan en habitáculos cerrados y la familia se ve expuesta en forma permanente a respirar el aire contaminado por los residuos de la combustión.

La leña no siempre es el recurso energético más barato para el campesino. Existen regiones completamente deforestadas, donde la leña es un recurso tan escaso que debe ser importada con unos costos muy superiores a los del resto de los combustibles. En el largo plazo se espera que la sustitución de leña por GLP se traduzca en una menor presión sobre los recursos naturales. Se ha estimado que una familia campesina compuesta por 4 a 5 personas consume en promedio entre 12 y 15 kilos diarios de leña equivalentes entre 4.4 y 5.5. Toneladas anuales.

Desarrollo del programa ⁷⁴

Con el diagnóstico elaborado en el Plan de Masificación de Gas respecto al alto consumo de leña en la canasta energética, se hizo una aproximación para determinar las zonas del país con tasas de deforestación altas, resultando los Departamentos de Nariño, Santander y Tolima. Considerando la presencia de la industria petrolera en el Casanare, se determinó incluir este último Departamento en el Programa.

De manera global, el programa propuso cubrir con GLP a cerca de 750.000 familias campesinas, en su mayoría consumidoras de leña y que jamás tendrían acceso a los programas de masificación de gas natural por la distancia de estas comunidades a las redes de distribución de gas natural.

Los requisitos de los usuarios participantes del programa se determinaron así:

- a. Preferiblemente consumidores de leña
- b. Habitar en zonas no cubiertas actualmente o en el futuro por programas de gas natural.
- c. Que en caso de tener GLP, no lo estén consumiendo en la actualidad.
- d. Que se tenga el compromiso de consumir GLP de forma permanente

⁷⁴ Memorando GAS-PES-079, del Área de Programas Especiales a la Vicepresidencia de Comercio Internacional y Gas. Diciembre 6 de 1997

Considerando la baja capacidad adquisitiva de las comunidades beneficiadas, se determina entregar gratuitamente el kit completo de cocina, integrado por la estufa de dos puestos, el cilindro de 40 libras, que era el tamaño más vendido de la época, la manguera y el regulador, más 3 cupones para reponer el contenido del cilindro.

En una Primera Fase se incluyeron los cuatro departamentos con el siguiente cubrimiento en términos de usuarios y municipios:

Tabla 12. Beneficiarios de Cubrimiento

Departamento	Municipios	Usuarios
Casanare	19	13.405
Nariño	45	33.064
Santander	86	22.570
Tolima	47	23.599
TOTAL	197	92.638

Fuente: De “Memorando GAS-PES-079, del Área de Programas Especiales a la Vicepresidencia de Comercio Internacional y Gas. Diciembre 6 de 1997”

Al final, el Programa llegó a 90.894 familias de las 750.000 inicialmente previstas, distribuidas en 198 municipios, alcanzando cerca de medio millón de personas. Las inversiones totales sumaron \$9.200 millones en equipos de cocción, compras de GLP y pagos a distribuidores e interventores.

Comentarios Finales

El Programa Gas para el Campo I no contó con una evaluación ex-post formal y detallada a fin de determinar su efectividad; sin embargo, los distribuidores de las zonas beneficiadas informaron que la tasa de pedidos de nuevas cargas de GLP, después de la utilización de los 3 cupones iniciales, se redujo significativamente. Algunos distribuidores le manifestaron a ECOPETROL que en algunos casos las familias conservaban el “kit” de cocina, aunque no tenían la posibilidad económica de adquirir el suministro del producto. En otros casos, las estufas y cilindros terminaron en las “prenderías” de los pueblos.

Sin embargo, hay que destacar varios aspectos significativos de lo alcanzado con esta primera experiencia de un programa masivo de sustitución de leña. En primer término, se demostró que a partir de una adecuada organización es posible ejecutar un programa de esta naturaleza cuyo objetivo es sustituir la leña por un energético como el GLP, con grandes beneficios en temas de salud y medio ambiente. Por otra parte, las motivaciones y el diagnóstico realizado por ECOPETROL, no difieren de lo que estamos viendo más de 20 años después de la primera versión del Programa Gas para el Campo. El diagnóstico de la problemática se enfocó en los temas ambientales de pérdida de bosques y también, y con mayor énfasis, en los problemas de salud pública de las mujeres y los niños por la inhalación permanente de los gases y material particulado derivados de la combustión de la leña en fogones tradicionales.

En reflexiones internas del Equipo que dirigió y ejecutó el Programa, se planteó que para una siguiente fase era conveniente introducir algunos cambios en el programa así:

- Para mejorar la probabilidad de permanencia de los usuarios en el Programa, sugerir tamaños de cilindros menores que se ajusten a las capacidades de pago de los usuarios.
- Proponer un esfuerzo conjunto entre la entidad responsable del Programa y las familias beneficiadas a fin de que éstas aporten un porcentaje de los costos con la idea de que aquello que representa esfuerzo directo se valora mejor.

Programa Gas Para el Campo (GLP Rural)

Introducción

En el año 2004, ECOPEPETROL arranca una nueva versión del Programa Gas para el Campo o “GLP Rural” como se le denominó. El presente capítulo presenta la definición del programa, la evaluación del Plan Piloto y la evaluación posterior del Plan Completo, realizada por un Consorcio de firmas de Consultoría.

El programa

Las características principales son las siguientes:

- Número de familias beneficiadas 198.465 distribuidas así:

Tabla 13. Familias Beneficiadas Programa Gas para el Campo II

Regiones	Número de Familias Beneficiadas
Región Andina ⁷⁵	93.952
Caribe ⁷⁶	88.602
Sur Occidental ⁷⁷	15.911
Total	198.465

Fuente: Informe final Universidad de los Andes convenio no. 88 de 2005 Ecopetrol – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – Universidad de los Andes mayo 2006.

- Se les entrega a las familias: la estufa de dos puestos, el cilindro con una carga de 33 libras, regulador, manguera y dos bonos que dan derecho a una recarga de gas

⁷⁵ Comprende los departamentos de Antioquia, Santander (El centro), Norte de Santander, Meta, Caldas, Quindío, Risaralda y Boyacá

⁷⁶ Comprende los departamentos de Atlántico, Magdalena, (Sierra Nevada) y otros municipios, Cesar, Sucre, Córdoba y Bolívar

⁷⁷ Comprende los departamentos de Chocó, Valle, Nariño y Cauca.

- cada uno. Adicionalmente, se entrega una cartilla con todas las recomendaciones y explicaciones para el uso adecuado del “kit” de cocina.
- El Programa Piloto se desarrolló en el periodo diciembre 2004 a septiembre de 2005 dirigido a hogares rurales para utilizar el GLP en los procesos de cocción y calentamiento de agua.
 - Otros requisitos del programa que es conveniente resaltar son los siguientes:
 - o Que los usuarios preferiblemente estén consumiendo leña en la actualidad.
 - o Que no sean consumidores actuales ni a futuro del gas natural.
 - o Que no estén consumiendo GLP ni cuenten con equipo de cocción bien sea estufas y o cilindros.
 - o Que los usuarios cuenten con los recursos económicos para continuar pagando el GLP, una vez termine la redención de los dos bonos que se entregan como parte del programa.
 - o Otros requisitos como por ejemplo que la vivienda del usuario sea el lugar de residencia permanente a fin de que las demás condiciones que deben cumplirse puedan ser verificadas.

Los requisitos señalados buscan enfocar el programa a usuarios de leña y además a construir una base permanente de usuarios de GLP a mediano y largo plazo con capacidad de pago para sostener el consumo, una vez consumidos los dos bonos que hacen parte del Programa.

La Primera Etapa del plan se desarrolló como un Programa Piloto, con un alcance de 3.465 familias en 29 municipios del Departamento del Cauca y específicamente en el Macizo Colombiano Caucano, donde nacen los ríos Magdalena, Cauca, Caquetá y Patía. Es en esa región donde se encuentran los ecosistemas estratégicos fundamentales para el país.

El número de usuarios del Plan Piloto está incluido en el alcance general de 198.465 y deben cumplirse los mismos requisitos del Programa señalados anteriormente.

La parte operativa del Plan Piloto, es decir el procedimiento de inscripción de usuarios y entrega de equipos y redención de los bonos de consumo, se realizó a través de 5 compañías distribuidoras de la zona. Los distribuidores debían cobrar \$25.000 por familia por concepto de inscripción de usuarios, entrega de equipos, redención de bonos y capacitación.

La selección de los municipios del Plan Piloto no incluyó zonas con cobertura actual o potencial de gas natural y se buscó evitar aquellas zonas con dificultades de orden público. Los 29 municipios del Departamento del Cauca comprenden un total de 618.747 habitantes con el 74% en las zonas rurales.

El Plan Piloto plantea dos diferencias importantes con respecto a la versión del Programa Gas para el Campo I:

- Se reduce de 3 a 2 los bonos que se le entregan a los usuarios para reponer la carga inicial del cilindro.
- Las familias les pagan a los distribuidores \$25.000 por su gestión, lo que le quita el carácter de gratuidad permanente al Programa. Esto es importante en la medida

que las familias incluidas entienden que hay que pagar, así sea una suma pequeña por los beneficios recibidos.

Evaluación del Programa⁷⁸

La evaluación del Programa piloto tiene 4 aspectos los cuales son: ambiental, social y económico, barreras y soluciones a la implementación del programa en otros ecosistemas estratégicos. Esta evaluación se llevó a cabo mediante encuestas en el Municipio de Totoró, con un total de 80 beneficiarios de los cuales el 35% fueron encuestados. A continuación, se presentan las principales conclusiones sobre la evaluación del Programa Piloto de GLP.

- El ingreso es la variable que determina si una familia abandona o no el programa. Las de ingreso más alto se mantienen en el programa y lo contrario ocurre a medida que el ingreso disminuye. En el caso extremo, se abandona el consumo de GLP y se continúa consumiendo leña únicamente. En 2005, el ingreso familiar oscilaba entre \$100.000 y \$450.000, con un promedio de \$235.307 (61.7% del SMMLV).
- La inclusión de hogares localizados en zonas rurales con poca población, es decir alejados de los centros poblados, plantea dificultades a los distribuidores por las distancias que es necesario recorrer. Hay que tener en cuenta que hay mayores incentivos para los distribuidores de llegar a concentraciones de población con varias casas, que a viviendas dispersas.
- Sobre los distribuidores, estos consideran que el Programa de GLP tiene efectos muy positivos. El Programa fue bien recibido por los beneficiarios, lo que facilita ampliaciones futuras.
- El diseño de estrategias de masificación del gas podría incluir incentivos que le permitan a las familias mayor acceso al GLP. Por ejemplo, en lugar de pagar el valor de un cilindro completo, que puede durar varias semanas, en épocas recientes se están diseñando esquemas de pago diarios que les facilite a las familias con escasos recursos de caja adquirir el energético, lo que mejora las estadísticas de permanencia.
- Señalan los distribuidores que el cargo de \$25.000 en el año 2005 (6.6% del SMMLV 2005) puede ser una barrera importante. Sin embargo, como se dijo anteriormente, cobrar alguna suma hace que las familias valoren los beneficios que se reciben.
- Los distribuidores consideran que es necesaria una mayor participación de las comunidades y, en general, de actores locales en el diseño de los programas. Igualmente, plantean mayor diversidad en el tamaño de los cilindros, lo que a su vez permitiría que los beneficiarios comprometieran menor cantidad de dinero en la compra del producto y el gasto se ajustara mejor a su disponibilidad de caja.

⁷⁸ Informe final Universidad de los Andes convenio no. 88 de 2005. Ecopetrol – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – Universidad de los Andes mayo 2006

Beneficios

Consumo de Combustibles

El cuadro siguiente presenta los consumos de combustibles antes y después del programa piloto.

Tabla 14. Consumo de energéticos, antes y después⁷⁹

Tipo de combustible	Antes	Después
Únicamente leña	93%	11%
Únicamente GLP	7%	25%
GLP y Leña	0%	64%

Fuente: Informe final Universidad de los Andes convenio no. 88 de 2005 Ecopetrol – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – Universidad de los Andes mayo 2006.

Lo anterior confirma que los hogares con la llegada de GLP no sustituyen por completo la leña, sino que migran hacia varias fuentes de energía a medida que el ingreso aumenta en lo que podría denominarse como un “portafolio” de energéticos o también conocido como “fuel stacking”.

Respecto al consumo de leña en los hogares, la información del Estudio es la siguiente:

Tabla 15. Consumo de Leña en los Hogares

Distribución consumo de Leña	Unidad
Entre hogares que sólo utilizan leña	9.81 Kg/día (294 Kg/mes)
Uso combinado leña-GLP	170.71 Kg/mes
Uso de leña y GLP ocasional	251,62 Kg
GLP y leña ocasional	41,26 Kg.

Fuente: Informe final Universidad de los Andes convenio no. 88 de 2005 Ecopetrol – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – Universidad de los Andes mayo 2006.

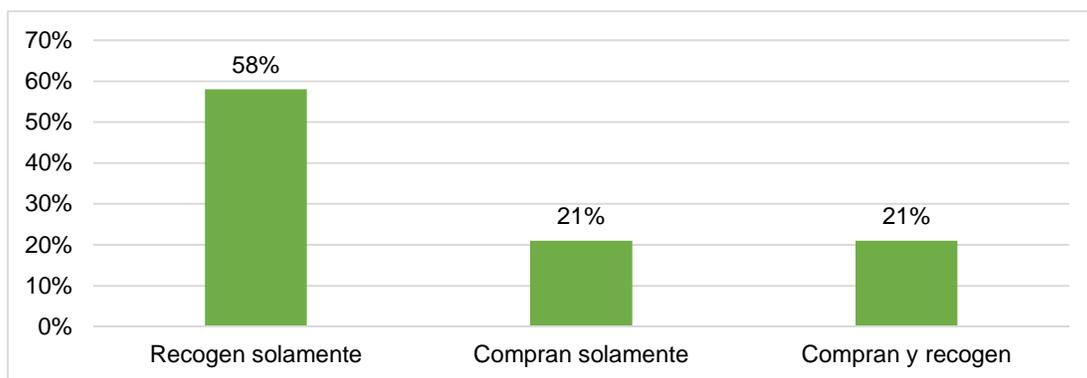
Deforestación

La deforestación se origina principalmente por la expansión de la frontera agrícola y el desarrollo comercial de la zona de bosques. Las familias no obtienen la leña directamente de los bosques naturales sino de otras fuentes como rastrojos y bosque secundario y éste fue el caso de las familias del Municipio de Totoró, Cauca, las cuales consumían 262 toneladas de leña antes de recibir las estufas.

De lo anterior se concluye que la relación entre consumo de leña y deforestación no es directa. La información sobre consumos de leña se encuentra en las siguientes gráficas:

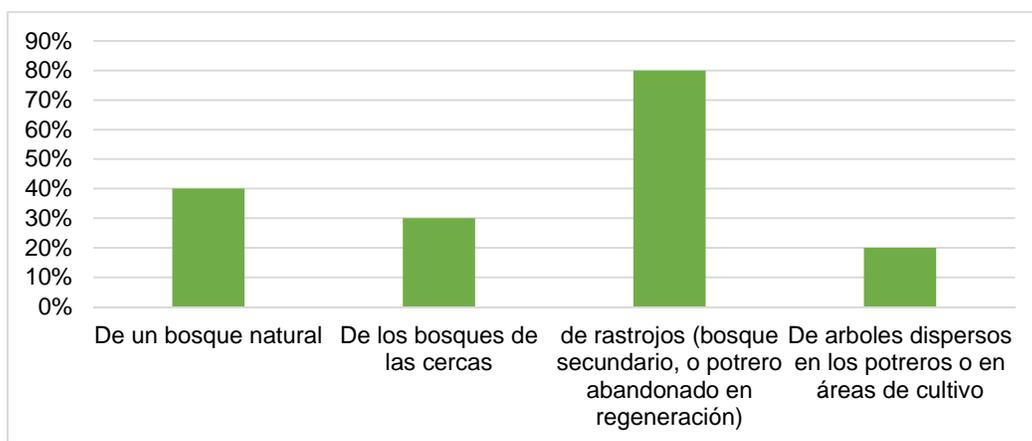
⁷⁹ INFORME FINAL UNIVERSIDAD DE LOS ANDES CONVENIO NO. 88 DE 2005 ECOPETROL – MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – UNIVERSIDAD DE LOS ANDES MAYO 2006

Gráfica 2. Para los hogares consumidores de leña: ¿la compran o la recogen?



Fuente: Informe final Universidad de los Andes convenio no. 88 de 2005 Ecopetrol – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – Universidad de los Andes mayo 2006.⁸⁰

Gráfica 3. Procedencia de la Leña



Fuente: Informe final Universidad de los Andes convenio no. 88 de 2005 Ecopetrol – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – Universidad de los Andes mayo 2006⁸¹

Se concluye que el 80% recoge leña de rastrojos y bosque secundario, y aunque el 40% de la leña recogida proviene de bosque natural, se encontró que esos mismos hogares extraen leña de otras fuentes.

En la salud

El mayor impacto derivado del uso de combustibles sólidos es la contaminación intramural de lo cual resultan afectados en particular las mujeres y los niños. En la

⁸⁰ INFORME FINAL UNIVERSIDAD DE LOS ANDES CONVENIO NO. 88 DE 2005 ECOPETROL – MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – UNIVERSIDAD DE LOS ANDES MAYO 2006.

⁸¹ INFORME FINAL UNIVERSIDAD DE LOS ANDES CONVENIO NO. 88 DE 2005 ECOPETROL – MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – UNIVERSIDAD DE LOS ANDES MAYO 2006

encuesta se revela que el 97% de las mujeres están encargadas de las labores de cocina mientras que el 3% de los hombres lo hace de manera ocasional.

El riesgo para la salud es mayor cuando las estufas no tienen chimeneas para la evacuación de los gases contaminantes. En la población objetivo de la encuesta, el 58% de las familias beneficiarias que en ese momento usaba leña, no contaba con sistemas de chimenea que permitiera la evacuación de los gases de combustión y el 53% contaba con algún sistema de ventilación en condiciones no aceptables.

En este sentido, es muy notable el hecho que en Totoró, Cauca, municipio principalmente rural donde la mayor parte de sus pobladores cocina con leña, antes de la implementación del programa piloto, las enfermedades respiratorias eran la mayor causa de morbilidad y correspondían al 20% de los casos de consulta médica.

Según los resultados del Estudio:

- *“las mujeres del Municipio de Totoró que cocinan con leña tienen 1.9 veces más riesgo de desarrollar cáncer pulmonar y 3.2 veces más riesgo de desarrollar enfermedades pulmonares crónicas obstructivas”.*⁸²
- Con un combustible como el GLP, las familias verán mejorada su situación de salud gracias a que la combustión es más limpia con respecto a la leña convencional.

Gasto en Combustibles de Cocción

De acuerdo con los resultados de la encuesta realizada, el costo monetario de consumir leña es menor que el de consumir gas, aún si la leña se compra.

En 2005, para las familias que únicamente consumen leña y la compran, el costo monetario mensual era de \$12.616 (3.3% del SMMLV) lo que se compara con el costo mensual para las familias que solo consumen GLP cuyo valor era de \$20.000 (5.2% del SMMLV).

Aquellas familias que recogen la leña (no la compran) y además adquieren el GLP es de \$15.000 (3.9% del SMMLV).

Costos de Oportunidad

En este punto se hace referencia a los costos ocultos o no monetarios en que se incurre para obtener la leña y consumirla.

Para ello se determinó que las familias: “gastan 14 horas mes para conseguir la leña mientras que las que combinan GLP y leña gastan 8.14 horas mes”.⁸³

Además de lo anterior, se deben incluir los tiempos de encendido del fogón de leña, que pueden llegar a media hora diaria. Según la encuesta, entre los hogares que

⁸² INFORME FINAL UNIVERSIDAD DE LOS ANDES CONVENIO NO. 88 DE 2005 ECOPETROL – MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – UNIVERSIDAD DE LOS ANDES MAYO 2006.

⁸³ INFORME FINAL UNIVERSIDAD DE LOS ANDES CONVENIO NO. 88 DE 2005 ECOPETROL – MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – UNIVERSIDAD DE LOS ANDES MAYO 2006.

combinan GLP y leña, en el 100% de los casos se emplea el GLP para el desayuno y bebida, lo que produce un ahorro de tiempo para dedicarlo a otras actividades.

Beneficios al adoptar el GLP

Por medio de la encuesta se percibe que las familias que utilizan GLP se demoran menos tiempo en cocinar, el energético es más rápido y más fácil de utilizar que la leña.

Esto ha permitido que las familias, en particular las madres, les dediquen más tiempo a otras actividades del hogar y aunque esa mayor disponibilidad de tiempo no se vea reflejada en términos monetarios - al menos no en el momento de la encuesta - es claro que los niveles de bienestar son mayores bajo la nueva situación.

Al final, el cambio de energéticos para las labores de cocción y calentamiento se traduce en un mayor bienestar para toda la familia en términos de mejor salud y más tiempo disponible para diferentes actividades. El precio por esos mayores niveles de bienestar es el diferencial que paga una familia al pasar de consumir leña a una combinación con GLP o solo GLP.

Las barreras del programa

Económicas

Los análisis realizados con la información de la Encuesta permiten concluir que el ingreso familiar es la variable que determina si las familias consumen o no GLP, es decir, si se constituye una demanda estable o si se abandona el programa.

En comunidades agrícolas, el nivel de ingreso es bajo, situación que se acentúa por la estacionalidad de las cosechas por lo cual la leña siempre será el recurso más económico y preferido por las comunidades más pobres.

Culturales

Se indica en la encuesta que: “muchas comunidades rurales tienen dietas que incluyen maíz, arroz, papa, lentejas o frijoles. Todos estos alimentos cuya cocción demandan grandes cantidades de energía importantes y preferiblemente se cuecen a fuego lento”.⁸⁴

En estas condiciones, la leña es el recurso energético preferido a lo que se une el concepto según el cual la comida queda mejor preparada con leña. Además, las familias que usan leña señalan que se facilita la cocción de alimentos en estufas grandes para atender las necesidades de las familias.

Sin embargo, también es de esperarse que a medida que las familias entiendan y valoren los beneficios del GLP, la leña comenzará a utilizarse de manera ocasional y en circunstancias especiales.

⁸⁴ INFORME FINAL UNIVERSIDAD DE LOS ANDES CONVENIO NO. 88 DE 2005 ECOPETROL – MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – UNIVERSIDAD DE LOS ANDES MAYO 2006.

El tema cultural debe tenerse en cuenta, especialmente en comunidades indígenas para lo cual hay que entender sus costumbres y la manera adecuada de hacer los cambios en el portafolio de energéticos.

Educativas

Conectado con lo anterior, entender las realidades educativas es un factor clave para impulsar la masificación del GLP.

Los hogares con niveles de educación más altos entienden y aceptan los procesos de cambio y valoran mejor los tiempos libres de los que se dispone al cambiar la leña por otros combustibles, como el GLP, en este caso.

Confianza

Todo cambio en las costumbres familiares, como es el cambio en los mecanismos de cocción de alimentos, genera inquietudes y desconfianza.

La labor educativa de los distribuidores es clave para facilitar el proceso de cambio.

Acceso

Facilitar con información adecuada el proceso de cambio es fundamental en aspectos tales como frecuencias de repartición y puntos de entrega.

Comentarios

Puede decirse que el Programa de GLP ha sido bien recibido por la población beneficiada. No ha sido el producto de una imposición y se reconocen sus ventajas y beneficios. Gracias al GLP, se ha mejorado los hábitos de cocina por la rapidez en la cocción de los alimentos y la percepción de sus usuarios sobre las mejoras en la calidad de vida. Al mismo tiempo, las familias optan por tener un portafolio energético diversificado, en el cual tiene cabida tanto el GLP como la propia leña. Es de esperarse que a medida que las familias le tomen confianza al nuevo producto, la utilización del GLP será mayor.

Aunque los temas de salud pueden requerir periodos de evaluación más largos, también es cierto que las familias pueden advertir signos de mejoría en el corto plazo. En los temas ambientales, como se indicó anteriormente, no se tendrán cambios significativos en materia de reducción de la deforestación por cuanto los bosques naturales no serían objeto de pérdida de biomasa por efectos del consumo de leña.

Hay cosas que mejorar, por ejemplo, mejor nivel de mercadeo para divulgar los beneficios ambientales en colegios y comunidades. Es conveniente pensar en cilindros de tamaño menor y precios más bajos para facilitar el proceso de adquisición por parte de las familias.

Igualmente es necesario tener en consideración las características de las comunidades a las que va dirigido el programa, a fin de asegurar su aceptabilidad, continuidad y permanencia a mediano y largo plazo.

Y, como lo reconocen los mismos distribuidores, hay que mejorar los sistemas de distribución para llevar el GLP a las comunidades.

Las recomendaciones podrían resumirse así:

- Mejor divulgación del programa a base de educación e información.
- Mayor participación de las comunidades en el diseño de los programas.
- Soluciones particulares que tengan en cuenta las diferencias entre las comunidades.
- Diversificar el tamaño de los cilindros para atender a las comunidades de menores ingresos.
- Afinar los criterios de selección de los beneficiarios para minimizar la posibilidad de incluir familias que no requieran del GLP o que no tengan la capacidad económica de continuar con el programa.
- Mejorar los procedimientos de selección de las distribuidoras, a fin de contar con agentes que se adapten al medio rural y disperso.

El Programa de GLP Rural: Evaluación

Introducción

En el mes de mayo de 2007, el Consorcio IG-Itansuca-Geoingeniería presentó la Evaluación del “Programa de GLP Rural” adelantado por ECOPETROL en los años 2005-2006. Este programa es el mismo para el cual se desarrolló el Proyecto Piloto en el Departamento del Cauca, el cual fue evaluado mediante el Convenio No. 88 Ecopetrol. - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-Universidad de los Andes, entregado en mayo de 2006.

En el documento del Consorcio antes señalado se lleva a cabo la evaluación integral del Programa, cuyos principales resultados se presentan a continuación.

Resultados

El alcance del programa es el siguiente:

- Comprende un total de 463 municipios y 204.678 hogares. Las áreas a cubrir son las siguientes:

Tabla 16. Alcance del programa GLP rural

Región	Municipios	Hogares
Andina	293	110.525
Caribe	84	79.992
Sur Occidental	86	15.161
Total	463	204.678

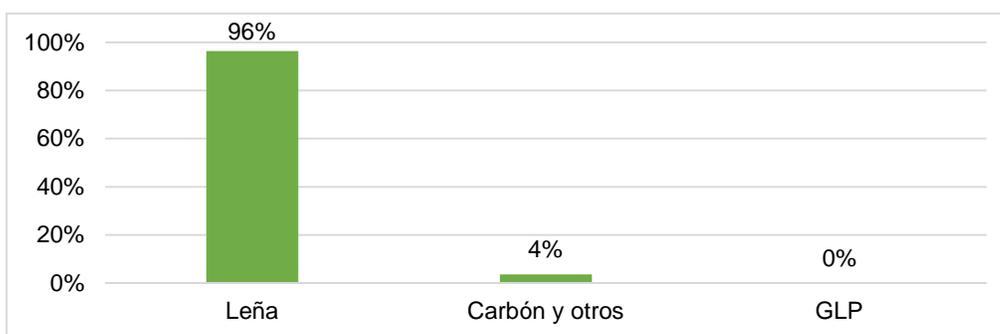
Fuente: Del “Programa de GLP Rural” adelantado por ECOPETROL 2005-2006

- El Programa planteado originalmente comprendía las mismas regiones y departamentos, con un alcance de 198.465 hogares. Cabe señalar que en este total está incluido el Programa Piloto por 3.465 equipos en el Departamento del Cauca.
- Se entrega un equipo de cocción de estufa, cilindro, regulador y tres cargas de GLP con un costo de \$185.000 (48% del SMMLV en 2005) por unidad.

- Los distribuidores minoristas asumieron la ejecución del programa.
- La población beneficiada comprende aproximadamente 1.052.000 habitantes y las inversiones totales llegaron a \$ 41.732 millones.
- Del total de 463 municipios y 204.678 hogares, para efectos de la evaluación se encuestó a 3.336 hogares en 134 municipios.

Antes de la ejecución del Programa de GLP Rural, la distribución del consumo de energía en la población encuestada era la siguiente:

Gráfica 4. Distribución de uso de energéticos antes del programa

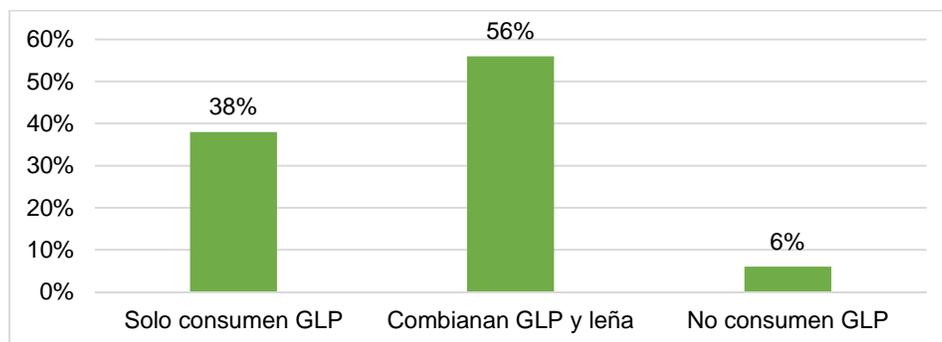


Fuente: Del "Programa de GLP Rural" adelantado por ECOPETROL 2005-2006⁸⁵

Del total de usuarios de leña, el 86% la recogía o la cortaba y el 10.4% la compraba. Los principales aspectos de la evaluación del programa se resumen a continuación.

1. La distribución porcentual de la energía para cocción es la siguiente:

Gráfica 5. Distribución de energéticos como resultado del Programa de GLP



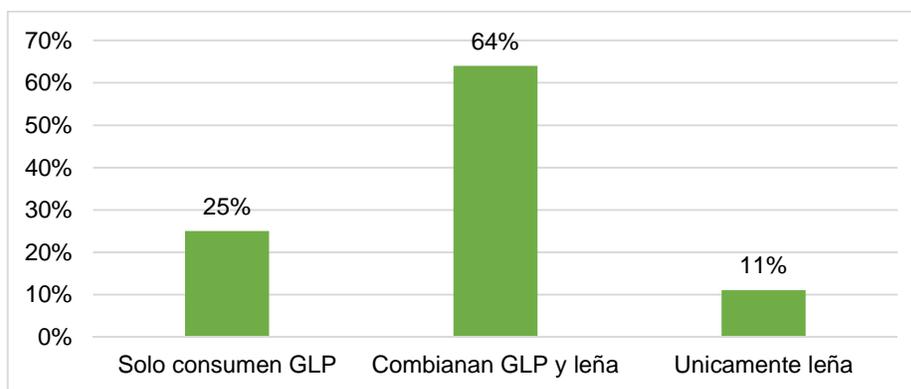
Fuente: Del "Programa de GLP Rural" adelantado por ECOPETROL 2005-2006⁸⁶

⁸⁵ Programa de GLP Rural-ECOPETROL". Consortio IG-Itansuca-Geoingeniería. Mayo de 2007

⁸⁶ Ídem Nota 65

En la Evaluación del Programa Piloto en Totoró, Cauca, estos porcentajes fueron los siguientes:

Gráfica 6. Distribución de energéticos como resultado del Programa Piloto de GLP

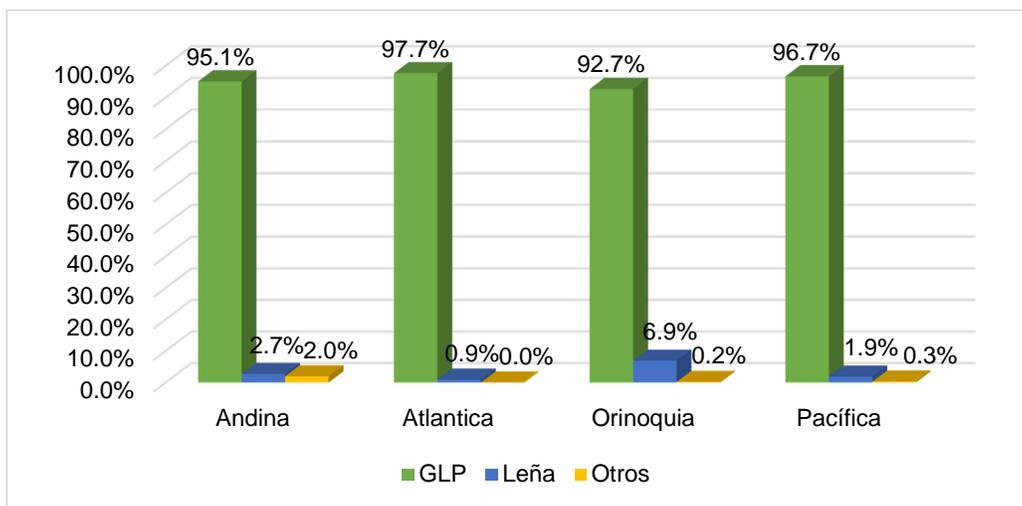


Fuente: Del "Programa de GLP Rural" adelantado por ECOPETROL 2005-2006

Se observa una diferencia importante entre la encuesta del Proyecto Piloto y la evaluación del Proyecto Final, con un porcentaje menor de usuarios consumiendo solo GLP y un porcentaje mayor consumiendo únicamente leña mientras que el porcentaje de hogares consumiendo ambos es más alto.

- En cuanto a preferencias del GLP para cocinar, el gráfico a continuación revela lo siguiente:

Gráfica 7. Energéticos preferidos según región

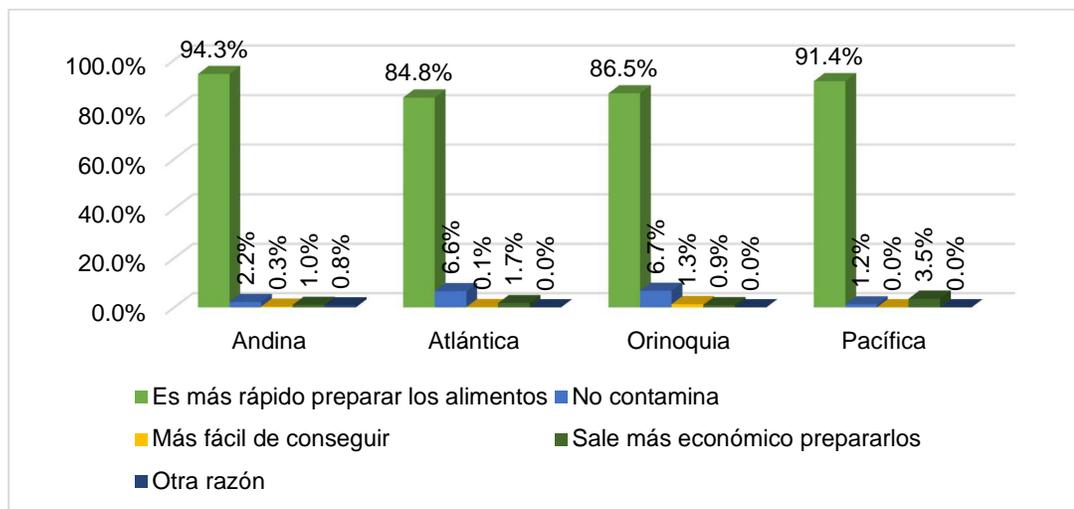


Fuente: Del "Programa de GLP Rural" adelantado por ECOPETROL 2005-2006⁸⁷

⁸⁷ Ídem Nota 65

- En promedio, el 95.6% de los beneficiarios prefiere preparar sus alimentos con GLP mientras que con leña solo el 3.1%

Gráfica 8. Preferencia de los beneficiarios



Fuente: Del "Programa de GLP Rural" adelantado por ECOPETROL 2005-2006 ⁸⁸

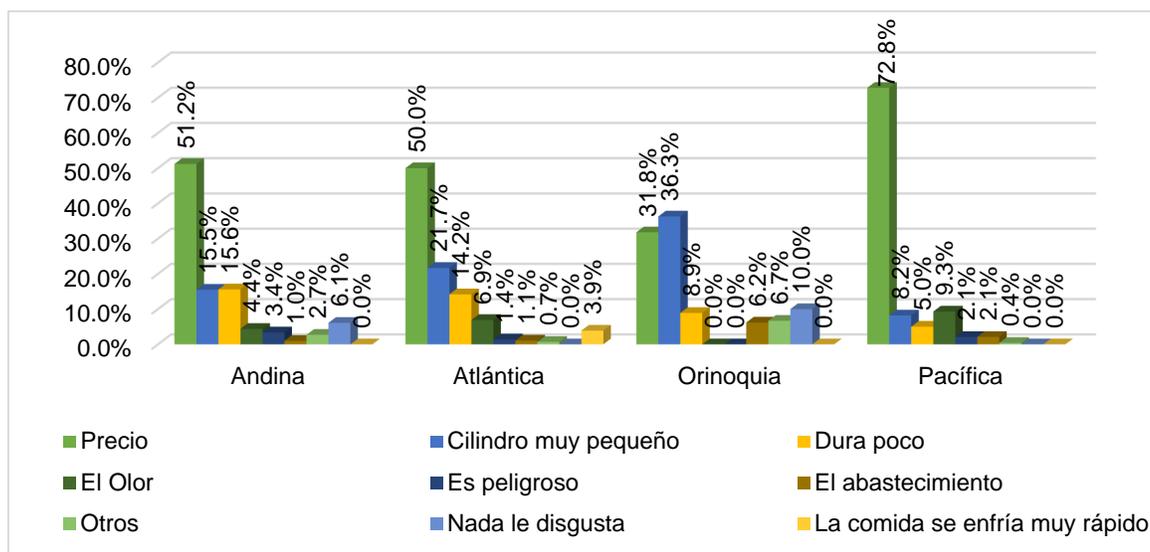
De otra parte, en la evaluación del Programa Final, el 90% aproximadamente considera que es más rápido cocinar con GLP, lo que está bastante cerca del resultado del Estudio Piloto, en el cual el 92% considera que es más fácil cocinar con GLP.

Interesante observar que, en la encuesta del Proyecto Final, la valoración del GLP como energético que no contamina está por debajo del 7% y en algunos casos como en la Zona Andina es del 2.2% y en la Pacífica del 1.2%. Es decir, las familias beneficiadas no perciben cambio en el tema de la contaminación, lo cual puede entenderse considerando que estos efectos se manifiestan más a largo plazo. Por otra parte, en cuanto a la pregunta de si es más fácil de conseguir el GLP, los porcentajes de respuesta resultan ser muy bajos entre 0% y 1.3%. Es decir, las familias no le asignan puntos a la distribución de GLP con respecto a la dificultad de conseguir leña para su consumo. Este resultado, que sorprende por sus bajos puntajes, puede ser el resultado de una labor poco efectiva de los distribuidores de GLP al no comunicar adecuadamente los horarios de repartición y los sitios de entrega del producto.

- A la pregunta "qué le disgusta del GLP", el gráfico siguiente muestra la evaluación realizada sobre el Proyecto:

⁸⁸ Ídem Nota 65

Gráfica 9. Valoración de aspectos negativos del GLP



Fuente: Del "Programa de GLP Rural" adelantado por ECOPETROL 2005-2006⁸⁹

Como era de esperarse, el precio es la variable que menos aprecian los nuevos usuarios en tres de las cuatro zonas de desarrollo del Proyecto. Sin embargo, en la Orinoquía, a las familias beneficiadas les preocupa más el tamaño del cilindro que el precio del GLP. Esto se puede explicar por temas de acceso a la región y de durabilidad del combustible. El otro factor que vale la pena destacar es la duración al señalar que el cilindro dura poco según los encuestados en porcentajes que están entre el 5% y el 14%.

- Según la encuesta, para el 91.2% de los encuestados los ingresos familiares son menores a 1 salario mínimo, el cual para el año 2007, fecha de la evaluación del Programa, era de \$443.700⁹⁰ mientras que para el 44.3% los ingresos familiares son inferiores a \$200.000 (45% del SMMLV). Para la Encuesta del Proyecto Piloto, el gasto mensual por hogar, que es una aproximación del nivel de ingreso, oscila entre \$100.000 y \$450.00 con un promedio de \$235.307 (53% del SMMLV). Estas cifras resultan importantes en la medida en que las familias de ingreso alto permanecen en el programa mientras las de menores ingresos no cuentan con los recursos para continuar en el mismo mediante la compra de los suministros de GLP.

Lo anterior también se comprueba en el cuadro siguiente, donde el ingreso se relaciona con el periodo de recarga. Es decir, a mayor ingreso, mayor consumo y menor periodo de recarga.

⁸⁹ Ídem Nota 65

⁹⁰ <http://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/salarios-t>

Tabla 17. Periodos de recarga según ingresos

Ingresos	Recarga GLP (días)
Menores de \$200.000	37
De \$200.000 a \$400.000	36
Mayores de 400.000	30

Fuente: Del “Programa de GLP Rural” adelantado por ECOPETROL 2005-2006⁹¹

Otros resultados como la reducción en el consumo de leña por hogar y el número de hectáreas equivalentes de deforestación se calculan a partir de los resultados del Programa Piloto realizado en el municipio de Totoró, Cauca. De igual manera, la reducción en mortalidad y morbilidad se realizó tomando los resultados de un Estudio del Banco Mundial en Guatemala en el año 2005. Se encontró que la sustitución de la leña por el GLP contribuye a la disminución de las tasas de morbilidad y mortalidad causadas por infecciones respiratorias agudas en los niños principalmente, enfermedades pulmonares crónicas y cáncer pulmonar, dado que se reduce significativamente la contaminación interna en los hogares.

Siendo la cocción de alimentos un aspecto cultural, otras entidades podrían complementar los esfuerzos de comercialización, brindando un acompañamiento a los usuarios en el proceso de adaptación al nuevo producto.

Subsidios a la Distribución de GLP en Redes y Cilindros

Introducción

En Colombia existe un esquema de subsidios para favorecer la prestación del servicio de gas por redes a los estratos más bajos como parte de una política general de subsidios de servicios públicos.

En este capítulo se hará un análisis de los subsidios al GLP, bien sea por redes o cilindros, establecidos en la regulación colombiana. Para este análisis se tomarán fuentes de referencia públicas y documentos de GASNOVA, el Gremio que agrupa a las empresas de distribución y comercialización de GLP con capital mayoritario de grupos de inversión chilenos.

En la parte final se presentan 1) los resultados de un informe de Auditoría al Programa de Subsidios a Usuarios de estratos 1 y 2 por el consumo de GLP en cilindros, contratada por el Ministerio de Minas y Energía. Aunque esta Auditoría se realizó hace ya tres años, y no hay procesos nuevos de auditaje, los resultados resultan ser interesantes en términos de satisfacción de las comunidades beneficiadas y marca la pauta para establecer mejoras en futuras etapas del Programa. Se destaca la recepción de las comunidades al GLP y la

⁹¹ Ídem Nota 65

percepción de mejora en las condiciones de salud y en la calidad de vida por la sustitución de leña, 2) Lo plasmado en el artículo 295 del Plan de Desarrollo 2018- 2020 en tema de subsidios al GLP.

Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos⁹²

El Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos de la Nación - Ministerio de Minas y Energía, fue establecido por la Ley de Servicios Públicos (142 de 1994) en el Artículo 89 y en el Artículo 4 de la Ley 632 de 2000. Este es un Fondo especial de manejo de recursos públicos sujeto a las normas jurídicas y procedimentales establecidas en el Estatuto Orgánico del Presupuesto.

Mediante estas normas se incorporan los subsidios para cada uno de los servicios públicos de energía eléctrica y gas combustible distribuidos por red física. A primer trimestre de 2019 la cobertura de gas natural en el país llegó a 9.419.079 usuarios mientras que en GLP por redes la cobertura es de 103.937 usuarios.

Subsidios al Consumo de GLP distribuido en Cilindros

El Decreto 2195 de 2013, estableció el otorgamiento de subsidios al consumo de GLP distribuido en cilindros. Las características principales del programa son las siguientes:

- Los departamentos que pueden acceder a este subsidio son: Caquetá, Cauca, Nariño, Putumayo y San Andrés, Providencia y Santa Catalina.
- La población beneficiada que clasifica para el subsidio se identifica mediante: "... el sistema de información de la Subdirección de Promoción Social y Calidad de Vida del Departamento Nacional de Planeación, denominado SISBEN, y cuando se trata de comunidades indígenas se utiliza el censo indígena que administra el Ministerio del Interior".⁹³
- "El monto máximo a subsidiar por usuario es un porcentaje del costo del consumo básico o de subsistencia definido por la UPME, estableció en 14,6 Kg equivalente a 32,18 libras y que no podrá superar el 50% para el estrato 1 y el 40% para el estrato 2".⁹⁴

El esquema de subsidios a los cilindros comenzó con la prueba piloto de GLP que aún continúa. El valor del subsidio para el año 2018 se definió en \$47.000.000.000, de acuerdo con el alcance presupuestado en los 5 departamentos del país que hacen parte de este programa.

⁹² BASES PARA EL PROYECTO: REEMPLAZAR EL CONSUMO DE LEÑA, CARBÓN Y RESIDUOS POR GLP". ASOCIACIÓN COLOMBIANA DEL GLP – GASNOVA. 2018

⁹³ Ídem Nota 65.

⁹⁴ Ídem Nota 65

Según cifras de GASNOVA a 2017, un total de 342.464 hogares han hecho uso del subsidio al consumo de GLP. Con este Plan Piloto, el 52% de las familias que usaban GLP pasó a ser el 84,58%, reduciendo el uso de leña del 25% al 1,14% y el carbón del 4% al 0,04%⁹⁵.

Subsidio al GLP por Redes

La Resolución 90032 de 2014 establece: "los requisitos de presentación de los proyectos dirigidos a la prestación del servicio público de gas combustible a través del desarrollo de infraestructura de gas licuado de petróleo –GLP por red de tubería a nivel nacional, se adopta el procedimiento aplicable a la evaluación de los mismos y se adopta la metodología para el cálculo del índice de priorización".

Algunos de los temas más relevantes de la norma citada son los siguientes:

- Los recursos se destinarán con prioridad a los municipios y en el sector rural que tenga el mayor índice de necesidades básicas insatisfechas y en áreas que no son influencia de gasoductos troncales. Con estos recursos además se podrá cofinanciar el cargo por conexión de los usuarios de menores ingresos.
- Se incluye dentro de las áreas elegibles al Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

La cobertura de GLP por redes viene ganando una dinámica interesante en los últimos años y aunque está lejos de lo que ha logrado el gas natural, en parte por la gran masa de usuarios conectados en las ciudades, su incremento en municipios rurales la convierte en una opción interesante para ampliar su cobertura. La tabla a continuación ilustra esta situación:

Tabla 18. GLP por Redes

COBERTURA NACIONAL DE GLP POR REDES				
AÑO	TRIMESTRE	CATASTRO POBLACIÓN	RESIDENCIALES ANILLADOS	RESIDENCIALES CONECTADOS
2015	1Q	205.422	65.530	46.538
2016	1Q	221.098	82.349	61.680
2016	4Q	289.119	92.059	67.443
2017	1Q	304.710	98.104	75.206
2017	4Q	350.366	113.511	85.895
2018	1Q	471.217	116.099	89.367
2018	4Q	449.080	124.668	97.471
2019	1Q	428.260	131.482	103.937

⁹⁵ BASES PARA EL PROYECTO: REEMPLAZAR EL CONSUMO DE LEÑA, CARBÓN Y RESIDUOS POR GLP". ASOCIACIÓN COLOMBIANA DEL GLP – GASNOVA. 2018

Fuente: Del "Programa de GLP Rural" adelantado por ECOPETROL 2005-2006⁹⁶

Resultados de la Auditoría al Programa De Subsidios a Usuarios de Estratos 1 Y 2 ⁹⁷

En el año 2016, el Ministerio de Minas y Energía contrató una auditoría integral con la firma Sistemas 2000 Consultores para la revisión y análisis de cuatro (4) componentes del programa de subsidios al consumo de gas licuado de GLP en cilindros para los estratos 1, 2 de la base de datos del SISBEN y los indígenas de los departamentos de Nariño, Putumayo, Caquetá y el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

La idea en general es entender cómo está operando el programa piloto de entregar subsidios al consumo de gas en cilindros por parte del Ministerio de Minas y Energía.

La auditoría contempló aspectos jurídico-regulatorios, tecnológicos, financieros y contables. El cuarto componente, social y operacional, el que más nos interesa para el Estudio de Sustitución de Leña de la UPME, se desarrolla a partir de un trabajo de campo con un muestreo definido y la aplicación de una encuesta, mediante la cual se llevaron a cabo análisis sobre el otorgamiento del subsidio y la medición de variables de tipo ambiental, la calidad de vida, cobertura del subsidio y otros temas. Todo lo anterior con el objetivo de conocer el nivel de satisfacción de la población beneficiada con el programa y también examinar si el proceso de asignación de los subsidios a los usuarios beneficiados se cumplió de manera correcta.

Como se indicó anteriormente, el monto máximo a subsidiar por usuario fue un porcentaje del costo del consumo básico o de subsistencia definido por la Unidad de Planeación Minero Energética, UPME, que no podrá superar el 50% para el estrato 1 y el 40% para el estrato 2.

El Ministerio de Minas y Energía mediante la Resolución 9 0855 de 2013 definió que el procedimiento a aplicar para asignar los subsidios del GLP por cilindros sería un Programa Piloto a los usuarios de estratos 1 y 2 de 15 municipios, ubicados en los departamentos de Caquetá, Nariño y Putumayo.

El propósito es entonces brindar a la población más pobre y vulnerable de esas zonas el acceso al servicio público domiciliario de gas combustible, facilitando el acceso al GLP. De esta manera se busca cumplir varios objetivos:

- Mejorar la salud de las comunidades beneficiadas al proveer un energético de combustión más limpia.
- Minimizar el uso de los energéticos que pueden comprometer la salud de las personas, en particular las mujeres y los niños.

⁹⁶ Fuente: Ministerio de Minas y Energía y cálculos del Consultor

⁹⁷ Ministerio de Minas y Energía, Auditoría Integral al Programa de Subsidios a Usuarios de Estratos 1 y 2 por el Consumo de Gas Licuado de Petróleo, GLP, distribuido mediante cilindros en los Departamentos de Caquetá, Nariño, Putumayo y Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina Contrato 245 DE 2016.

- El programa piloto se amplió a través de la Resolución 9 0580 de 2014 a todos los usuarios de los estratos 1 y 2 en los departamentos de Caquetá, Nariño, Putumayo y el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

El periodo durante el cual se llevó a cabo el programa piloto fue entre el 23 de diciembre de 2013 y el 28 de febrero de 2014.

Para el diseño del Programa se establecieron los siguientes requisitos:

- “Departamentos con un alto reporte de ventas de GLP a usuarios de estratos 1 y 2 (información consolidada con base en los reportes remitidos por los comercializadores de GLP, sin incluir los municipios que tuviesen servicio de gas combustible por red).
- Potenciales beneficiarios del subsidio de GLP; es decir, aquellos ciudadanos que al momento de la revisión de los municipios por parte del Ministerio de Minas y Energía no compraban GLP.
- Municipios que no contaran con el servicio público domiciliario de gas combustible por tuberías, excluyendo, por ejemplo, el municipio de Túquerres en el departamento de Nariño, *“porque en su cabecera urbana está próximo a entrar en funcionamiento el servicio público domiciliario de gas licuado del petróleo por red física”*.⁹⁸

En general, las comunidades han recibido favorablemente el Plan de Cilindros por las siguientes consideraciones:

- Con los subsidios al GLP, que se traduce en menores tarifas, se ha generado un impacto positivo entre los usuarios, quienes han podido acceder al energético con menores costos.
- La sustitución de otros energéticos por el cilindro de GLP ha traído como consecuencia la menor tala de árboles, con la disminución de la compra de madera, carbón y gasolina como combustibles de cocina.
- Los hogares perciben mejoría en la calidad de vida. Al disminuir el humo en la cocción de alimentos, se disminuyen las enfermedades respiratorias.
- El subsidio al consumo de GLP les permitió a muchos hogares tener acceso a este servicio y *“liberar recursos para otras actividades o la compra de diversos bienes”*, lo que se traduce en una mejor calidad de vida.
- “Con la expedición de la Resolución 4 0720 de 2016, el Ministerio de Minas y Energía amplió los beneficiarios del programa de subsidios a las comunidades indígenas y los usuarios de los estratos 1 y 2 de las zonas rurales de los municipios del departamento del Cauca, que hacen parte de las áreas protegidas del sistema de Parques Nacionales con jurisdicción en el Macizo Colombiano”.⁹⁹

⁹⁸ Ídem Nota 65

⁹⁹ Ídem Nota 65

Los principales resultados del estudio, tomados directamente del Informe de la Auditoría son los siguientes¹⁰⁰:

- De los 477.846 hogares potencialmente beneficiarios que pueden acceder al programa piloto, 342.464 hogares han hecho uso del beneficio del subsidio al consumo de gas en cilindro en estos departamentos.
- La estructura de consumo de energía en los hogares encuestados en los cuatro Departamentos antes de la implementación del programa era la siguiente: 1. Cilindro de gas, 52%. 2. Leña, 25%, 3. Electricidad, 16%. 4. Gasolina, 2%. 5. Gas natural, 1% y 6. Carbón, 4%. Una vez se implementó el programa de entrega de subsidios, el 84,58% de los hogares encuestados se pasó al GLP, sustituyendo combustibles como la gasolina y reduciendo la utilización de la leña a un 1.14% y el carbón a 0.04%.
- 19% de los hogares encuestados y con acceso al subsidio considera que las enfermedades respiratorias en los hogares se redujeron gracias al reemplazo de la leña, gasolina y carbón por GLP en cilindros.
- El 92.53% se siente entre satisfecho y muy satisfecho con el subsidio y tan sólo un 6.86% se siente poco y nada satisfecho.
- El 34% de los hogares encuestados que hacen uso del subsidio señaló que lo obtiene muy rápido, seguido de un 34%, que lo obtiene de forma rápida y medianamente rápido un 20%.
- De los beneficiarios con acceso al programa, algunos no lo toman efectivamente por una variedad de razones: son usuarios de gas natural o no hay cobertura de GLP en los lugares de residencia o no cuentan con los recursos suficientes para adquirirlo.
- En el caso de las comunidades indígenas de los 4 departamentos, se encontró que 7.7 familias indígenas de cada 10 utilizan como combustible para cocinar el gas en cilindro, 2.3 familias de cada 10 utilizan otro tipo de combustibles como: el gas natural, la leña.

En general, los resultados demuestran que los usuarios se sienten satisfechos por el subsidio al consumo de GLP implementado por el Ministerio de Minas y Energía, además de manifestar que es necesario para contribuir a mejorar la calidad de vida de los hogares que hacen uso de dicho subsidio.

Si bien los estudios de impacto en salud pública requieren de mayor evidencia de largo plazo respecto a los beneficios de la utilización del GLP, hay que señalar que la percepción de la población beneficiada es de bienestar y mejora en las condiciones de vida. En efecto, los encuestados señalan lo siguiente:

¹⁰⁰ "Auditoría Integral al Programa de Subsidios a Usuarios de Estratos 1 y 2 por el Consumo de Gas Licuado de Petróleo, GLP, distribuido mediante cilindros en los Departamentos de Caquetá, Nariño, Putumayo y Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina Contrato 245 DE 2016". Ministerio de Minas y Energía – Sistemas 2000 Consultores

- Se ha disminuido la compra de leña, carbón, gasolina y la tala de árboles por la utilización del GLP en la cocción de alimentos.
- Se considera que se han disminuido las enfermedades respiratorias en los hogares beneficiados con el subsidio.
- Se han mejorado las condiciones de vida de las familias.

Como conclusión, las familias están mejor con el subsidio al GLP, lo que les permitió lograr el cambio en las costumbres energéticas. La percepción es de mejora en las condiciones de salud y un mayor bienestar para las familias, lo que constituye el objetivo central de toda Política Pública. El asunto es lograr que estos cambios se vuelvan sostenibles y permanentes y ese será el reto de la Política energética en adelante.

Plan Nacional de Desarrollo 2018- 2022

Según el artículo 295 del Plan Nacional de Desarrollo 2018- 2022, “Los subsidios a nivel nacional para los combustibles líquidos, biocombustibles y Gas combustible, se revisarán con el fin de establecer una metodología eficiente que garantice un precio competitivo y la mejor señal de consumo para los usuarios, sostenibilidad fiscal y la pertinencia de su ajuste gradual, sin que exista concurrencia de subsidios entre estos. Así mismo, se hará una revisión al Fondo de Estabilización de Precios de los Combustibles (FEPC) a fin de establecer una metodología que posibilite una estructura con sostenibilidad fiscal a largo plazo. El Ministerio de Minas y Energía revisará los subsidios de transporte de combustibles líquidos, gas combustible y crudo, así como lo de transporte en zonas especiales y diésel marino”

Adicional a lo anterior, el Gobierno Nacional había establecido mediante el Decreto 2195 de 2013 y otra norma como la Resolución Minminas 9-0855 del mismo año, un programa de subsidios al GLP que cubre algunos municipios del Cauca, Nariño, Putumayo, Caquetá y San Andrés. Posteriormente se incluyeron Amazonas y Vaupés. Según información de GASNOVA, en el Presupuesto Nacional del año 2020 se han incluido partidas presupuestales para completar una cobertura de aproximadamente 342.000 familias a las cuales se les otorga un subsidio de \$16.000 al mes por cilindro de 33 libras lo que representa aproximadamente el 29% del precio al público”.

Consideraciones Ambientales y Salud Pública

Introducción

El consumo de leña en Colombia ha sido diagnosticado en varias oportunidades en los Planes Energéticos Nacionales y en documentos de Política Pública.

Es así como el documento CONPES número 2646,¹⁰¹ mediante el cual se dieron las directrices para el Plan de Masificación de Gas, señaló que el 62% del consumo de energía en el sector residencial se atendía con leña, advirtiendo que a raíz de su bajo rendimiento

¹⁰¹ Documento DNP UINF – DIREN – MINMINAS. Diciembre 18 de 1991.

como energético, era preciso disponer de 5 veces más energía que el requerido con gas, lo cual trae consecuencias ambientales negativas.

El documento CONPES antes señalado estableció que si bien durante los 20 años anteriores a la definición del Plan de Gas, la oferta de leña se había disminuido con el aumento de la oferta de electricidad, desde el punto de vista de costos de abastecimiento, esta situación era insostenible hacia futuro considerando que: “..... es necesario invertir \$7.4 de electricidad para lograr la ebullición de 1 litro de agua, mientras que solo costaría \$2.4 con propano o \$ 1.0 con gas natural” ¹⁰²

El objetivo del Plan de Gas a largo plazo planteado en el documento de la referencia es lograr una distribución del consumo final de energía a nivel país, que se reflejara en una matriz de energía más equilibrada. Para ello se plantearon 4 objetivos así:

- Masificar el consumo de gas propano en la mayor parte de las principales ciudades e introducir su uso en las zonas rurales para combatir la tala de árboles. Se propuso que una vez el gas natural iniciara su proceso de masificación, el GLP debía concentrarse en atender los consumos de la periferia de las ciudades y las zonas rurales.
- Incentivar la participación privada en la producción y comercialización de energía.
- Acercar los precios de los energéticos a los costos reales de producción y prestación de los servicios.
- Optimizar la utilización de las reservas de gas natural.

En el desarrollo del punto 1, se determinó que a fin de facilitar la importación de gas propano, se adecuaría la infraestructura portuaria y de almacenamiento en Cartagena. Igualmente, se aumentaría la producción interna de GLP con la entrada de la nueva unidad de craqueo catalítico en Barrancabermeja. De esa manera, con suficiente oferta, se esperaba lograr la normalización del mercado de GLP.

Esta relación de los hechos que condujeron a potenciar el GLP como parte del plan de gas, le dio a este energético el protagonismo necesario para participar en los programas de sustitución de leña.

El Consumo de leña, la Deforestación ¹⁰³ y el Impacto en Salud

El consumo de leña en Colombia plantea en principio dos grandes preocupaciones desde el punto de vista del diseño de la Política Pública: la deforestación y su impacto en la salud de los usuarios. Este análisis es fundamental para definir la orientación del Estudio en cuanto a las soluciones que se van a proponer

¹⁰² Ídem Nota 65

¹⁰³ El artículo se basa entre otras fuentes en: “Informe Final Universidad de los Andes” – ECOPETROL-MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL- UNIVERSIDAD DE LOS ANDES – mayo 2006. Bogotá

Comenzando por la deforestación, como se indicará en el presente informe, no es clara la relación de causalidad entre el consumo de leña y la deforestación. Esa incertidumbre se debe, entre otras razones, a que los patrones de consumo varían mucho entre regiones e individuos, lo que solo puede ser registrado mediante encuestas en las que se evalúe el comportamiento de los usuarios, en particular cuando se trata de las estructuras de consumo de leña y biomasa, bien sea porque la adquieren en el comercio informal o por consecución directa de los usuarios.¹⁰⁴

Mediante encuestas es posible identificar las fuentes de suministro de leña, las cuales pueden ser muy variadas: bosques, cercas vivas, campo, residuos de industrias donde se procesa madera, entre otras.

Las fuentes consultadas señalan que la causa más probable de la deforestación es la extensión de la frontera agrícola, junto con la tala de bosques producto a su vez de una explotación formal como el aserrío y la construcción de vías. Es decir, el concepto tradicional de que el uso de la leña en las viviendas es la causa de la deforestación asume que esta leña proviene de los boques naturales y las selvas, cuando lo que puede ocurrir es que las viviendas obtienen la leña de sus predios y de los caminos. Este punto es de gran significación por cuanto quiere decir que los costos de recolección de leña tienden a aumentar al ser necesario recorrer distancias más largas para obtener la leña, lo que implica mayores costos en términos de tiempos de desplazamiento o, eventualmente, la necesidad de adquirir la biomasa en el comercio informal.

Los hogares pobres que no puede conseguir la leña cerca de sus hogares o que no tienen los recursos para adquirirla tendrán que utilizar otro recurso como la biomasa animal o estiércol para poder cocinar.

Sin embargo, las cifras de los Balances Energéticos revelan la necesidad de encontrar explicaciones a los altos valores del consumo de leña en el sector residencial que se encuentran en el Balance Energético del 2017 de la UPME, el cual indica lo siguiente:¹⁰⁵

Tabla 19. Consumo en Terajulios por energético

Energético	Consumo
Consumo de leña	103.357 Terajulios
Consumo de gas natural	49.061 Terajulios
Consumo GLP	14.511 Terajulios

Fuente: Cifras BECO, Balance Energético UPME, 2017

De lo anterior se concluye que, a pesar de los esfuerzos para masificar el uso del gas natural y GLP, las cifras muestran una alta participación de la leña en el sector residencial, lo que se concluye de los siguientes ítems:

¹⁰⁴ ECP-MAVDT-2006

¹⁰⁵ <http://www1.upme.gov.co/InformacionCifras/Paginas/BECOCONSULTA.aspx>

- El consumo de energía de leña para el sector residencial es más del doble del consumo equivalente de energía de gas natural en el mismo sector a pesar de que la relación entre la población que consume gas natural y leña es de 6 a 1, según información del Ministerio de Minas y Energía para el primer trimestre de GI 2019 y de la Encuesta de Calidad de Vida del año 2018.
- El consumo de energía de leña para el sector residencial es superior en más de siete veces al consumo equivalente de energía en GLP, pese a que la relación de usuarios del GLP con respecto a los que consumen leña es del orden de 2 a 1.

En cuanto se refiere al impacto en salud pública ^{106 107 108}, la contaminación intramural derivada del uso de combustibles sólidos en Colombia tiene un impacto de grandes proporciones en la población más vulnerable y de menores ingresos. Algunas cifras son las siguientes:

- La contaminación del aire por uso de combustibles sólidos en Colombia causó 2,89 muertes por cada 100.000 habitantes en niños y niñas menores de 5 años de acuerdo a los datos reportados por el Estudio de Carga Global de la Enfermedad para 2013.
- Los costos por mortalidad prematura y atención de enfermedades superan los \$3 billones de pesos, equivalentes al 0,38% del PIB del 2015.
- El 42% de los casos de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) está relacionado con factores ambientales.
- La exposición promedio de las mujeres es 25 veces el nivel máximo recomendado por la OMS y 21 veces en el caso de los niños y niñas menores de 5 años.

La contaminación intramural está asociada a:

- Las infecciones respiratorias agudas en los niños, siendo la primera causa de muerte en los niños en países en vías de desarrollo.
- La enfermedad pulmonar crónica obstructiva, EPOC.
- El cáncer pulmonar.

Además de los impactos directos en salud señalados anteriormente, las referencias citadas en el documento hacen relación a otros riesgos derivados de los altos consumos de leña como las largas distancias que los usuarios pobres deben recorrer en procura del suministro de leña, así como las quemaduras e incendios y las horas que es necesario emplear en la recolección de este energético.

¹⁰⁶ "Papeles en Salud" – Edición No. 11 – abril 2017 Min Salud

¹⁰⁷ "Cooking for life – Elementos para la formulación de una Política de Uso de Energía para Cocción en las Áreas Rurales de Colombia". Luis Augusto Yepes G Congreso Internacional de GLP – GASNOVA agosto 2018.

¹⁰⁸ Ídem Nota 86

Otro documento elaborado por el Departamento Nacional de Planeación analiza el problema desde otra perspectiva, mediante la valoración económica de la degradación ambiental¹⁰⁹. En la fase de conclusiones del documento se lee lo siguiente:

“El valor económico de la degradación ambiental en 2015 estimado en este documento es de 16,6 billones de pesos, lo que equivale al 2,08 % del PIB. La baja calidad del aire urbano tiene la mayor contribución en este resultado (1,5 % del PIB), seguido por la contaminación del aire interior (0,38 % del PIB) y la deficiente cobertura de agua potable y saneamiento básico (0,15 % del PIB). En los dos primeros componentes, la mortalidad explica gran parte de su valor; mientras que en el tercero es la morbilidad. Los resultados descritos son consistentes con el nivel de ingreso de Colombia. Mientras que la contaminación del aire interior y la deficiencia de la cobertura de agua potable y saneamiento básico son un problema de gran magnitud para los países de ingresos bajos, la contaminación del aire urbano es una problemática relativamente común en países de renta media-alta, como Colombia”.

La conclusión es que hay una correlación entre consumo de leña y salud pública la cual además está cuantificada en el caso colombiano, según los documentos anteriores.

Los cuadros que se presentan a continuación muestran las emisiones de diferentes tipos de energéticos; se puede concluir que el GLP tiene impactos en salud muy bajos, relativos a otros recursos de energía, con excepción del biogás, aunque este último tiene un contenido de material particulado mayor. Las cifras son las siguientes: ^{110 111}

Tabla 20. Emisiones contaminantes relativas al GLP¹¹²

	Biogás	GLP	Kerosene	Leña	Raíces	Desechos de cosechas	Estiércol
CO	0,1	1	3	19	22	60	64
Hidrocarburos	0,3	1	4,2	18	18	32	115
PM	2,5	1	1,3	30	30	124	63

Fuente: (Smith, 2005) Contaminantes que afectan la salud por unidad de energía proporcionada. Los valores (en una escala log) expresan la cantidad en gramos del contaminante por un millón de Julios de energía proporcionados a un recipiente de cocción.

¹⁰⁹ Fuente; “Valoración Económica de la Degradación Ambiental - 2015”. Departamento Nacional de Planeación

¹¹⁰ Fuente: “Informe Final Universidad de los Andes” – ECOPETROL-MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL- UNI VERSIDAD DE LOS ANDES – mayo 2006. Bogotá

¹¹¹ Fuente: “The Mega Conversion Program from Kerosene to LPG in Indonesia: Lessons learned and recommendations for future clean cooking energy expansion”. K.Thoday, P. Benjamin, M.Gan, E. Puzzolo. Energy for Sustainable Development 46 (2018) 71–81

¹¹² Fuente: “Informe Final Universidad de los Andes” – ECOPETROL-MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL- UNIVERSIDAD DE LOS ANDES – mayo 2006. Bogotá

Tabla 21. Emisiones relativas de varios combustibles con respecto al GLP¹¹³

	Biogás	GLP	Kerosene	Madera	Residuos de cosecha (crop)
CO	0,1	1	3	19	60
Material particulado (PM)	2,5	1	1,3	26	124

Fuente: Relative health- damaging polluting emissions of various fuels relative to LPG. (Smith, 2005)

En la comparación anterior entre combustibles, faltaría el gas natural, cuyo nivel de emisiones es menor al del GLP por su estructura molecular al tener un solo carbono o C1 contrario al GLP que tiene C3 y C4. Sin embargo, desde los orígenes del Plan de Masificación de Gas es claro que este energético está llamado a prestar el servicio en las grandes concentraciones de población y no en zonas aisladas.

Finalmente, si bien se reconoce que existen otros riesgos asociados con el uso de GLP, tales como fugas y eventuales explosiones en virtud de su densidad, también es claro que este sector cada vez tiene mejores indicadores de desempeño, lo que reduce la posibilidad de accidentes.

Conclusiones

- Tradicionalmente se ha considerado que el menor consumo de leña tiende a reducir el impacto en la deforestación. Por lo observado hasta el momento, esa correlación entre consumo de leña y deforestación no es directa.
- Al contrario, la relación entre consumo de leña y salud pública sí es directa, tiene impacto en la calidad de vida de las personas y ha sido cuantificada en diversos estudios presentados en el Capítulo.
- Esto sugiere que las soluciones que se propongan para la sustitución de leña, que constituye el objetivo del Estudio, deberán enfocarse en aquellas tecnologías que reduzcan el impacto en salud de las familias que hoy en día no tienen acceso a recursos energéticos limpios y deben conformarse con lo que puedan obtener de la naturaleza.

¹¹³ Fuente: “The Mega Conversion Program from Kerosene to LPG in Indonesia: Lessons learned and recommendations for future clean cooking energy expansion”. K.Thoday, P. Benjamin, M.Gan, E. Puzzolo. Energy for Sustainable Development 46 (2018) 71–81

3.2.2. Experiencias Internacionales

India

Introducción

La India ha diseñado uno de los programas más exitosos de sustitución de leña por GLP el cual hoy en día es un caso de referencia en el mundo.

Este programa es una respuesta a la problemática de la contaminación intramural del aire en los hogares causada por cocinar con leña, carbón, estiércol y otros recursos de biomasa. Este es uno de los mayores riesgos para la salud ambiental en el mundo entero, y probablemente afecta a más personas en la actualidad que en cualquier otro momento de la historia de la humanidad. Precisamente India es uno de los países más afectados por este problema, lo cual ha requerido que las autoridades del país hayan diseñado una estrategia a gran escala para hacer frente a esta problemática.

El Plan de Sustitución de Leña por GLP ha contado con el liderazgo del Gobierno de la India y en particular del Primer Ministro Narendra Modi, quien sufrió de niño esta situación, y ha conducido al país por el camino de solucionar uno de los más graves problemas de salud de la población de ese país.

Este capítulo presenta información sobre la situación de la India y las circunstancias que motivaron la estructuración del Programa, sus características y resultados hasta la fecha. Igualmente, se dará una mirada al Programa Ujjwala 2.0 que contiene los pasos a seguir en la siguiente etapa del proceso.

La campaña “Cooking for life”

Esta iniciativa del Gobierno de la India se enmarca en la campaña denominada “cooking for life” auspiciada por la WLPGA (World LPG Association). Esta campaña tiene como objetivo para el 2030 facilitar la transición de 780 millones de personas que cocinan con combustibles tradicionales y sólidos (así como otros combustibles sucios y peligrosos para la salud) a una combustión más limpia como lo es la generada con GLP. De igual forma, busca la prevención de 900.000 muertes prematuras al año, principalmente mujeres y niños por la exposición a la contaminación del aire interior y ahorrar 2.65 millones de hectáreas de bosque, área equivalente al 51% de la deforestación neta global anual, por cada 268 millones de hogares convertidos al GLP.

Es una iniciativa de implementación a nivel mundial que busca demostrar los beneficios del GLP (en la salud, avance económico, empoderamiento y educación de las mujeres y el medio ambiente) a los formuladores de políticas y líderes de opinión; lograr que las compañías miembros de WLPGA, los gobiernos y las agencias de desarrollo nacionales sirvan como canales para informar a los consumidores acerca de los beneficios del GLP y, promover la expansión de la demanda y el uso de GLP en los mercados en desarrollo, trabajando de la mano con los gobiernos y las agencias de desarrollo.

Según WLPGA, India tiene una carga de enfermedad derivada de la contaminación intramural que asciende entre 900 mil y un millón de muertes prematuras al año de las cuales 100.000 de ellas son niños.

Es así como el gobierno indio decidió actuar con la implementación de programas para proporcionar subsidios para el acceso al GLP a quienes más los necesitan. A continuación, se explican los elementos más relevantes de la estrategia.

Elementos del Programa

Tres iniciativas nacionales importantes del gobierno de India (denominadas medidas de implementación conjunta de GLP, Catalyst for Social Change¹¹⁴) desde 2014 buscan que, a marzo del 2019, India cuente con acceso a GLP con una estrategia de rápido crecimiento para llegar a 50 millones de hogares de escasos recursos, es decir, aproximadamente a 300 millones de personas. Estas iniciativas son:

El PAHAL es un esquema de entrega de subsidios denominado transferencia directa de beneficios para el subsidio de GLP donde el consumidor recibe el subsidio en su cuenta bancaria para contribuir al pago del producto. Importante señalar que el usuario final paga el componente no subsidiado del precio mientras el Gobierno asume la parte restante.

Además de introducir la venta de GLP a un precio de mercado único, también elimina la existencia de un intermediario entre el gobierno y el consumidor, evitando así que parte del esfuerzo se quede en la mitad del camino. De esa manera, el usuario final sigue siendo el objetivo del proceso. Este esquema de financiamiento ha sido declarado “*la transferencia bancaria en efectivo más grande del mundo*” (PIB, 2018)¹¹⁵. “PAHAL, junto con otro esquema del gobierno, Jan Dhan Yojana, garantiza tanto la inclusión financiera de los hogares pobres como la transferencia de subsidios directamente a las cuentas bancarias de los hogares pobres” (Tripathi, 2019)¹¹⁶. Se concluye que una de las claves del éxito del Programa en la India ha sido el alto grado de “bancaización” lo que permite que el usuario vea depositado en su cuenta el subsidio del gobierno tan pronto se recibe el producto y se paga la parte no subsidiada del GLP.

De todas maneras, una de las limitaciones del Programa ocurre cuando la componente no subsidiada del precio del GLP es alta, dado que a los hogares pobres les resulta difícil pagar este valor, creando así la limitante de utilizar el producto.

De esta manera, si bien el gobierno garantiza la accesibilidad del GLP a los hogares pobres al proporcionarles conexiones gratuitas, el garantizar el uso constante del GLP por parte de

¹¹⁴ <https://www.wlpga.org/cfl-mediaram/the-story-of-the-national-lpg-program-of-india/>

¹¹⁵ PIB, 2018, “Cabinet approves enhancement of target under Pradhan Mantri Ujjwala Yojana”, Press Information Bureau, Government of India, Cabinet Committee on Economic Affairs (CCEA), <http://pib.nic.in/newsite/PrintRelease.aspx?relid=176351>, accessed on 24th June 2018.

¹¹⁶ Tripathi A, Sagar A, 2019, Ujjwala, V2.0: What should be done next?, Policy Brief, CCAPC/2019/02, Collaborative Clean Air Policy Centre, New Delhi

estos hogares depende del precio que pagan por el producto. Si aumenta el precio del GLP no subsidiado, la capacidad de pago de las familias disminuye por lo que les es más difícil hacer uso del energético en la preparación de sus alimentos.

Give it Up: Esta es una campaña lanzada en abril de 2015, que solicita a las personas acomodadas de India que renuncien voluntariamente a su subsidio de GLP y creen conciencia entre ellos sobre los beneficios para los hogares pobres de cambiar su energético a GLP. Este esquema ha sido muy exitoso y con una amplia publicidad en los medios de comunicación y a marzo de 2019, alrededor de 1,04 millones de hogares de clase media habían renunciado a su subsidio para proporcionar costos de conexión gratuitos a las familias pobres (MOPNG, 2019)¹¹⁷. Con este esquema se hace un llamado de conciencia colectiva para que aquellos que más tienen renuncien a un subsidio que no necesitan, en favor de los más pobres. Aunque ha sido una política exitosa, no es suficiente para ampliar la cobertura de GLP a la decena de millones de conexiones adicionales necesarias para los hogares pobres.

Estos elementos hacen parte del **Plan Pradhan Mantri Ujjwala Yojana**, lanzado por el Gobierno Central el 1 de mayo de 2016, considerado uno de los más completos en todo el mundo, a fin de proporcionar acceso a la energía limpia para cocción en familias de escasos recursos en la región hindú. “Esto equivale a duplicar repentinamente la tasa de crecimiento “natural” de GLP del 5-6%, que solo se mantenía al día con la población, a una tasa que puede llevar a India a cumplir la meta de la ONU de combustibles domésticos limpios para todos antes de 2030” (WLPGA, 2016)¹¹⁸.

Uno de los objetivos del plan es traer felicidad a los rostros de las mujeres pertenecientes a familias pobres de la India, con el propósito de crear empoderamiento en el tema y al mismo tiempo proteger su salud, reduciendo los graves riesgos que para ellas implica el cocinar en fogones abiertos, principalmente por la acumulación de partículas y humo en el ambiente. Se busca igualmente evitar que los niños pequeños sufran enfermedades respiratorias agudas causadas por la contaminación del aire intramural.

Bajo este esquema de acceso, el proyecto Ujjwala proporcionó una asistencia financiera de Rs.1600 (aproximadamente 22 USD) a cada hogar elegible bajo la lista del Censo Socioeconómico y de Castas (SECC) para suscribir una conexión de GLP con una de las Empresas de Comercialización de Petróleo. Inicialmente se hizo una provisión presupuestaria de Rs.8000, equivalente a 112 USD para cubrir 50 millones de hogares bajo el esquema. Una vez alcanzado este objetivo inicial, el gobierno elevó la meta a 80 millones de hogares para el 2020¹¹⁹.

Las mujeres indias pueden obtener conexiones gratuitas de GLP por medio de la BLP (tarjeta de identificación de los ciudadanos). El proceso para ser beneficiario consiste en llenar un formulario de solicitud del esquema con nombre, dirección, número de Aadhaar y número de cuenta Jan Dhan/Bank, y un formato de solicitud donde se deberá incluir si

¹¹⁷ MOPNG website, 2019, <http://petroleum.nic.in/>, accessed on 23rd March 2019.

¹¹⁸ WLPGA website, 2019, <https://www.wlpga.org/cfi-mediroom/the-story-of-the-national-lpg-program-of-india/>, accessed on 27rd August 2019.

¹¹⁹ Ídem Nota 95

desea obtener un cilindro de gas de 14.2kg o de 5kg. Una vez diligenciada la información, se debe remitir al centro de solicitud de la comercializadora más cercana y esperar a que sea aprobado el servicio.

Como se indicó anteriormente, hasta la fecha, el Gobierno nacional ha comprometido más de mil millones de dólares, además de los recursos de personal de sus ministerios. Por otro lado, los usuarios de GLP de clase media están donando alrededor de USD 250 millones anuales al esfuerzo al renunciar voluntariamente a su subsidio de GLP. La compañía india más grande (Indian Oil) y la quinta y sexta más grande (Bharat Petroleum y Hindustan Petroleum) están implementando el programa en el terreno a través de su red de 18.000 distribuidores. De igual forma, se están reclutando diez mil nuevos distribuidores para trabajar en áreas desatendidas, como las Sociedades Agrícolas Cooperativas y los grupos de autoayuda de mujeres. Además, las compañías petroleras están duplicando la red de gasoductos de GLP, creando al menos dos nuevas terminales de importación y varias grandes plantas nuevas de embotellado.

El programa se está implementando utilizando tecnología de TI moderna, lo que en India se llama JAM que se refiere a la combinación de cuentas bancarias electrónicas, tarjetas de identificación digital de Aadhaar y teléfonos móviles, junto con bases de datos nacionales integradas de todos los actores. Implementado por primera vez para el GLP, las implicaciones del uso ampliado de JAM son enormes en el país: el economista jefe del Primer Ministro declaró en la reunión que pensaba que mejoraría el crecimiento del PIB en un 0,5%.

Como resultados de la aplicación del Ujjwala se obtuvo que:

- A partir de 2018, 9 de cada 10 hogares indios tuvieron acceso a GLP para cocinar con un combustible limpio en comparación con aproximadamente 4 de cada 5 hogares en años anteriores. Estos resultados han tenido un profundo impacto sobre la salud de las personas, la calidad del aire y las emisiones en la región.
- La aplicación generalizada y sofisticada del marketing social se ha implementado con éxito, incluidos los medios digitales (Twitter, SMS, sitios web interactivos, etc.) y cientos de ferias educativas para promover la comprensión de los beneficios para la salud del GLP.
- De acuerdo con los hallazgos en la cumbre Asia GLP¹²⁰ realizada a comienzos de 2019, se concluyó que el gobierno de la India ha sido pionero en aumentar la penetración de GLP en el país a través de intervenciones políticas, con el objetivo de proporcionar conexiones de GLP a 80 millones de hogares para 2020, y esto le da una esperanza al mercado de GLP en el país. Por otro lado, el consumo de GLP en India ha aumentado considerablemente a 23 millones de toneladas anuales, lo

¹²⁰ Tomado de la página web:

<https://currenthunt.com/2019/02/%E0%A4%8F%E0%A4%B6%E0%A4%BF%E0%A4%AF%E0%A4%BE-%E0%A4%8F%E0%A4%B2%E0%A4%AA%E0%A5%80%E0%A4%9C%E0%A5%80-%E0%A4%B6%E0%A4%BF%E0%A4%96%E0%A4%B0-%E0%A4%B8%E0%A4%AE%E0%A5%8D%E0%A4%AE%E0%A5%87%E0%A4%B2/>

que convierte a India en el segundo mayor consumidor de GLP en el sector doméstico.

- El caso indio representa un desafío para otros países en cuanto a lo que pueden llegar a hacer para igualar su alcance.

El primer paso para mejorar las condiciones de vida de las personas es generar conciencia y analizar el efecto que tiene sobre la salud y el medio ambiente el no implementar medidas que permitan disminuir los riesgos de la contaminación intramural del aire.

Para el caso de la India, la acogida fue significativa dado el enfoque de empoderamiento que se le dio a la mujer, siendo ésta quien cumple con las labores del hogar y quien se expone de manera directa a la contaminación producida por la cocción de alimentos en estufas abiertas o de fogón. Es así como la salud es el motor de la iniciativa Ujjwala y la situación de las mujeres es un factor importante agregado en el enfoque del nuevo esquema, ya que ahora todas las conexiones y subsidios nuevos solo van a las mujeres, con el objetivo de que efectivamente se alcance una mayor acogida.

El Proyecto Ujjwala 2.0¹²¹

El proyecto identificó tres barreras principales para el acceso al GLP por parte de los hogares de bajos recursos: la accesibilidad facilitada por las redes de distribución de GLP, la asequibilidad en términos de alto costo inicial y alto costo de recarga, y la conciencia sobre el impacto del uso del GLP.

Ujjwala se enfoca en dar solución principalmente a proveer y brindar acceso al energético y en asumir los gastos iniciales y de instalación. Aunque es un gran paso de implementación de política, se debe garantizar el uso sostenido del GLP en los hogares. Bajo esta necesidad surge el **programa “Ujjwala 2.0”**

Una de las problemáticas que se presenta respecto a la sostenibilidad del GLP en los hogares es la limitación del gobierno en brindar subsidios a la población pobre que garantice el uso del nuevo energético, por lo que aumentar la cobertura implicaría disminuir el porcentaje subsidiado al total de beneficiarios del proyecto. En efecto, con el programa de la manera como está diseñado, el Gobierno de la India se está moviendo en el borde entre proveer el GLP al costo que las familias pobres puedan pagar y las restricciones presupuestales normales que los Gobiernos deben asumir.

Para mantener y crecer la dinámica del Programa se proponen las siguientes acciones en el Ujjwala 2.0:

- Que los subsidios tengan una tasa diferencial para dos niveles de hogares: GLP a precios subsidiados para los hogares más pobres y disminución del precio subsidiado para consumidores con capacidad de pago.

¹²¹ Ídem Nota 95

- Que el precio subsidiado a las familias más pobres se base en su disposición y capacidad de pago. En mención, Tripathi y Sagar se refieren a la problemática afirmando que: “Nuestro análisis de los datos de la Encuesta Nacional de Muestra sugiere que los hogares deberían estar dispuestos a usar GLP como combustible primario para cocinar, si los costos del combustible están dentro del 4% de su gasto mensual total” (Tripathi, 2019)¹²² ; de esta manera, “la cantidad de GLP subsidiado podría restringirse a 126 kg, o 9 cilindros por año. La entrega del subsidio continuaría siendo a través de transferencias monetarias condicionadas (conocido como esquema PAHAL), minimizando los riesgos de desvío de subsidios a beneficiarios no previstos” (Tripathi, 2019)¹²³.

Tal enfoque para Ujjwala 2.0 tiene el potencial de llevar el programa Ujjwala al siguiente nivel y ayudar a los pobres a obtener los beneficios de la transición de energía de cocción limpia. De esta manera, aunque está en discusión la manera como se debe abordar la implementación del Ujjwala 2.0, los lineamientos propuestos por estos dos autores dan bases para estudios de sustitución del GLP en otros países del mundo, en los cuales se incluyan conceptos como la valoración de los costos de la morbilidad, la valoración estadística de las pérdidas de vidas humanas y la mejora de la productividad económica debido al tiempo ahorrado en recolección de leña.

Consideraciones Finales

- Es de gran importancia resaltar que el subsidio al GLP no debe verse como una carga financiera, ya que la provisión de GLP produce mejores resultados de salud para los hogares pobres, especialmente las mujeres y los niños. El GLP también mejora la productividad económica del hogar, debido a la reducción del tiempo dedicado a la cocina. El gasto gubernamental en el sistema de salud también se reduce con la disminución de enfermedades atribuidas a la contaminación del aire en los hogares. Así, la provisión de subsidios para los pobres y asegurar el uso regular de GLP para cocinar debe ser visto como una inversión social por parte del gobierno.
- Para aumentar la concientización de ricos y pobres sobre los impactos en la salud, bajo Ujjwala 2.0, el Gobierno debe incluir campañas de educación intensiva que sensibilicen al público en general sobre la necesidad de dirigir el subsidio solo a los pobres y desvirtuar los mitos sobre el sabor de los alimentos cocinados con GLP en comparación con la leña.
- Para finalizar, cabe resaltar que existe un apoyo total de todas las principales agencias involucradas, incluida la mención frecuente en los discursos del Primer Ministro Modi y el firme compromiso y, hasta la fecha, un espíritu de fuerte colaboración entre los jefes de las compañías petroleras y una directiva

¹²² Ídem Nota 95

¹²³ Ídem Nota 95

manifestando que este es un programa de desarrollo social, no uno centrado en las ganancias.

- Aunque el Gobierno de la India ha tenido éxito con su ambicioso esfuerzo para proporcionar conexiones de GLP a los pobres, la incapacidad de los beneficiarios para permitirse el uso sostenido de los cilindros de GLP sigue siendo motivo de preocupación. Por lo tanto, idealmente se debería tener un mecanismo de precios diferenciales basado en los ingresos de los hogares y de esta manera beneficiar a la población más vulnerable. Así se suplirían las limitaciones de PAHAL y Give it Up progresivamente.

México

En la actualidad, se plantea la propuesta público-privada para ampliar el acceso al GLP en personas que tienen estufas tradicionales de leña. El programa se encuentra en pruebas piloto y espera beneficiar a aproximadamente 13.400 hogares. Para ejecutar esta estrategia, SEDESOL se ha puesto en contacto con empresas de la industria del gas y con Distribuidora e Impulsadora Comercial Conasupo (DICONSA), que opera el Programa de Abasto Rural mediante tiendas afiliadas a este programa¹²⁴. De esta manera, DICONSA expende GLP a las familias beneficiarias del programa cuyo requisito de acceso es vivir a una distancia no mayor de 2.5 km de una sucursal de DICOSA y, percibir transferencias monetarias de \$1.000 a \$3.000 MXN para garantizar la compra del cilindro (de 10 Kg).

Perú

Como iniciativa del gobierno peruano de brindar un mejoramiento en la matriz productiva nivel nacional, se creó el Fondo de Inclusión Social Energético (FISE)¹²⁵, entidad encargada de la promoción del uso de GLP en los sectores urbanos y rurales del país por medio de un subsidio de compra de la pipeta de gas, donde si la familia no cuenta con una cocina a gas, el Estado se encarga de donarle una. Sin embargo, se han presentado dificultades en mantener el subsidio, dado que el costo del combustible se encuentra ligado al precio internacional y al costo por importación del mismo. Por otro lado, las familias que usan la leña como energético para la cocción de sus alimentos obtienen la biomasa de manera gratuita, lo que hace que no tengan motivaciones de acceder a otra fuente de energía para cocinar.

¹²⁴ Microsol. 2018. Informe sobre la relación entre contaminantes climáticos de corta vida y cocción rural en el sector residencial. Estudio prospectivo aplicado a Colombia, México y Perú

¹²⁵ El FISE fue creado mediante la Ley 28853, que crea el Sistema de Seguridad Energética en Hidrocarburos, y el Fondo de Inclusión Social Energético

3.3. Biogás

3.3.1. Biogás En Colombia

*Un caso específico*¹²⁶

En Colombia los principales sectores que han implementado procesos de digestión anaerobia son el porcícola, avícola, lechero, la industria de palma y algunos pequeños agricultores. Estos utilizan parte del biogás para la generación de energía térmica, teniendo que quemar el restante en muchos casos debido a la falta de sistemas de refinación¹²⁷

El biogás en Colombia no es un tema nuevo, las primeras plantas se construyeron como parte de las plantas de tratamiento de aguas en Cali, Medellín y Bogotá. En las dos primeras ciudades, el biogás se utiliza en la generación de energía, mientras que en Bogotá se quema en una chimenea. También en algunos rellenos sanitarios de sólidos urbanos han hecho estudios de recuperación y aprovechamiento, como en el de Doña Juana en Bogotá¹²⁸ y el de Curva de Rodas en Medellín. En el sector agropecuario el tema del biogás se ha visto más desde el punto de vista ambiental y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) tiene alguna reglamentación en este sentido, en especial para las granjas porcícolas.

Colombia ha adquirido compromisos nacionales e internacionales como el de la COP 21, donde se comprometió a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20%, con relación a las emisiones proyectadas para el año 2030. Con el grupo de países de la OCDE se destacan aspectos como la política nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, que corresponde al CONPES 3874 de 2016. Así mismo, se han generado estrategias como Negocios Verdes, el impuesto al carbono y una iniciativa que está tomando fuerza, la promoción de proyectos de energía renovables no convencionales como la energía eólica y la solar, de las cuales el Biogás es el complemento ideal ya que es una fuente de energía renovable que complementa como energía firme las anteriormente mencionadas.

Por otro lado, Colombia se ha unido a diferentes estrategias mundiales relacionadas con el fortalecimiento del medio ambiente, como “Tropical Forest Alliance 2020 (TFA)”, una alianza público-privada que tiene como fin hacer frente a la deforestación, contribuyendo a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, mejorar la calidad de vida, y conservar la biodiversidad, entre otros factores.

¹²⁶ Este apartado fue elaborado por el consultor José María Rincón Martínez en colaboración con Diana Marcela Durán Hernández, los hallazgos y aportes contenidos son de su autoría y están en estudio para ser publicados.

¹²⁷ Mario Enrique Velásquez Lozano *et al.*, “ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL DE CONVERSIÓN A BIOGÁS DE LA BIOMASA EN COLOMBIA Y SU APROVECHAMIENTO INFORME FINAL EQUIPO INTERDISCIPLINARIO CONFORMADO POR LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN COLCIENCIAS,” Bogotá, 2017.

¹²⁸ C. Serrano Camacho, “Alternativas de Utilización de Biogás en Rellenos Sanitarios en Colombia,” *Rds.Org.Co*, p. 93, 2006.

En los compromisos internos, el país, ha establecido en su Plan Nacional Desarrollo (PND), dos líneas de trabajo importantes como son la adaptación a los impactos de cambio climático y mitigación de gases de efecto invernadero, que se logran a través de 3 objetivos fundamentales: Objetivo 1 “Avanzar hacia un crecimiento sostenible y bajo en carbono”, Objetivo 2 “Proteger y asegurar el uso sostenible del capital natural y mejorar la calidad y la gobernanza ambiental” y Objetivo 3 “lograr un crecimiento resiliente y reducir la vulnerabilidad frente a los riesgos de desastres y al cambio climático”, (Departamento Nacional de Planeación, 2014). El biogás constituye una alternativa ideal que ayuda al cumplimiento de estos objetivos.

A comienzos de 2019 Colombia inauguró una planta de regasificación en la ciudad de Cartagena, la primera planta de importación de gas natural licuado que se encuentra ubicada en la sociedad portuaria de El Cayao.

Al convertirse Colombia en importador de Gas Natural, los planes de cumplimiento de los compromisos adquiridos, mencionados anteriormente, pueden fallar; por tanto se deben hacer ajustes como el cambio de los combustibles fósiles (carbón, petróleo y Gas Natural) por el Biogás o Biometano, clasificados como combustibles renovables y más eficientes en términos de ahorro de CO₂ al ambiente¹²⁹

Colombia es un país histórico en el desarrollo y difusión de biodigestores entre los pequeños y medianos productores agropecuarios. En 1986 se publicó el primer manual de instalación de biodigestores plásticos a partir de pequeñas experiencias previas en Etiopia y Australia por parte del doctor Thomas Preston¹³⁰.

Este manual inició la difusión de esta tecnología apropiada por todo el continente. El Centro para la Investigación CIPAV en los 90 impulsó la democratización de los biodigestores tubulares plásticos, pero a principios del nuevo milenio fue la Fundación para la producción Agropecuaria Tropical sostenible (Fundación UTA) la que tomó la iniciativa en la implementación, capacitación de instaladores y desarrolló investigaciones sobre los biodigestores tubulares plásticos.

Olade comenta que esta fundación convocó en 2012 el encuentro entre actores para la formación de la Red Colombiana de energía de la Biomasa de Colombia (REDBIOCOL), conformada hoy por 55 organizaciones de diferentes tipos, ONGs, organizaciones de base, universidades, movimientos sociales, asociaciones de campesinos e indígenas, colectivos urbanos.

La ventaja del biodigestor tubular de plástico es su bajo coste y la fácil capacitación de técnicos locales que puedan instalarlos. Es por esto que esta tecnología se difundió con tanta rapidez por todo el país (y Latinoamérica). Es de destacar la experiencia de ASPROINCA que cuenta con más de 300 sistemas instalados en un proceso propio y original, por el que sus asociados pueden acceder a biodigestores tubulares de plástico y al financiamiento necesario mediante un fondo rotatorio y disponen de instaladores propios.

¹²⁹ Oxford, “Biogas Contribution decarbonising gas markets,” no. June 2017, 2017.

¹³⁰ OLADE, “Tecnologías Disponibles Para Implementar Programas Rurales De Biogas En America Latina,” no. 11

Otro ejemplo es EL COMUN, asociación de organizaciones campesinas y populares de Colombia, quienes en los últimos dos años han formado promotores a través de escuelas campesinas, difundiendo la tecnología y logrando apoyo del ministerio de agricultura y organizaciones internacionales para la instalación de más de 100 biodigestores en el departamento de Santander¹³¹

Colombia muestra un proceso propio, desde abajo, gestionado por los propios actores locales, coordinados a través de una red de intercambio de experiencias y apoyo mutuo. En la REDBIOCOL los biodigestores son una herramienta más para fortalecer la soberanía de los pequeños y medianos productores, considerando además otros aspectos como la economía social y solidaria o la formación de nuevas redes de jóvenes. Al ser muy diversas las instituciones que participan en la REDBIOCOL, también se dispone de un abanico de tipos de biodigestores, basados principalmente en biodigestores tubulares de plástico y de geo membrana. Sin existir políticas nacionales concretas para el desarrollo de un sector sostenible, ni normativa medioambiental exigente a los pequeños y medianos productores, ni grandes presupuestos de la cooperación internacional, Colombia ha logrado conectar y consolidar un sector de biodigestores.

El desarrollo del biogás como una de las estrategias de desarrollo sostenible del país, crea demanda de personal calificado en el diseño y cálculo de los biodigestores, en la construcción de los equipos y en el manejo de las plantas. También genera trabajo en el campo como en la recolección y transporte de desechos agropecuarios, el mantenimiento de las plantas, redes de distribución y en la producción de cultivos energéticos utilizados en el campo para apoyar la estacionalidad de los residuos agrícolas, de tal suerte que se tiene biogás permanentemente durante todo el año. En consecuencia, se crea una demanda de personal en el campo que evita la migración a la ciudad y la necesidad de formación de mano obra permanente. Es importante aclarar que el desarrollo tecnológico con este modelo es de fácil aprendizaje y que es una tecnología de fácil adaptación en el medio agrícola colombiano.

Lecciones Aprendidas

Se estima que 125 millones de personas en todo el mundo usaron biogás para cocinar en 2017, principalmente en China (111 millones) e India (9 millones). Ese año se produjeron alrededor de 15,5 mil millones de metros cúbicos de biogás para cocinar, con alrededor de 13,1 mil millones de metros cúbicos producidos en China y 1.700 millones de metros cúbicos en India.

Teniendo en cuenta las experiencias en la instalación de biodigestores, principalmente de Georgia¹³², se presentan las siguientes lecciones aprendidas.

- El uso de biodigestores mejora las condiciones de vida de los hogares. Las personas en las zonas rurales, particularmente las mujeres, dedican una gran cantidad de

¹³¹ Idem Nota 109

¹³² G. M. Karanja and E. M. Kiruiro, "Biogas production 107," *Statistics (Ber)*., pp. 107–208, 2003.

- tiempo a la recolección y el almacenamiento de leña. El uso de biogás libera mucho tiempo y reduce la necesidad de trabajo físico duro (tala y almacenamiento de leña).
- Los biodigestores proporcionan la producción de biogás esperada en condiciones reales.
 - Los costos de los biorreactores de todo tipo, especialmente de los termofílicos, siguen siendo altos.
 - La cantidad de biogás gastada para mantener la temperatura del sustrato dentro de los límites de 50-55 °C (biorreactores termofílicos), en la mayoría de los casos no supera el 25% del biogás producido; Georgia es un claro ejemplo.
 - Las ayudas visuales (folletos, transmisiones de televisión) juegan un papel importante en la promoción de las tecnologías de biogás.
 - El interés en las tecnologías de biogás desarrolladas y adaptadas se está extendiendo.
 - El conocimiento sobre biogás y el acceso a esta información por parte de los agricultores es muy limitado. Por lo general, muestran poco interés en las etapas iniciales del desarrollo del biogás.
 - Mientras más agricultores participen en el proyecto, más tiempo mantendrán los biodigestores en condiciones de trabajo.
 - El interés de los agricultores en el biogás está creciendo, como resultado de la implementación piloto y las campañas de información.
 - A pesar de un mayor interés, la mayoría de los agricultores no tiene la capacidad financiera para instalar plantas de producción de biogás. Los subsidios son fundamentales.
 - La falta de una estrategia para financiar proyectos de biogás y la ausencia de líneas de crédito para los agricultores impiden el despegue de la producción de biogás.
 - Las tecnologías del biodigestor deben ajustarse a las condiciones climáticas locales; en todo caso es posible implementar plantas de producción de biogás en climas calientes y fríos.
 - Es importante contar con una cantidad mínima de estiércol de al menos de 20-30 kg/día, equivale aproximadamente a 3 bovinos.
 - Es importante contar con un establo que asegure la recolección de estiércol.
 - Se necesita asegurar que exista materiales de construcción local para la instalación de biodigestores.
 - Bajos ingresos de los agricultores dificultan la auto construcción de biodigestores.
 - Altos costos de construcción exigen el apoyo con subsidios, sobre todo en las primeras fases de un programa nacional de biodigestores para la sustitución de leña a nivel rural.
 - Un factor que facilita la instalación de biodigestores es una temperatura media anual por encima de 20° C.
 - La necesidad de fertilizantes libres de químicos promueve el uso del subproducto del proceso de digestión anaerobia, el cual puede usarse como biofertilizante.
 - Dentro del interés de los agricultores por la eficiencia energética y la protección del medio ambiente, la digestión anaerobia es un proceso que contribuye a los dos sectores, energético y ambiental.

El biogás es considerado una fuente totalmente renovable; la producción de biogás a partir de los residuos de biomasa evita las emisiones de metano al ambiente debido al procesos naturales de descomposición de la materia orgánica; también evita la formación de óxidos de nitrógeno.

La puesta en práctica de procesos que combinen adaptación y mitigación de gases de efecto invernadero, como la digestión anaerobia, puede crear unas transiciones rápidas y sistemáticas en zonas rurales y urbanas, sabiendo que son más los beneficios que los inconvenientes de alcanzar un desarrollo sostenible (particularmente para los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) números 3, salud y 7, energía asequible y no contaminante.

Ventajas y Desventajas del uso de Biogás

Ventajas

- Es un proceso ambientalmente amigable, ya que dispone de residuos orgánicos que causan malos olores durante su descomposición, evita la proliferación de plagas y destruye la mayoría de los microorganismos patógenos.
- Evita emisión de gases de efecto invernadero y ayuda a cumplir con los compromisos del país adquiridos en la COP 21, al disminuir las emisiones de metano, que tiene un factor de calentamiento global (GWP) 21 veces mayor a la del CO₂. También al disminuir las emisiones de NO_x emitidas debido al nitrógeno existente en los residuos orgánicos, 300 veces mayor al del CO₂ y las evitadas al sustituir combustibles fósiles como gas natural, gas licuado de petróleo, querosene y carbón.
- Al sustituir la leña evita la deforestación del campo.
- Mejora las condiciones de vida de la mujer campesina y de los niños campesinos al dejarles más tiempo que pueden utilizar en la creación de nuevos emprendimientos, el estudio y en el deporte veredal.
- Anula la morbilidad y enfermedades pulmonares causadas por la respiración de monóxido de carbono, inquemados y productos carcinogénicos de la combustión incompleta de combustibles sólidos como leña y carbón.
- En cuanto a la economía, evita gastos hospitalarios por enfermedades pulmonares.
- Mejora la calidad de vida del campesino y por lo tanto ayuda a regular el traslado del campesino a los campos de miseria de las grandes ciudades.
- Al utilizar el digestato como biofertilizante mejora la calidad de los suelos agrícolas y la de las cosechas debido a la recirculación de nutrientes.
- Evita el uso de fertilizantes químicos, en especial los productos nitrogenados que se producen por síntesis química.
- Evita las emisiones de GEI causadas durante la síntesis de los fertilizantes químicos.
- Ayuda a la creación de negocios y crecimiento verde al garantizar la fertilización orgánica y con ventas aseguradas a la comunidad internacional.
- Es mayor su eficiencia energética. Comparando la combustión del biogás 50 % con la leña, este se puede apagar o suprimir una vez terminada su utilización

mientras que, con la leña, ésta se apaga cuando se termine el combustible sólido por lo que hay calor que se pierde.

Desventajas

- Se necesita ayudas económicas para el establecimiento de un Programa Nacional de Biogás y Energía Renovable para el sector rural, la construcción de sitios de plantas demostrativas y el desarrollo de digestores económicos y eficientes. En el CONPES 3924 se establece el crecimiento verde, la competitividad y la inclusión social, que permitirán su potencialización.
- Inversión inicial de los biodigestores costosa para las posibilidades de la familia campesina.
- Es importante establecer un proceso de aprendizaje para realizar la transferencia de conocimiento al campesino. Se necesita capacitación.

3.3.2. Experiencias Internacionales

A continuación, se describen a nivel internacional y posteriormente de Latinoamérica las experiencias relacionadas con la incorporación de la tecnología de biodigestores y los avances realizados para sustituir de manera progresiva la leña por biogás en el sector residencial.

China e India son los pioneros en la instalación de biodigestores a pequeña escala y en zonas rurales; por este motivo, en este apartado se presenta su trayectoria que sirve de ejemplo para otras regiones del mundo, con o sin programas de sustitución de leña por biogás. Por su parte, Alemania es líder en la instalación de biodigestores industriales de mayor tamaño y se presenta como ejemplo de los países desarrollados en los cuales el biogás se purifica a biometano que se utiliza como sustituto del gas natural en todas sus aplicaciones.

China¹³³

A principios del siglo 20, Luo Guorui creó el método de almacenamiento de biogás y abrió la primera empresa de biogás de la China, en la ciudad de Shantou en 1929. Desde finales de 1970 y principios de 1980, el Gobierno Central ha destacado que "el desarrollo de la tecnología del biogás es una forma eficaz de utilizar racionalmente los recursos naturales". Posteriormente, se estableció el Instituto de Investigación Biogás del Ministerio de Agricultura (BIOMA), instituto de gran prestigio internacional, el cual en el 2014 fue designado por la Organización de Alimentos y Agricultura (FAO) como centro de Referencia de la FAO para la Investigación y capacitación en biogás.

La implementación de biodigestores inició con modelos convencionales para proporcionar combustible de cocción en las zonas rurales de China. Los sustratos más utilizados fueron estiércol vacuno, residuos de comida y cultivos energéticos, como paja. En China se

¹³³ Idem Nota 105

identificaron dos tipos de modelos: los digestores para uso doméstico, con un diseño de domo fijo y volúmenes de 6, 8 y 10 m³, y existen proyectos de biogás con volúmenes pequeños, inferiores a 150 m³, medianos, menores a 5.000 m³ y grandes, por encima de 5.000 m³¹³⁴.

Debido al embargo del petróleo de los países árabes a los países de occidente como represalia por la Guerra del Kipur, se incrementaron los precios del petróleo, lo que motivó el desarrollo de investigaciones en energías alternativas, entre ellas la bioenergía del biogás. Durante ese periodo, el gobierno chino promovió el uso del biogás en todas las familias rurales y se instalaron más de siete millones de digestores¹³⁵. A partir de la segunda mitad de la década de 1980, la tecnología del biogás encontró más aplicaciones, especialmente en el tratamiento de residuos industriales. Desde el principio de este siglo, ha aumentado el número de plantas instaladas y en 2007 ya había 26,5 millones de plantas de biogás¹³⁶, la mayoría en hogares chinos, con volúmenes de 6 a 10 m³.

Desde 2003, el programa “national debt aid” ha financiado proyectos para biogás, particularmente para las plantas agrícolas. Tras la aprobación de la Ley de Energía Renovable de China en 2016, hubo un aumento en proyectos de ingeniería de biogás desde mil millones de yuanes chinos (CNY) en 2003–2005 a 2,5 mil millones de CNY en 2006–2007.

El apoyo al biogás alcanzó los 5 mil millones de CNY en 2010, lo que llevó a un aumento en usuarios de biogás en la primera década del siglo XXI de 11 millones en 2003 a 43 millones en 2013. A su vez, hubo un aumento en el número de proyectos de ingeniería de biogás de 2.300 en 2003 a casi 10.000 en 2013¹³⁷. Entre las políticas chinas está conseguir, para el año 2020, 30 millones de kilovatios (KW) provenientes de la generación con biomasa, principalmente residuos agrícolas, forestales y la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU). La producción de biogás para ese mismo año sería 44 mil millones m³.¹³⁸

El digestor de modelo chino, conocido como Biodigestor de domo fijo, consiste en una cámara de gas construida en ladrillo, piedra u hormigón. La parte superior e inferior son hemisféricas y unidos por lados rectos (Ver Ilustración 2). La tubería de entrada es recta y extremos nivelados. El biogás es almacenado bajo el domo con presiones de 1 y 1,5 metros de agua. Esto crea fuerzas estructurales altas que se subsanan con la forma hemisférica de la cima y el fondo¹³⁹.

¹³⁴ Sun Liying, “Status and prospect of biomass energy development in China’s rural areas,” 2016.

¹³⁵ T. Bond and M. R. Templeton, “History and future of domestic biogas plants in the developing world,” *Energy Sustain. Dev.*, vol. 15, no. 4, pp. 347–354, 2011.

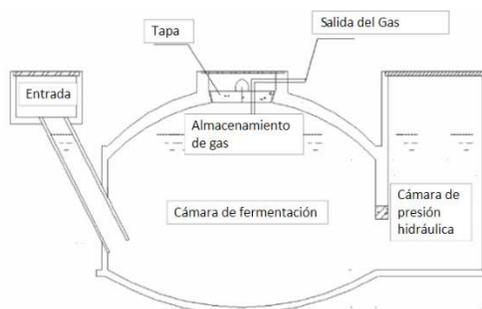
¹³⁶ T. Bond and M. R. Templeton, “History and future of domestic biogas plants in the developing world,” *Energy Sustain. Dev.*, vol. 15, no. 4, pp. 347–354, 2011.

¹³⁷ World Biogas Association, “What does the future hold for biogas in China?,” 2019. [Online]. Available: <http://www.worldbiogasassociation.org/what-does-the-future-hold-for-biogas-in-china/>. [Accessed: 14-Aug-2019].

¹³⁸ Sun Liying, “Status and prospect of biomass energy development in China’s rural areas,” 2016.

¹³⁹ “Manual de biogás,” 2011.

Ilustración 2. Modelo de digestor tipo chino



Fuente: "Manual de biogás," 2011.

India¹⁴⁰

India inició la aplicación de digestores anaeróbicos para subsanar sus necesidades en el área rural con la instalación de plantas de biogás a pequeña escala, y potencializó esta tecnología con el lanzamiento del Proyecto Nacional sobre el programa de desarrollo de biogás (NPBD)¹⁴¹. India ha instalado alrededor de 4,6 millones de plantas de biogás que funcionan principalmente con estiércol vacuno; se espera que sean más de 6,5 millones en el 2022. Los digestores más utilizados son de domo fijo y de tambor flotante, los cuales se consideran artesanales debido a la simplicidad de su diseño. El digestor de tambor flotante es considerado en la literatura como el modelo hindú (Ver Ilustración 3; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**); originalmente fue hecho en acero. Como consecuencia, con un precio de difícil acceso; por ende, se reemplazó por fibra de vidrio reforzado en plástico, material que evita la corrosión. La pared y el fondo del digestor se construyen en ladrillo y se refuerzan con hormigón para eliminar cualquier fuga. El biogás se almacena bajo un tambor flotante que sube y baja en una guía central. El digestor se alimenta en semi-continuo a través de la tubería de entrada.

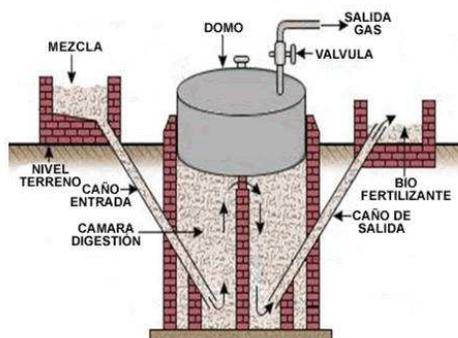
El Gobierno Indio ha financiado las plantas de biogás; el beneficiario solo tiene que pagar cerca de 400 rupias, de 20.000, que es el costo estimado de cada planta¹⁴².

¹⁴⁰ Ídem Nota 105

¹⁴¹ R. J. Patinoh, J. V Arulappan, F. Johansson, and M. J. Taherzadeh, "Biogas digesters : from plastics and bricks to textile bioreactor — A review," *J. Energy Environ. Sustain.*, vol. 4, pp. 31–35, 2017.

¹⁴² Econoticias, "En la India las plantas de biogás son una excelente solución frente al cambio climático," 2018. [Online]. Available: <https://www.ecoticias.com/energias-renovables/181705/India-plantas-biogas-excelente-solucion-frente-cambio-climatico>. [Accessed: 14-Aug-2019].

Ilustración 3. Esquema de biodigestor tipo hindú



Fuente: "Manual de biogás," 2011.

Alemania¹⁴³

La primera planta de producción de biogás en Alemania se construyó para el tratamiento de aguas residuales e inició operación en 1920; mientras que la primera planta alimentada con residuos agrícolas comenzó a funcionar en 1950. Alemania ha sido, en gran medida, el principal promotor del biogás en Europa; su desarrollo de plantas de biogás comenzó en los años noventa y creció rápidamente entre 2006 y 2013¹⁴⁴.

Sin embargo, una nueva ley de energía renovable en Alemania, con efecto a partir del 1 de agosto de 2014, redujo el uso de cultivos energéticos y reorientó la industria a materias primas derivadas de los desechos¹⁴⁵. Alrededor de 1.000 nuevas plantas al año se añadieron en Alemania entre 2009 y 2011, que se redujeron a sólo 150 en 2014.

El gobierno alemán ha establecido el objetivo de alimentar 6 mil millones de m³ de Biometano a la red de gas natural al 2020. Esto es casi 7% del consumo actual de gas natural en Alemania. El objetivo para 2030 es 10 mil millones de m³.

En Alemania, de acuerdo con los datos recopilados por la Agencia Internacional de Energía (AIE), tuvo 10.000 plantas de generación eléctrica con biogás, totalizando 28.000 GWh/año para el 2015¹⁴⁶

¹⁴³ Idem Nota 105

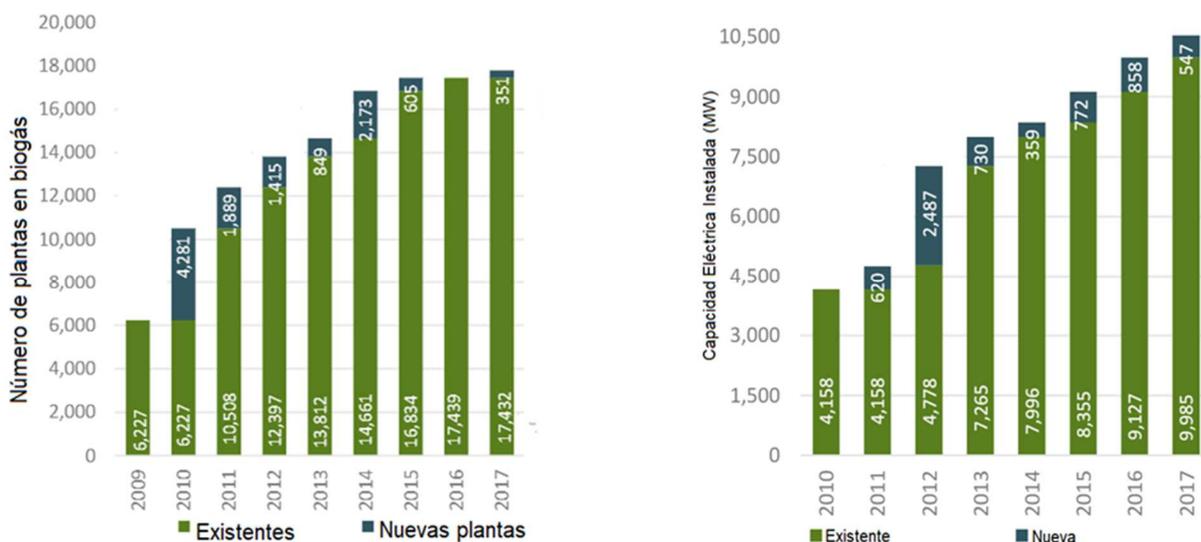
¹⁴⁴ Oxford, "Biogas Contribution decarbonising gas markets," no. June 2017, 2017.

¹⁴⁵ Lozano, M et al., "ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL DE CONVERSIÓN A BIOGÁS DE LA BIOMASA EN COLOMBIA Y SU APROVECHAMIENTO INFORME FINAL EQUIPO INTERDISCIPLINARIO CONFORMADO POR LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN COLCIENCIAS," Bogotá, 2017.

¹⁴⁶ J. Stern, The Future of Gas in Decarbonising European Energy Markets: the need for a new approach, no. January. 2017.

En la Gráfica 10; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta el número de plantas de biogás instaladas en Europa para el periodo 2009-2017, y el incremento de plantas instaladas en el periodo 2010-2017, junto con su capacidad eléctrica instalada.

Gráfica 10. Plantas de biogás instaladas en Europa (izquierda), capacidad eléctrica instalada en Europa (derecha)



Fuente: Del E. B. Association, “EBA Statistical Report,” *Eur. Biogas Assoc.*, 2017.

Georgia¹⁴⁷

Georgia es un país del Cáucaso montañoso, con régimen de temperaturas extremas. Su experiencia por las temperaturas extremas es importante para su aplicación en las altas montañas en Colombia. La base de la información que se presenta a continuación corresponde al informe “biogas production”¹⁴⁸

El desarrollo de tecnologías de biogás en Georgia comenzó en 1993-1994, con la Agencia de Cooperación Técnica de Alemania (GTZ). El soporte técnico provisto por GTZ permitió a los expertos e ingenieros georgianos estudiar diseños avanzados y adaptar tecnologías a las condiciones climáticas y económicas de Georgia. En Georgia hay varias compañías de ingeniería, institutos de investigación y profesionales con experiencia en el campo de la producción de biogás.

En la década de 1990, la empresa georgiana Bioenergía Ltd. desarrolló reactores de biogás tipo domo fijo y tambor flotante a condiciones mesófilos y pequeña escala. Estos sistemas son fáciles de operar, pero menos efectivos en términos de producción de biogás. Teniendo

¹⁴⁷ Idem Nota 105

¹⁴⁸ G. M. Karanja and E. M. Kiruiro, “Biogas production 107,” *Statistics (Ber.)*, pp. 107–208, 2003.

en cuenta las condiciones locales, estos reactores representan las tecnologías más atractivas para la mayoría de los hogares rurales con 1-2 bovinos. Posteriormente, se desarrolló reactores de biogás mesofílicos más efectivos, con un volumen de 6 m³, para familias con al menos 4 bovinos¹⁴⁹

En 1994 se construyó en Sasireti, Kaspi, el primer biorreactor. En ese mismo año, Bioenergía Ltd. recibió una patente y distribuyó su folleto "Construcción y mantenimiento de instalaciones de biogás". En 1994-1996, se instalaron biorreactores en Gurjaani, Dedoplistskaro, Gardabani, Tsalka y Chakvi, algunos de ellos con la asistencia de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). La publicación del folleto tuvo como resultado cerca de 60 biorreactores instalados por agricultores, utilizando principalmente sus propios recursos¹⁵⁰

En 1999, con el apoyo financiero del Centro de Coordinación para el Desarrollo de Proyectos Agrícolas, Bioenergía Ltd. construyó cuatro biorreactores a pequeña escala en la región de Terjola, dos de ellos del tipo de tambor flotante, con aislamiento térmico, equipados con un colector solar, y los otros dos del tipo de domo fijo horizontal.

Se han probado tres tipos diferentes de instalaciones de biogás en Georgia, con el apoyo del proyecto del Banco Mundial "Reducción de la contaminación del sector agrícola". En 2002, el proyecto instaló 12 biorreactores en las regiones de Khobi, Chkhorotsku y Tsalenjikha. Ocho biorreactores eran del tipo de domo flotante, dos del tipo chino de domo fijo y las otras dos versiones localmente mejoradas del tipo domo fijo. En 2003, el Centro Coordinador anunció una licitación para la construcción de otros 45 biodigestores.

Paralelamente al trabajo del Centro de Coordinación, Bioenergía construyó un biorreactor de 30 m³ en Sachkhere, con el apoyo financiero del Comité Metodista Unido de Socorro (UMCOR) y 9 biorreactores en Akhaldaba bajo el programa de movilización comunitaria.

En Georgia solo 0.1-0.2% de los hogares usa biogás. La mayoría de los biorreactores son del tipo mesofílico y solo unos pocos son del tipo termofílico, principalmente porque este último es más costoso y requiere más recursos de biomasa.

Bajo estas experiencias, no se perciben barreras técnicas para el funcionamiento exitoso de los reactores de biogás en Georgia. Se han probado diferentes tipos, que muestran buenos resultados. Algunos son más fáciles de operar, pero menos efectivos en la producción de biogás. Otros requieren más atención para operar, pero producen significativamente más biogás. Estos diferentes tipos responden a diferentes necesidades. Por otro lado, la construcción de reactores de biogás no ha despegado. La mayoría de los esfuerzos son financiados por organizaciones internacionales, lo que sugiere un problema en la ampliación de escala. Esto se debe a que muchos agricultores aún no son conscientes de esta tecnología y, lo que es más importante, tendrían serias dificultades para encontrar los USD 500 que costaría el biorreactor más barato.

¹⁴⁹ Idem Nota 127

¹⁵⁰ Idem Nota 127

Nicaragua¹⁵¹

Nicaragua es el único país que ha desarrollado un Programa Nacional de Biogás (PNB) basado en las experiencias de Asia y África. El PNB-Nicaragua comenzó en 2012, tras los resultados positivos de un estudio de factibilidad. El estudio de factibilidad identificó un potencial técnico de 55.000 sistemas de biodigestión, lo que evidenció la viabilidad de un programa de biogás¹⁵². El país cuenta con una de las tasas más bajas de electrificación en América Latina. Aproximadamente una cuarta parte de la población carece de acceso a la electricidad. Adicionalmente, gran parte de los hogares rurales emplean leña como fuente energética, lo que implica un deterioro en la salud de las personas que usan este tipo de tecnologías¹⁵³¹⁵⁴.

El programa Biogás Nicaragua, el cual fue ejecutado por el servicio holandés de cooperación al desarrollo (SNV), bajo la tutela de FOMIN (entidad adscrita al BID), se propuso con el fin de atacar las problemáticas mencionadas.

La estrategia empleada fue fortalecer los sistemas de producción de biogás: Facilitar el acceso al crédito e incentivar a las 1000 primeras familias con USD\$ 480 para sistemas tubulares y USD\$ 970 para sistemas de domo fijo. La ejecución de este programa se dio entre los años 2012 y 2017, con una inversión de USD\$ 2.082.750 por parte de FOMIN y USD\$ 1.976.550 por parte del NDF. Los principales beneficiarios fueron pequeños productores agropecuarios que pudieron contar con un sistema de producción de energía en sus fincas, mediante el reemplazo de estufas de leña. Para el año 2014, 76 familias contaban con sistemas de biogás para usos domésticos.

Las condiciones socio-económicas de Nicaragua, 27% de la población no electrificada, que asciende a 64% en el área rural, hacen que el país esté cerca de las circunstancias de otros países africanos, donde se desarrollaron con éxito los PNBs. El programa fue financiado por BID-FOMIN, Fondo Nórdico e HIVOS durante los primeros dos años. Su objetivo inicial fue instalar 6000 biodigestores hasta 2018, objetivo que se redujo a 1500 en una evaluación intermedia del programa. A finales de 2017 han llegado a 1200 biodigestores instalados¹⁵⁵¹⁵⁶.

Son varios los logros y desafíos que ha tenido que superar el PNB-Nicaragua que explican el bajo número de instalaciones al cabo de 6 años respecto a otros programas asiáticos y africanos, sin embargo, es el programa que más biodigestores ha logrado instalar en Latinoamérica.

¹⁵¹ Ídem Nota 105

¹⁵² OLADE, "Tecnologías Disponibles Para Implementar Programas Rurales De Biogas En America Latina," no. 11,

¹⁵³ Biogás Nicaragua, "Programa Biogás Nicaragua," 2018. [Online]. Available: <http://programabiogasnicaragua.org>.

¹⁵⁴ FOMIN (BID) and SNV, "DEL MERCADO DE BIOGAS EN NICARAGUA (ATN / ME-13067-NI Y ATN / NV-13169-NI)," 2012.

¹⁵⁵ Idem Nota 133

¹⁵⁶ Idem Nota 131

Olade comenta que la formación de un equipo de personas que coordinen los diferentes componentes fue difícil por no existir experiencia previa en proyectos de biodigestores con enfoque de mercado. África, fue el primer continente al que se le transfirió las experiencias exitosas de PNB de Asia, se trasladó personal con experiencia de Asia a África, lo que permitió una transferencia de conocimientos a el personal local. En Nicaragua, la transferencia de conocimiento fue a nivel técnico, diseños y construcción de biodigestores de domo fijo, y no abordó la gestión de estrategias de implementación, con lo que los primeros años fueron de auto aprendizaje, retrasándose la ejecución del programa.

Con la experiencia asiática y africana, se apostó por el modelo de domo fijo. El programa permitió la entrada de biodigestores tubulares de geo membrana de polietileno importados y distribuidos por la empresa nicaragüense Tecnosol. El coste de construcción de los domos fijos en Nicaragua triplicó la inversión de los otros países, mientras que los biodigestores tubulares de geo membrana también resultaron caros y no lograron una buena distribución. Esto implicó serias dificultades en la promoción de la tecnología en los primeros años. Posteriormente, se realizaron ajustes y adaptaciones del modelo de domo fijo, en un trabajo conjunto entre personal con experiencia en Asia y personal local, lo que logró bajar seriamente los costes hasta llegar a los 1300 USD\$ para biodigestores de 6 m³. Posteriormente, se promovió la utilización de varias tecnologías, lo que permitió la entrada al PNB de empresas proveedoras de biodigestores tubulares de geo membrana de PVC y geo membrana de polietileno, con precios similares¹⁵⁷. Como consecuencia, se aseguró una mejor promoción de la tecnología, la mayoría de biodigestores que se instalan son tubulares de geo membrana. De este modo, el PNB de Nicaragua ha sido pionero en consolidar diversidad tecnológica (biodigestor de domo fijo y tubular) respecto a otros PNB.

El nivel burocrático de la gestión ha sido muy alto por requerimientos de los financiadores, aspecto que ha limitado la capacidad de ejecución de las empresas proveedoras de las tecnologías involucradas.

El alto costo del tipo de tecnología seleccionada ha implicado la necesidad de subsidiar el 62% del precio de construcción del biodigestor de domo fijo más pequeño, 4 m³. El beneficiario aporta 300 USD\$ y el PNB 480 USD\$. Este subsidio implica un 37% del costo del biodigestor de domo fijo instalado.

En otros PNB, el acceso a crédito de los productores ha sido la herramienta para superar la barrera de la limitada capacidad de pago de los productores rurales. Sin embargo, en Nicaragua, alrededor del 80 % de los productores han pagado al contado y muchos no han instalado un biodigestor por no querer tomar un crédito. La tasa de interés de los créditos para comprar un biodigestor es alrededor del 20%, lo que lo hace menos accesible. Se pueden lograr intereses más bajos si el usuario pide un crédito mayor (hasta 5.000 USD\$) para realizar además otras inversiones, aspecto que igualmente desalienta a muchos usuarios potenciales. Otro aspecto es la garantía requerida en muchos de estos créditos, poner las tierras en propiedad por acceder a un biodigestor igualmente desalienta la toma del crédito por parte del usuario potencial. El alto costo de los biodigestores (comparado con otros PNB) y la dificultad de acceso a créditos interesantes para los productores han sido limitantes para alcanzar las metas en número de sistemas instalados.

¹⁵⁷ Idem Nota 131

Otro aporte pionero del PNB de Nicaragua ha sido el desarrollo de todo un nuevo mercado (sistemas, proveedores de tecnología, etc.), enfocado a los usos productivos del biogás proveniente de biodigestores mucho más grandes (sistemas alimentados de biogás como ordeñadoras mecánicas, enfriamiento de leche, cortadoras de pasto, molinos, calderas, generadores eléctricos, bombas de agua, etc.). Otros PNBs se enfocan en biodigestores domésticos, dejan los usos productivos del biogás para casos singulares y demostrativos (ya que para emplear este tipo de maquinaria se requieren digestores mucho más grandes que, a la vez, requieren mucho más alimento: estiércol u otra materia orgánica. De este modo el PNB de Nicaragua ha logrado hacer accesible los usos productivos del biogás a los productores bajo una lógica de mercado. Para desarrollar este mercado complementario ha sido necesario adaptar tecnologías a biogás y validar los diferentes sistemas considerados, además de lograr el interés de los proveedores para exponerlos en sus escaparates y comercializarlos. Esto ha permitido hacer la tecnología interesante para los medianos productores agropecuarios que, además, tienen mayor capacidad de pago y de acceso a crédito.

Otros aspectos a resaltar son el desarrollo exitoso del proceso de obtención del registro de créditos de carbono por reducciones de emisiones ante el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y el Gold Standard, la difusión de la tecnología de los biodigestores en el país, ha superado el desconocimiento previo o mala reputación de la tecnología y cómo hacer el monitoreo y garantizar la funcionalidad de los biodigestores instalados en el programa.

Costa Rica¹⁵⁸

Desde 2014, el grupo ICE (Grupo de empresas públicas de Costa Rica) a raíz de sus deberes y responsabilidades sociales, ha impulsado el programa biogás en Costa Rica, el cual busca brindar asesoría técnica al sector productivo agropecuario en la generación de biogás a partir de sus residuos. De esta manera, el sector productivo aliviana la carga que existe sobre el sistema energético y contribuye a mitigar el impacto ambiental generado por el uso de tecnologías convencionales¹⁵⁹

El programa posee una amplia cartera de proyectos. Por ejemplo, dentro de estos se encuentra operativo aquel llamado Sermide, el cual tiene una capacidad instalada de 60 KW. Este es capaz de alimentar de energía eléctrica a una granja (propiedad privada) a través de la producción de Biogás.

Dentro de los más recientes también se destaca un proyecto denominado **“Implementación de un Sistema de Generación Eléctrica a partir de Biogás Obtenido Mediante el Tratamiento de la Cerdaza que Genera la Finca Agropecuaria (Porcina). Cerdos El Cerro”** se localiza en Cañas, provincia de Guanacaste y se enfoca en

¹⁵⁸ Ídem Nota 105

¹⁵⁹ICE, “Grupo ICE,” *Programa Biogas*, 2017. [Online]. Available: <http://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/669c79e9-84c9-4682-b63b-136238ebc7e2/tarifas+ice+gaceta+alcance+106+junio+27+2016.pdf?MOD=AJPERES>.

producción de Biogás de forma anaerobia empleando porquinazas de la finca como materia prima, Consta de una planta generadora, con una capacidad instalada de 70 KW, la cual está produciendo alrededor de 135.000 kWh/año¹⁶⁰

Así, se pretende que el sector agropecuario pueda cubrir una gran parte de la demanda energética, e incluso pueda abastecer zonas rurales dentro de Costa Rica.

Olade comenta que Costa Rica, tras Colombia, es otro referente en la difusión de los biodigestores tubulares plásticos, de la mano de Raúl Botero, profesor de la universidad EARTH que, en 1986, junto con Thomas Preston, publicó el primer manual de esta tecnología. La universidad EARTH, que tiene varios biodigestores tubulares operativos en sus instalaciones, promueve cada año 100 estudiantes de Latinoamérica y África, con conocimientos sobre estos sistemas. Esto ha convertido a la universidad en un punto focal en la difusión de la tecnología a nivel regional. Varios egresados costarricenses de la EARTH han realizado emprendimientos relacionados con biodigestores tubulares, cambiando el plástico de invernadero por geo membrana, normalmente de PVC, dándole mayor durabilidad al sistema, como la empresa VIOGAZ o Biosinergia Alternativa¹⁶¹. Estas empresas se han convertido en referente latinoamericano en este tipo de sistemas, desarrollando sus actividades con un enfoque de mercado sin apoyo de la cooperación internacional. Las intensas políticas medioambientales de los gobiernos del país han incentivado la adopción de los biodigestores como sistemas de tratamiento de residuos producen otros beneficios como el biogás y el biofertilizante. El Ministerio de Agricultura, el Instituto Nacional de Aprendizaje y la empresa pública de electricidad (ICE), se han esforzado por difundir biodigestores, con fondos de todo tipo para proyectos piloto, muchas de estas iniciativas son empujadas por graduados de EARTH, pero también de otros actores y entusiastas. De este modo, sin existir una política concreta de desarrollo de un sector de biodigestores en el país, las políticas medioambientales catalizan este proceso basado en el mercado.

Guatemala

En el país de Guatemala se han desarrollado varios proyectos alrededor de la implementación de biogás como fuente de energía. Dentro de estos se destacan aquellos impulsados por la empresa Agrogeneradora S.A. (Miembro del grupo central agrícola). La planta de Agrogeneradora S.A., la cual recibió una inversión de USD\$ 4,7 millones a lo largo cinco años desde 2014, tiene una capacidad de 1 MW, de los cuales tan solo el diez por ciento se aprovecha en auto sostenimiento, mientras que el restante se inyecta al sistema eléctrico, logrando mitigar el impacto ambiental¹⁶²

De una manera similar, Aqualimpia S.A. construyó un sistema de procesamiento de gallinaza para la producción de Biogás en la avícola Victoria. Se construyeron cuatro biodigestores de 3500 m³ con capacidad de procesar 160 toneladas por día de gallinaza.

¹⁶⁰ Idem Nota 131

¹⁶¹ Idem Nota 131

¹⁶² Grupo Central Agrícola, "Agrogeneradora S.A," 2018. [Online]. Available: <http://www.centralagricola.com/nuestrosnegocios#energia>.

La planta de generación tiene una capacidad de 1 MW. La energía producida es comercializada de igual forma a la red de energía de Guatemala¹⁶³

También se ha promovido la implementación de sistemas pequeños de biogás en zonas rurales, como reemplazo de tecnologías convencionales tales como la quema de biomasa para la producción de energía. El señor Daniel Buchbinder, como parte de Alterna (Ente que promueve el emprendimiento en Centro América), diseñó un sistema de dos compartimentos que almacenan biomasa y se degradan para producir biogás para uso domiciliario. Aunque se logró implementar con éxito, se encontraron barreras en cuanto al gasto que deben hacer los usuarios para implementar el diseño¹⁶⁴.

Planta de biogas

El negocio familiar consiste de la compra de pollos de dos de días de nacidos y en su engorde, sacrificio y comercialización. El proceso de socialización consistió en todo el trabajo necesario para que las familias adoptaran las plantas de biogas. Se identificaron 6 plantas posibles, pero solamente se construyeron 4.

El Sr Manuel Xol *adoptó la tecnología de biogas por sus ventajas*: mayor crecimiento de los pollos por el control de enfermedades, menor mortalidad de pollos, producción de fertilizante, flameado del criadero, calentamiento de agua para el proceso de sacrificio, **cocción en la cocina**, iluminación, disposición final de excrementos y sangre.

La planta tiene un volumen de 12 m³ y tiene una capacidad de producción de 4.5 m³/día. 2 m³ de biogas corresponden en poder calorífico a 1 lb de GLP. Una lb de GLP cuesta 5.5 Q. Por lo tanto, el valor equivalente del biogas es de 12.40 Q/día o US\$1.60/día o US\$48/mes en GLP.

Con el gas producido se ahorran 3 m³ de leña al mes, con un valor mensual de 100 (Q/mes de US\$12.8/mes) y emplean un combustible de más alto valor calorífico como se calculó anteriormente.

El costo de la planta fue de Q10,000 (US\$ 1,280). La financiación fue 100% del PURE II y la contribución en especie del propietario.

Conclusión

Las ventajas de esta planta son apreciadas por los usuarios.

En términos de financiación del proyecto, **este fue totalmente subvencionado por el programa PURE.**

Tabla 22. Planta de biogás de criadero de pollos

Lugar: San Juan Chamelco, Cobán, Alta Verapaz	

¹⁶³ Aqualimpia, "Aqualimpia Engineering," *Aqualimpia engineering*, 2018. [Online]. Available: <https://www.aqualimpia.de/antorchas-biodigestores/>.

¹⁶⁴ Alterna, "Alterna," 2019. [Online]. Available: <https://www.alterna.pro/>.



Pollos de 1 semana de nacidos



Planta de biogás



Flameado biogás para esterilizar el suelo



Estufa de un fogón quemando biogás

Fuente: Elaboración propia consultores, Corpoema

2. Planta de biogás centro ecoturismo

El negocio es un centro de ecoturismo que incluye observación de aves, caminatas ecológicas y servicio de restaurante. El proceso de socialización consistió en todo el trabajo necesario para que el propietario adoptara la tecnología.

FUNSOLAR contrató el experto en plantas de biogas quien adelantó las siguientes actividades: Inducción, suministro, instalación de componentes, montaje, asistencia y capacitación. La planta es del tipo campana fija, tiene un volumen de 50 m³ y tiene una capacidad de producción de 20 a 25 m³/día de biogas, para lo cual requiere de una carga de 400 lb/día de materia orgánica y 1 m³/día de agua.

El costo de la obra fue de 54.158 Q, de los cuales el propietario ha aportado 25% y el 75% por el PURE II. La obra comenzó en junio de 2012 y a finales del año se encontraba en fase de puesta en operación.

Conclusión

En este caso, el programa cofinancio el 75% del proyecto, en parte debido a que el proyecto es un showcase para la tecnología. Los beneficios del proyecto son la eliminación del consumo de leña, la producción de abono y la reducción de emisiones de CO².

Tabla 23. Planta de biogás en centro eco-turístico Cuevas de Ma'xivan



Fuente: Elaboración propia consultores, Corpoema

Lecciones aprendidas

- Uno de los aspectos esenciales para el éxito de los proyectos con TER es diseñar y considerar diferentes esquemas de gestión que conduzcan a la sostenibilidad de los proyectos.
- La introducción de las TER en las zonas rurales resulta costosa para el nivel de ingresos de los beneficiarios por lo que estas deben recibir apoyo del estado (recursos económicos, técnicos y know-how)

- El elevado costo de varias las TER continúa siendo una barrera para desarrollo del sector rural. Es fundamental la selección apropiada de las tecnologías y su apropiación por parte de los actores en el país.
- La percepción de altos riesgos por parte del sector privado y las débiles señales del mercado, sin señales regulatorias y tarifarias que estimulen la penetración de proyectos del sector privado, seguirán limitando la participación del sector privado en el desarrollo de las TER

México¹⁶⁵

México es un país con un alto potencial en la producción de biogás, debido a la alta población de sus principales ciudades y a la alta producción de residuos orgánicos. En un principio, el instituto IRRI- México en compañía de la empresa Sistema BIOBolsa, promovió un programa nacional de Biogás. El programa se encargó de realizar fabricación de sistemas de Biogás (Biobolsas) en México capaces de producir un metro cúbico por día de Biogás, lo que es equivalente a 2,2 kWh de energía. El programa también se encargó de realizar investigación, promoción, educación, control de calidad y seguimiento de los proyectos que emprendía alrededor de la producción de biogás. Cabe resaltar que el programa se enfocó en poblaciones rurales y/o marginadas en el país mexicano, donde se empleaban fuentes rudimentarias de producción de energía. Adicionalmente no se poseía una cultura alrededor de la disposición y correcto aprovechamiento de los residuos orgánicos generados por dichas comunidades¹⁶⁶.

La secretaría de medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT), la secretaría de energía (SENER), en colaboración con el ministerio federal alemán de cooperación económica y desarrollo (BMZ), a través de la agencia alemana de cooperación técnica (GIZ) promovió un proyecto denominado “Aprovechamiento Energético de Residuos Urbanos en México”, el cual apunta a la generación de biogás y valorización de los residuos urbanos, mediante la capacitación de la población en el uso de tecnologías de producción de biogás y su aprovechamiento. La ejecución de dicho proyecto estaba programada para cuatro años (2014-2018)¹⁶⁷.

Olade comenta que México ha logrado impactos similares a los de un programa nacional de biogás, pero sin contar con uno, como en el caso de Costa Rica, que incentive el uso de biodigestores como sistema de tratamiento de residuos en los pequeños y medianos productores. La ONG (IRRI) y la empresa social (BIOBOLSA) están obteniendo resultados similares a los programas nacionales de África y Asia, con más de 1.000 biodigestores tubulares de polietileno instalados por año. Se han logrado apoyos parciales para la implementación de proyectos piloto por parte del gobierno (Secretaría de Medio Ambiente, Ganadera, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). Se han logrado subsidios para la

¹⁶⁵ Idem Nota 105

¹⁶⁶ GMI, “Global Methane Initiative,” 2014. [Online]. Available: <https://www.globalmethane.org/>.

¹⁶⁷ SEMARNAT, “Aprovechamiento energético de residuos urbanos (EnRes),” 2018. [Online]. Available: <https://www.semarnat.gob.mx/>.

instalación de biodigestores a los pequeños y medianos productores agropecuarios a través del apoyo en redes sociales existentes (como las cooperativas agrícolas, uniones ganaderas, ferias rurales y eventos demostrativos), acceso al financiamiento (microcréditos a 0 % de interés), y su capacidad para atraer grandes presupuestos internacionales de cooperación. Menos del 30 % de los biodigestores instalados en México han tenido subsidio (nacional o internacional) y cuando este se ha dado, ha sido hasta el 80 %, y más frecuentemente entorno al 40- 50 %. Este consorcio ONG-Empresa se está expandiendo por otros países del continente (Nicaragua-Haití-Colombia), de África (Ghana, Etiopía) y de Asia (India), mostrando un modelo de negocio replicable¹⁶⁸.

Chile¹⁶⁹

El gobierno chileno a través de su política energía 2050 ha fomentado el desarrollo de energías renovables, con cooperación alemana. La hoja de ruta se presentó en el año 2014 y se espera que para el año 2035 un 60% de la energía chilena se produzca mediante fuentes renovables, mientras que en el 2050 se produzca un 70%. Para este año se busca que las normas y los estándares ambientales de los proyectos energéticos sean coherentes con los lineamientos internacionales y con los intereses de la sociedad¹⁷⁰.

También se desarrolló el programa 4e, el cual por medio del proyecto NAMA busca impulsar la aplicación de tecnologías para producción de energía mediante recursos renovables, en este caso de autoconsumo (Entre estos, biogás). Estas políticas de avance energético son principalmente importantes en el desarrollo de comunidades que quieran mejorar el aprovechamiento de recursos propios¹⁷¹¹⁷². Algunos programas de iniciativa y fomento presentados por GEF otorgaron aproximadamente USD\$ 1.7 millones al gobierno, para que este implementara tecnologías de producción de biogás en el sector lácteo.

A través de los programas anteriores se busca fortalecer el sector productivo de biogás en el país. Dentro de algunos de los proyectos más importantes se encuentran aquellos llevados a cabo en lugares como Valparaíso, Maule, Metropolitana, O'Higgins, Los Lagos y Bio, los cuales son de mediana capacidad (1 MW en promedio). Actualmente solo el 4% de la energía generada proviene de biomasa. Dentro del territorio, se han contabilizado 104 plantas de biogás, dentro de las cuales el 60% están en funcionamiento¹⁷³.

¹⁶⁸ Idem Nota 131

¹⁶⁹ Idem Nota 105

¹⁷⁰ Ministerio de Energía de Chile, "Descripción del proceso Energía 2050," 2018. [Online]. Available: https://www.opia.cl/static/website/601/articles-76887_archivo_01.pdf.

¹⁷¹ Idem Nota 149

¹⁷² 4e Chile, "NAMA-Energías Renovables para Autoconsumo," 2018. [Online]. Available: <http://4echile.cl/4echile/wp-content/uploads/2018/05/NAMA-Chile-Factsheet-esp-2018.pdf>.

¹⁷³ Ministerio de Energía de Chile, "Descripción del proceso Energía 2050," 2018. [Online]. Available: https://www.opia.cl/static/website/601/articles-76887_archivo_01.pdf.

Brasil¹⁷⁴

Brasil es el país que más ha avanzado en la producción de Biogás y sus aplicaciones a nivel Latinoamericano. La Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL) en 2014, informa que la producción de electricidad a partir de biomasa correspondió al 8.75% de la producción eléctrica brasileña que corresponde a una capacidad instalada de 12.303 MW e incluye generación térmica con biomasa y con biogás. Se instalaron 3 nuevas plantas de biogás en 2014 para un total de 25 plantas de biogás conectadas a la red eléctrica, en este año se presentó una reducción del 12% en la generación con biogás atribuida a la curva de decaimiento del biogás de los vertederos. La mayoría de las plantas de biogás están ubicadas en propiedades agrícolas para procesar residuos y en rellenos sanitarios¹⁷⁵.

En Brasil la mayor parte del biogás se utiliza para producir electricidad y calor (cogeneración), mientras que el uso de biogás como combustible para vehículos es poco frecuente. Sin embargo, un proyecto desarrollado en ITAIPU Binacional, la Fundación del Parque Tecnológico de Itaipú, Scania, Haacke Farm y el Centro Internacional de Energías Renovables-Biogás/CIBiogás-ER demostró la viabilidad de usar biometano como combustible vehicular, generado a partir de RSU, aguas residuales y podas del centro educativo e industrial de ITAIPU.

Los sistemas de apoyo financiero que se muestran a continuación se usaron para estimular el biogás en Brasil:

- El programa se financia con fondos del BNDES, Folleto de ahorros rurales (MCR 6-4) y fondos Constitucionales, que se obtienen mediante impuestos a los recursos públicos. El grupo objetivo son los agricultores y sus cooperativas, incluida la transferencia a los asociados, con un límite de crédito de un millón de dólares estadounidenses por beneficiario por cultivo por año. Esta figura puede ser recibido independiente de otros créditos a los que el productor o la cooperativa tiene derecho y se basa en recursos controlados de crédito rural. La tasa de interés es 5.5% por año.
- PRONAF ECO: Crédito a proyectos con tecnología de energía renovable en plantas de tratamiento de residuos y tratamiento de efluentes. El grupo objetivo son los agricultores bajo PRONAF. El límite de crédito es R \$ 50,000 por beneficiario. La tasa de interés es del 2% anual. Fecha límite: 10 años con hasta 5 años de gracia.

Bolivia¹⁷⁶

Bolivia comenzó en 2007 un proyecto piloto de difusión de biodigestores, auspiciado por el programa Endev-Bolivia de la Cooperación Técnica Alemana (GIZ actualmente) y coordinado por el CIMNE. Este proyecto que fue prolongado durante cinco años, de seis meses en seis, meses su trabajo, de acuerdo a los resultados. El proyecto cerró en 2012

¹⁷⁴ Ídem Nota

¹⁷⁵ Mario Enrique Velásquez Lozano *et al.*, "ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL DE CONVERSIÓN A BIOGÁS DE LA BIOMASA EN COLOMBIA Y SU APROVECHAMIENTO INFORME FINAL EQUIPO INTERDISCIPLINARIO CONFORMADO POR LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN COLCIENCIAS," Bogotá, 2017

¹⁷⁶ Idem Nota 105

con 750 biodigestores tubulares plásticos domésticos instalados. La naturaleza del proyecto, con múltiples prórrogas y un equipo pequeño, ocasionó que nunca se lograra una visión a largo plazo de desarrollo de un sector de biodigestores en el país. Entre sus logros estuvo el desarrollo y validación de la adaptación de los biodigestores tubulares a las condiciones de clima frío mediante un diseño de calefacción solar pasiva, ampliando así las condiciones climáticas de trabajo de estos sistemas de bajo costo. El posicionamiento de los biodigestores tubulares de plástico como tecnología más barata y accesible, acorde con los horizontes económicos de los productores más empobrecidos, fue otro de sus aportes al panorama internacional. Otro aspecto es la incorporación de las universidades y ONGs en investigación y desarrollo en condiciones reales de operación, tanto en evaluación de biodigestores, diseños y aplicaciones de biogás y biol. En 2011 se fundó en el Altiplano boliviano el Centro Investigación de Biodigestores, Biogás y Biol (CIB3). Debido a que en Bolivia existe un subsidio al gas que lo hace muy accesible a las familias, los biodigestores pierden parte de su atractivo (biogás) y se decidió hacer una fuerte apuesta por los usos productivos de biogás (aunque sin resultados específicos al contrario del caso de Nicaragua) y usos del biol (fertilizante).

Esto condujo a que existiera un gran número de productores interesados en los biodigestores, no por el biogás o su capacidad de tratamientos de residuos, si no por el fertilizante que producía. Sin existir políticas concretas desde el gobierno que impulsaran la difusión de biodigestores, pero con apoyo de la cooperación internacional, el proyecto estuvo siempre enfocado a los productores más empobrecidos, los más pequeños y vulnerables, con subsidios del 33% del costo del biodigestor. En 2012-2013 se realizaron los estudios de factibilidad y el plan de un programa nacional de biogás, pero no se logró apalancar el financiamiento necesario para su desarrollo. El caso de Bolivia muestra un punto intermedio, indeterminado, en el que no se contó con emprendimientos empresariales apoyados por políticas medioambientales o cooperación internacional y tampoco con una fuerte base social organizada a través de una red, ni un programa nacional de biogás con visión a largo plazo, logrando impactos únicamente mientras duró el proyecto, pero con pocas réplicas posteriores.

Argentina¹⁷⁷

El gobierno argentino a través de su programa RenovAr impulsó el desarrollo y la implementación de energías renovables. El programa se lleva a cabo desde 2016 y se espera que finalice en el año 2025. Por medio de una convocatoria, la cual se realizó a través de CAMMESA, quien entró en representación del gobierno argentino y los implicados en el mercado eléctrico mayorista, se espera que empresas del sector energético entren en el mercado y cubran la asignación de potencia total requerida (15 MW para Biogás).

Aunque Argentina tiene una cobertura amplia del sistema energético en las principales ciudades y provincias, varias áreas rurales aún dependen de tecnologías como la quema de leña y kerosene. Por este motivo, Argentina fue uno de los primeros países interesados en América Latina en implementar políticas que fomentaran el desarrollo de tecnologías de

¹⁷⁷ Idem Nota 105

producción de energías renovables. Esto se puede observar por medio de la aplicación de la ley 26190 de 2006 donde se establece que el 8% de la producción energética debe hacerse por medio de energías renovables en 2016. En adición, la ley 27191 de 2016 (la cual sustituye a la anterior), bajo condiciones reguladas apunta a un 20% en 2020. Cabe resaltar que dichas leyes e incentivos recibieron críticas al mostrar requerimientos bajos en comparación a políticas empleadas en otros países¹⁷⁸.

A la par de la ejecución del programa RenovAr, la creación del fondo para el desarrollo de las energías renovables, el aval del banco mundial y los principales incentivos previstos en la ley 27191 de 2015 posicionan a Argentina como un país líder en la transición de energías convencionales a energías renovables. Entre dichos beneficios se encuentra: Recuperar de manera anticipada el IVA y La opción de amortizar de forma acelerada los bienes, en adición a que los bienes no se tendrán en cuenta a la hora de pagar el impuesto a la ganancia. Además, Los productores de biocombustibles no tendrán que aportar al fondo hídrico de infraestructura ni el impuesto al gas oil, dependiendo si los biocombustibles son puros o una mezcla¹⁷⁹.

A lo largo del país argentino, el proyecto renovar ha adjudicado 37 proyectos de generación de Biogás (64,9 MW totales), los cuales tienen un precio promedio ponderado de 159,7 USD/MWh. Dichos proyectos tienen una capacidad que oscila entre 0,72 y 3,00 MW.

3.4. Pellets, Briquetas Y Carbón De Leña¹⁸⁰

3.4.1. Pellets, Briquetas Y Carbón De Leña En Colombia

Un Caso específico

En Colombia, de acuerdo a la ley 1715 de 2014, se incluyeron los sistemas de producción de energías renovables no convencionales, dentro de los cuales, se encuentran aquellos que funcionan por medio del aprovechamiento de biomasa (pellets, briquetas, entre otros). Esta política se consideró de interés social y un pilar para el desarrollo del país¹⁸¹.

Por otra parte, la presidencia de la república también ha iniciado programas como aquel denominado “Colombia E2”, el cual busca que a través de empresas emprendedoras se puedan sustituir sistemas de energías convencionales por aquellos que emplean fuentes renovables. Este programa subsidia a las empresas con dos mil millones de pesos¹⁸².

¹⁷⁸ P. Schaub, W. Ortiz, and M. Recalde, “Status and future dynamics of decentralised renewable energy niche building processes in Argentina,” *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 35, no. November 2017, pp. 57–67, 2018.

¹⁷⁹ Congreso Argentino, “Ley 27191 de 2016,” no. 67, p. 1235213, 2015.

¹⁸⁰ Ídem Nota 105

¹⁸¹ Congreso de Colombia, “LEY 1715 DE 2014,” *law*, vol. 151, no. 4. pp. 1–46, 2014.

¹⁸² Presidencia de la República de Colombia, “Presidente Duque presentó el programa ‘Colombia E2_ Emprendimiento x Energía’, para fortalecer industria de energías renovables,” 2019.

En el año 2015, el gobierno colombiano lanzó un programa que buscó realizar la sustitución (totalmente subsidiada) de sistemas de calefacción de leña mediante unos más eficientes¹⁸³. En el pliego de lineamientos se definió una estufa limpia y eficiente como aquella que cumpliera tres condiciones: Tener una eficiencia térmica mayor o igual a 25%, que produzcan menos de 0,49 g/min de CO y menos de 8 g/min de material particulado (para emisiones intradomiciliarias) y ≤ 9 g/MJ de CO y ≤ 168 mg/MJ de material particulado PM 2,5 (para emisiones globales). De acuerdo a esto, se implementaron los nuevos sistemas de calefacción, teniendo en cuenta que muchos trabajaban el mismo tipo de biomasa que las anteriores (leña), pero de una manera más eficiente. De hecho, dentro de los lineamientos del programa se expone que la contaminación se puede reducir hasta en un 94,2%, partiendo del hecho de que solo se ha mejorado el diseño, pero no se ha trabajado con materias primas más eficientes como pellets o chips de biomasa.

El anterior proyecto muestra como lecciones aprendidas el hecho de que es importante cambiar hábitos culturales en las poblaciones hacia las cuales va dirigido el proyecto y el hecho de que para lograr esto se necesita tiempo (un plazo prudente entre 5 y 10 años). También se resalta la necesidad de evaluar las mejoras en la eficiencia, la reducción en la contaminación y la mejoría en la calidad de vida de las personas, ya que son estándares básicos para el cumplimiento del proyecto.

3.4.2. Experiencias Internacionales

Dada la ineficiencia energética del carbón de leña, a continuación, se presenta como ejemplo las experiencias en uso de pellets y briquetas en países como España, Rusia, y Canadá.

España

El gobierno español lanzó el programa de energías renovables (2011-2020), el cual contiene la hoja de ruta que seguirá el país en la segunda década del siglo XXI. Los objetivos de dicho programa están alineados con la directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables. Adicionalmente, atiende los mandatos del Real Decreto 661/2007, en donde se regula la actividad de la producción de energía eléctrica en régimen especial y de la Ley 2/2011, de Economía Sostenible¹⁸⁴.

Actualmente, la mayoría del consumo térmico final de biomasa en España proviene del sector forestal, utilizándose en sector doméstico, mediante sistemas convencionales poco eficientes (uso de leñas en equipos obsoletos), los cuales generan contaminación y pueden ser perjudiciales para la salud humana. También, la biomasa se emplea en industrias forestales para autoconsumo o cogeneración, donde, existe una potencia instalada de 533

¹⁸³ D. C. . C. Concha, María Cecilia; Pabón, Giovanni; Cerón Viviana. -- Bogotá and 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, *Lineamientos Para Un Programa Nacional De Estufas Eficientes Para Cocción Con Leña*. 2015.

¹⁸⁴ IDAE, "IDAE," 2019. [Online]. Available: <https://www.idae.es/>.

MW la cual es abastecida con residuos agrícolas y forestales. Para mitigar la situación generada por el uso de fuentes de energía convencionales, el programa de energías renovables 2011-2020 contempla impulsar el desarrollo y aplicación de tecnologías que empleen pellets en el sector residencial. Lo anterior se logra mediante campañas de difusión, desarrollo legislativo y nuevos sistemas de apoyo financiero, de incentivos y de ayudas públicas a la inversión. El crecimiento en la producción eléctrica con biomasa se efectúa mediante pequeñas cogeneraciones y centrales eléctricas con una capacidad instalada de alrededor de 15 MW, para lo que se plantean nuevos sistemas de financiación y mejoras en el sistema de retribución de la energía eléctrica renovable, sobre todo para aquellas instalaciones con menos de 2 MW¹⁸⁵.

Rusia

En concordancia con lo publicado en el reporte anual de biocombustibles del gobierno ruso¹⁸⁶, Los biocombustibles representan un porcentaje muy bajo en la matriz de energía de esta nación (solamente 1,2%). En cuanto al uso de biomasa, el uso es mucho más bajo (un 0,5%). Sin embargo, Rusia tiene un alto potencial en la producción de energía a partir de biomasa. Por ejemplo, la agencia federal forestal considera la producción de energía a partir de biomasa como la principal alternativa de desarrollo, ya que se producen grandes cantidades de residuos de madera (hasta 8 millones de metros cúbicos), las cuales son empleadas en la producción de energía en tiempos de recesión energética. Es de resaltar que la ausencia de políticas de aprovechamiento de biomasa, a causa de la alta dependencia en combustibles fósiles, hace que solo grandes industrias estén interesadas en entrar al mercado de la biomasa (especialmente pellets)¹⁸⁷.

En adición, gobiernos como el de Japón, Corea y algunos miembros de la unión europea han aumentado su interés en obtener pellets. Por esta razón, la demanda de dicha materia prima ha aumentado en Rusia¹⁸⁸.

Finalmente, en el año 2016 se creó ENBIO. Una organización hecha con el objetivo de desarrollar el campo de las energías renovables en Rusia y alinear el sector energético, con objetivos globales como la conservación y la lucha contra el cambio climático a causa de la contaminación. Una de sus principales metas es el generar una política de autoconsumo en localidades aisladas dentro del territorio ruso¹⁸⁹.

¹⁸⁵ Idae, "Resumen del Plan de Energías Renovables." p. 64, 2011

¹⁸⁶ FAS-Staff, "Russian Federation Biofuels Annual Biofuels Sector Update." p. 21, 2016.

¹⁸⁷ FAS-Staff, "Russian Federation Biofuels Annual Biofuels Sector Update." p. 21, 2016.

¹⁸⁸ FAS-Staff, "Russian Federation Biofuels Annual Biofuels Sector Update." p. 21, 2016.

¹⁸⁹ ENBIO, "Russian Bioenergy Association (ENBIO) - Bioenergy Europe," 2016. [Online]. Available: enbio.ru/.

Canadá

Canadá desde hace algunos años se ha convertido en uno de los mayores productores de energía a partir de Biomasa. De acuerdo a la publicación hecha por García et al¹⁹⁰, Canadá es uno de los principales productores de pellets a nivel mundial, llegando a casi dos millones de toneladas en el año 2014, solo por detrás de Estados Unidos y Alemania. Adicionalmente, la asociación canadiense Wood Pellet Association of Canada (WPAC) informa que desde 2010, la exportación de pellets ha aumentado en un 240% hasta la actualidad¹⁹¹. Conforme a lo publicado por NEB¹⁹², Canadá posee un sistema de energía proveniente de biomasa con una capacidad instalada de 2408 MW con 70 plantas.

En cuanto al desarrollo de tecnologías, la WPAC ha entablado varios convenios con entidades europeas, los Estados Unidos y en general a nivel internacional, para fomentar la investigación y contribución a estandarización de procesos de producción de pellets¹⁹³.

Con el fin de contribuir a mejorar las cifras de producción energética proveniente de biomasa, el gobierno canadiense puso en marcha el denominado “Programa de biomasa”. Por ejemplo, en la provincia de Manitoba, en 2016, el gobierno a través del programa subsidió con USD\$ 500.000 a los usuarios de carbón que realizaran una transición a tecnologías que utilicen biomasa, mientras que otorgaron otros USD\$ 500.000 para el desarrollo investigativo. Los beneficios también iban aplicados para aquellos pequeños consumidores que quisieran cambiar sus sistemas de calefacción a aquellos que utilicen pellets o briquetas de madera como alimento. Dicho subsidio era de USD\$50.000¹⁹⁴.

Argentina

Por medio del programa RenovAr, el país argentino promovió la implementación de energías renovables. El periodo de ejecución del programa va desde 2016 hasta 2025. Gracias a una convocatoria realizada por CAMMESA, se espera que empresas del sector

¹⁹⁰D. P. Garcia, J. C. Caraschi, G. Ventorim, and F. H. A. Vieira, “Trends and challenges of Brazilian pellets industry originated from agroforestry,” *Cerne*, vol. 22, no. 3, pp. 233–240, 2016.

¹⁹¹ Wood Pellet Association of Canada, “Government organizations contribute to our success: WPAC,” 2017. [Online]. Available: <https://www.pellet.org/wpac-news/wpac-government-organizations-contribute-to-our-success>.

¹⁹² NEB, “NEB - Canada’s Adoption of Renewable Power Sources - Energy Market Analysis - Biomass,” 2019. [Online]. Available: <https://www.neb-one.gc.ca/nrg/sttstc/lctrct/rprt/2017cnddptnrnwblpwr/bmss-eng.html>.

¹⁹³ Wood Pellet Association of Canada, “Government organizations contribute to our success: WPAC,” 2017.

¹⁹⁴ Government of Canada, “Biomass Program Continues to Support Transition to Renewable Energy in Manitoba - Canada,” 2016. [Online]. Available: <https://www.canada.ca/en/agriculture-agri-food/news/2016/07/biomass-program-continues-to-support-transition-to-renewable-energy-in-manitoba.html>.

energético entren en el mercado y cubran la asignación de potencia total requerida, entre 1 y 65 MW para biomasa, pellets y/o briquetas¹⁹⁵.

Adicionalmente, a través de la puesta en marcha de la ley 26190 de 2006, se fijó un plan de trabajo para que el 8% de la producción energética debiera hacerse mediante energías renovables en 2016. Posteriormente, la ley 27191 de 2016 establece que se debe producir un 20% en 2020¹⁹⁶. Estas leyes fijan ciertos beneficios para el productor de energías renovables como recuperar de manera anticipada el IVA y La opción de amortizar de forma acelerada los bienes, además de que estos no entran dentro de los conceptos a tener en cuenta a la hora de pagar el impuesto a la ganancia¹⁹⁷.

El programa renovar ha adjudicado 18 proyectos de producción energética por medio de biomasa (pellets y briquetas) con una capacidad instalada de 157,7 MW, los cuales tienen un precio promedio ponderado de 116,5 USD/MWh. Dichos proyectos tienen una capacidad que oscila entre 2,00 y 37,00 MW¹⁹⁸. Dentro de estos proyectos, uno de los más importantes denominado Central Térmica San Alonso, ubicado en la provincia de corrientes, tiene una capacidad instalada de 37 MW. Dicha energía es producida a partir de chips provenientes de residuos de biomasa forestal.

En adición, durante los últimos años se ha notado un crecimiento en el interés de producir energía renovable provenientes de biomasa, por parte de entidades no gubernamentales. Por ejemplo, la empresa PetroChubut implementó la producción de pellets para su uso y comercialización en la provincia de Chubut, con el fin de incentivar el uso de este tipo de combustible por parte de la población. Además, se instalaron estufas de 8.000 calorías, las cuales consumían entre 10 y 12 kilogramos de pellets, en varias estaciones de las localidades de la provincia, con el fin de disminuir la demanda energética local¹⁹⁹.

Otro caso es el que se presenta con el “Proyecto para la promoción de la energía derivada de biomasa”, presentado por la entidad argentina PROBIOMASA²⁰⁰, donde se pretende realizar una transición de energías convencionales al uso de biomasa. Se busca realizar una conversión de calderas, secadores y hornos industriales, para que puedan utilizar briquetas como combustible. Así mismo, estufas y calderas del sector residencial a pellets. También se pretende incentivar la comercialización de este tipo de biocombustibles.

¹⁹⁵ MEMyM, “Abastecimiento De Energía Eléctrica a Partir De Fuentes Renovables a Través De Cammesa En Representación De Los Agentes Distribuidores Y Grandes Usuarios Del Mercado Eléctrico Mayorista.” 2016.

¹⁹⁶ P. Schaube, W. Ortiz, and M. Recalde, “Status and future dynamics of decentralised renewable energy niche building processes in Argentina,” *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 35, no. November 2017, pp. 57–67, 2018.

¹⁹⁷ Congreso Argentino, “Ley 27191 de 2016,” no. 67, p. 1235213, 2015.

¹⁹⁸ M. de energía y Minerías, “Ministerio de Energía y Minería, Proyectos adjudicados,” 2019. [Online]. Available: <https://www.minem.gob.ar/www/833/25897/proyectos-adjudicados-del-programa-renovar>

¹⁹⁹ R. CHUBUT, “PetroChubut promueve el uso de pellets como combustible para calefacción Argentina,” *EL CHUBUT*, 28-Jul-2018.

²⁰⁰ PROBIOMASA, “Proyecto para la promoción de la energía derivada de biomasa,” 2018. [Online]. Available: <http://www.probiomasa.gob.ar>.

Chile

Chile, por medio de la política “energía 2050” ha impulsado el crecimiento de tecnologías de producción de energía con origen renovable. El plan a seguir, el cual se presentó en el año 2014, visualiza que para el año 2035 un 60% de la energía chilena se produzca mediante fuentes renovables. Así mismo, se espera que en el 2050 se produzca un 70%²⁰¹.

También se fomentó la producción de energías renovables a través del programa 4e, el cual por medio del proyecto NAMA busca propiciar la aplicación de tecnologías para producción de energía mediante autoconsumo (biomasa, entre otras). Este tipo de políticas de avance energético son principalmente importantes en el crecimiento económico, social e industrial de comunidades que quieran mitigar el gasto público²⁰²²⁰³

Durante los últimos años, han surgido varios programas enfocados a aumentar el uso de biomasa como biocombustible en pro de reemplazar las tecnologías convencionales de producción de energía como las estufas de leña. En 2012, el gobierno chileno a través del ministerio de medio ambiente lanzó un programa denominado: “Programa de reemplazo de estufas en el sector residencial e industrial”. Se demostró que la contaminación atmosférica en el país chileno era producida en gran parte por el uso de estufas de leña. El PM2.5 en una concentración de 20 µg/m³ estaba presente en el ambiente, dentro del cual convivían aproximadamente diez millones de personas. Para el año 2012, hasta 4.000 estufas del sector residencial fueron reemplazadas. Mientras tanto, para 2017, este número se elevó hasta en tres veces gracias a la interacción con fabricantes locales. En el año 2013 la producción de pellets era de 29.000 toneladas al año, mientras que para 2020 se espera que la producción sea de 190.000²⁰⁴.

El programa de recambio de calefactores de leña planteado por el gobierno chileno a través del ministerio de medio ambiente logró hasta el año 2017 un número de 23.795²⁰⁵.

Brasil

De acuerdo con lo publicado por García et al²⁰⁶, para 2014 Brasil producía 62.000 toneladas de pellets. Esto no lo posiciona como un fuerte competidor en este tipo de mercado energético si se compara con otros países como Estados Unidos o Canadá, que producen del orden de dos millones o más de toneladas por año. Sin embargo, bajo un estudio hecho por los mismos autores se llegó a la conclusión de que Brasil está en capacidad de producir hasta 200.000 toneladas al año, con base en la agroindustria del pino, y los residuos como

²⁰¹ Ministerio de Energía de Chile, “Descripción del proceso Energía 2050,” 2018. [Online]. Available: https://www.opia.cl/static/website/601/articles-76887_archivo_01.pdf.

²⁰² Congreso de Colombia, “LEY 1715 DE 2014,” *law*, vol. 151, no. 4. pp. 1–46, 2014.

²⁰³ J. M. Rincón and E. Silva, Editores; Bioenergía. Bogotá, 2014.

²⁰⁴ Bioenergy International, “Chile aumenta el uso de pellet,” 2017. [Online]. Available: <https://bioenergyinternational.es/chile-aumenta-el-uso-de-pellet/>.

²⁰⁵ Universidad de Chile, “Evaluación Programa de Recambio de Calefactores a Leña del Ministerio del Medio Ambiente INFORME FINAL,” Santiago de Chile, 2019

²⁰⁶ D. P. Garcia, J. C. Caraschi, G. Ventorim, and F. H. A. Vieira, “Trends and challenges of Brazilian pellets industry originated from agroforestry,” *Cerne*, vol. 22, no. 3, pp. 233–240, 2016.

el bagazo de caña. Lo anterior implica que el país brasileño posee un alto potencial de expansión en la producción de pellets.

Además, en la hoja de ruta implementada por el gobierno brasileño el plan decenal de energía (PDE) a 2026, se muestra que para 2017 hubo una capacidad de producción energética de hasta 9,4 GW solo a partir de biomasa generada en procesos de producción de etanol. Dentro de este mercado se encuentra la oportunidad de entrar con otro tipo de residuos vegetales²⁰⁷.

De las políticas de crecimiento en energías renovables se han otorgado facilidades para aquellas empresas que quieran incursionar en dicho mercado. Aunque a nivel regional o domiciliario se ha implementado más el mejoramiento de la eficiencia de estufas de leña, que el reemplazo por sistemas con alimentación biomásica²⁰⁸, el crecimiento a nivel industrial de la utilización de biomasa es notable. Por ejemplo, FEPAM, quien constituye una entidad regulatoria y de protección del medio ambiente en el estado de Rio Grande del sur, otorgó una licencia de funcionamiento para una planta de 50 MW que funciona a partir de pellets de madera producidos por la compañía Pellco Brasil, quien además de producir electricidad, estará en la capacidad de exportar pellets de madera para su aprovechamiento a países como Japón²⁰⁹.

Lecciones aprendidas

Con base en las experiencias descritas anteriormente, a continuación, se resaltan las siguientes lecciones aprendidas.

- Los pellets y las briquetas son combustibles de biomasa moderno que por sus características de baja humedad y alto poder calorífico tienen una buena combustión y bajas emisiones de gases de efecto invernadero.
- Los pellets por su tamaño se pueden controlar fácilmente en la alimentación al hogar de combustión y en esta forma evitar quema innecesaria del combustible y por lo tanto hay un uso eficiente que no ocurre con la leña.
- La producción de pellets facilita la utilización de residuos agrícolas y pastos cercanos al hogar campesino.
- La mayoría de los países están implementando plantas de pelletización para la producción de combustible doméstico y la generación de energía eléctrica en sustitución de combustibles fósiles.
- La mayor parte de los países en desarrollo subsidian la implementación de plantas de producción de pellets para uso doméstico y sustitución de leña.
- El carbón de leña tiene ventajas ambientales y se puede usar en apartamentos sin necesidad de tener campanas de extracción en la chimenea, pero la eficiencia energética en su producción es baja, por lo cual, solo se utiliza en usos para aumentar la comodidad del usuario como por ejemplo en asados tradicionales y en calefacción.

²⁰⁷ Ministério de minas e energia Brasil, "PDE BRASIL 2026." 2018

²⁰⁸ Ecofogão, "Fogão a lenha ecológico Ecofogão." [Online]. Available: <https://ecofogao.com/>

²⁰⁹ FEPAM, "FEPAM," 2019. [Online]. Available: <http://www.fepam.rs.gov.br/>.

Ventajas y desventajas

Tabla 24. Ventajas y Desventajas de implementación de pellets, briquetas y carbón de leña

Energético	Ventajas	Desventajas
Pellets	<ul style="list-style-type: none"> - Bajas emisiones de contaminantes - Aprovechamiento de residuos vegetales - Bajo o nulo gasto energético en carbonización, ya que no es necesario un proceso térmico - Alta densidad por lo que el volumen del hogar de la combustión no es grande - Alta resistencia mecánica - Composición química uniforme facilita el uso del pellet en procesos continuos - Facilidad de disposición y transporte 	<ul style="list-style-type: none"> - La utilización de los pellets es más para sistemas masivos como pequeñas industrias, sistemas de calefacción, y no se puede utilizar para reemplazar la leña en estufas domésticas de leña sin antes hacerle las modificaciones del caso de la estufa, dependiendo del tipo de pellet en el mercado. - Gastos energéticos elevados en el secado de la biomasa y en el proceso de compresión, por lo que es necesario equipos especializados para su producción - Alta dependencia del tamaño de partícula del material, es necesario moler la biomasa a un tamaño uniforme.
Briquetas	<ul style="list-style-type: none"> - Bajas emisiones de contaminantes. - Aprovechamiento de residuos vegetales - Bajo o nulo gasto energético en carbonización, ya que no es necesario un proceso térmico - Facilidad de disposición y transporte 	<ul style="list-style-type: none"> - Puede necesitar aglomerantes, normalmente se utilizan arcillas y almidones - Gastos energéticos elevados en el secado de la biomasa - Alta dependencia del tamaño de partícula del material - Poder calorífico variable - Baja densidad, en comparación a los pellets - Baja resistencia mecánica en comparación a la de los pellets - Diámetro de partícula grande. - Poder calorífico variable
Carbón de leña	<ul style="list-style-type: none"> - Pretratamiento sencillo de la biomasa - Alto poder calorífico - Producción de altas cantidades en sistemas batch - Emisiones controladas de CO, CO₂, H₂S y SO_x 	<ul style="list-style-type: none"> - Altos costos energéticos en la carbonización de la biomasa - Díficil disposición y transporte

Fuente: Elaboración propia. Consultores Corpoema

3.5. Energía Eléctrica

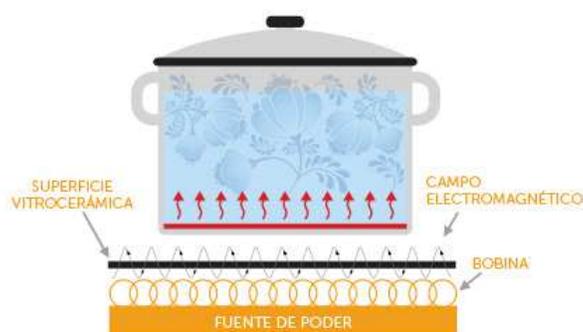
3.5.1. Estufas de inducción en Colombia

Definición

Una estufa de inducción es una cocina vitrocerámica que funciona con electricidad y que es considerada como altamente eficiente dado a que aprovecha la energía mucho más que cualquier otro tipo de cocina, ya que calienta directamente los recipientes por inducción en vez de calentar la propia cocina.

La principal diferencia con la cocina eléctrica tradicional es que la cocina eléctrica tradicional utiliza resistencias eléctricas para calentar la superficie posteriormente calentar los recipientes, mientras que la cocina de inducción genera un fenómeno de inducción electromagnética y calienta directamente el recipiente en un solo paso, por lo que es mucho más eficiente y económica. A continuación, se presenta una ilustración del funcionamiento de una estufa de inducción.

Ilustración 4. Principio de funcionamiento de una estufa de inducción



Fuente: Tomado de la página web: Ecuador Cambia. Link: <http://www.ecuadorcambia.com/home.php?op=info>

La manera cómo funciona la estufa de inducción es a través de un generador electrónico, el cual suministra energía a una bobina que produce un campo electromagnético de alta frecuencia. El campo electromagnético penetra el recipiente (que tiene que ser de material ferro magnético) y establece una circulación de corriente eléctrica que genera calor. El calor generado en el recipiente se transfiere al contenido que se encuentra en su interior. Al hacer uso de kits de ollas especiales para este tipo de estufas, el campo no afecta nada fuera del recipiente, lo que hace que en cuanto se retire el recipiente de la cocina, esta detiene la generación de calor.

En la actualidad no existen programas en el país que impulsen la utilización de estufas de inducción en el territorio colombiano o la cocción con energía eléctrica, por lo que a continuación se reseña un caso en particular que se presenta en el país para la cocción de alimentos en el municipio de Mitú y un caso de implementación de estufas de inducción para el país de Ecuador, quienes no tuvieron una experiencia positiva no por la eficiencia

de las estufas sino por la mala ejecución de los proyectos y la falta de información a los usuarios de cómo hacer uso de estas.

3.5.2. Caso: Energía eléctrica en Mitú

El municipio de Mitú tiene una población de 32.457 habitantes para 2018 según proyecciones del DANE, de los cuales el 51.91% están ubicados en las zonas urbanas, el índice de pobreza multidimensional es del 76% y un 51,77% de la población tiene sus necesidades básicas insatisfechas demostrando un rezago en relación al nivel nacional que es 19.66%; es la capital del departamento del Vaupés ubicado a las laderas del río Vaupés perteneciente a la Amazonia Colombiana, por su georreferenciación forestal el acceso y la conectividad es dificultoso, limitándolo a vías aéreas y fluviales que afectan los niveles de desarrollo en la zona.

La prestación del servicio de energía eléctrica ha sido uno de los factores afectados por las dificultades de acceso en el municipio, hecho que se ve reflejado en los costos unitarios, según Diagnostico de prestación del Servicio de Energía Eléctrica presentado en noviembre de 2018 por la Superintendencia de servicios públicos domiciliarios es de \$3.117 kWh el más alto registrado en los municipios colombianos, que se explica por la aplicación de la Resolución 181891 de 2008 del Ministerio de Minas y Energía, que reconoce los costos reales de generación. Este valor se contrasta con las tarifas aplicadas a diciembre de 2017 en Mitú: Estrato uno 251,53, Comercial 599.94 y Oficial 807,5 tomando como referencia la comercializador de la zona Empresa de Energía Eléctrica del departamento del Guaviare (Superintendencia de Servicios Públicos. 2018. Pág. 35). Lo que nos lleva a afirmar que el estado colombiano asume en el caso de los usuarios de estrato uno el 91, 93%, comercial 80,75%, y oficial 74.09%, que se convierten en una inversión significativa en la zona.

Se hace necesario tener en cuenta además que para el 2017 se registran 1770 suscriptores, durante 2018 la empresa GESTION ENERGETICA S.A ESP (GENSA) se encontraba ejecutando un proyecto que permita la instalación de medidores en el municipio para garantizar un esquema de sostenibilidad, sin embargo, la falta de sensibilización social con las comunidades imposibilitó la implementación de estos, lo que dificulta medir los niveles de consumo de los usuarios y establecer la magnitud real del problema; aun con estas características, la agencia de noticias de la Universidad Nacional el consumo promedio mensual de un usuario residencial en Vaupés es de 314 kilovatios por hora, el cual supera el 200% del promedio nacional datos obtenidos del CENSO realizado por la Universidad junto con GENSA (Agencia de Noticias Manizales. 2018).

La ausencia de gas natural y la prohibición de la tala de árboles en el municipio hace que las familias usen la energía eléctrica en la preparación de los alimentos, el exceso o mal uso de aire acondicionado y la iluminación pública, usos no convencionales que determinan los altos niveles de consumo de energía eléctrica en la zona (Agencia de Noticias Manizales. 2018).

Durante las últimas visitas realizadas a Mitú se evidencia que el tema de la instalación de medidores ha generado grandes resistencias en la población, por el temor al aumento de los valores de las facturas en el municipio ya que los valores pagados por el consumo son irrisorios.

Pensar en buscar soluciones al excesivo gasto de energía eléctrica en Mitú, es una tarea necesaria que implica tener en cuenta varios aspectos:

- Realizar procesos de concertación con las autoridades locales y las comunidades, que posibilite que los habitantes de la población reconozcan que es una problemática que requiere un cambio en sus hábitos diarios y no genere resistencias que impidan la ejecución del proceso.
- Tener en cuenta los rasgos culturales de las poblaciones a intervenir ya que como lo señala José Iturriaga “Comer es el acto biológico; cocinar es un acto cultural”, teniendo en cuenta además la diversidad cultural presente en el municipio.
- Reconocer que las actividades domésticas están a cargo principalmente de las mujeres lo cual implicar identificarlas como un actor central en el desarrollo de estos procesos de disminución del gasto de energía eléctrica.

3.5.3. Experiencias Internacionales

Estufas de inducción en Ecuador

Aproximadamente el 92% del Gas Licuado de Petróleo (GLP) que se utiliza en el Ecuador se consume en el sector residencial, de cual el 78% debe ser importado. Dado a que el precio del combustible se ha mantenido bajo sin importar las fluctuaciones del mismo en el mercado internacional, el estado debió asumir un elevado subsidio que alcanzaba los USD 700 millones por año²¹⁰ Este panorama refleja la dependencia del país por un energético importado que hacen que salga del país una importante suma de divisas que afecta entre otras cosas la balanza comercial.

Con la finalidad de cambiar la matriz energética que permita mitigar el uso de GLP en el país, se buscó sustituir las estufas que hacían uso del GLP por estufas de inducción cuyo energético es la electricidad. De esta manera, los hogares ecuatorianos podrían hacer uso de fuentes limpias de energía enfocadas en la utilización de energía generada localmente.

Es así que a principios del 2014 surge el Programa Cocción Eficiente, el cual buscaba introducir aproximadamente 3 millones de cocinas eléctricas de inducción en el país, con la intención de beneficiar a la misma cantidad de hogares y solventar su dependencia al GLP. Estas cocinas estarían acompañadas de sus respectivos kits de inducción referentes a un juego de ollas de características adecuadas para la nueva tecnología.

²¹⁰ Ministerio de Industrias y Productividad. Convocatoria para la presentación de expresiones de interés y calificación de proveedores de cocinas de inducción para el programa cocción eficiente, 2014

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, a través de las empresas eléctricas distribuidoras del país, se encuentra reforzando las redes eléctricas de distribución (incluyendo acometidas, medidores y circuitos internos a 220V) para que se pueda hacer uso en los hogares ecuatorianos de la nueva tecnología de cocción. “El estado entregará un crédito blando al abonado del sistema eléctrico ecuatoriano que lo solicite, para que pueda adquirir una cocina de inducción. El abonado deberá acercarse a una de las cadenas comerciales de distribución de artefactos electrodomésticos y escoger un modelo de cocina de inducción que esté calificado dentro del Programa Cocción Eficiente. El abonado adicionalmente podrá adquirir con financiamiento un juego de ollas para cocinas de inducción y en el caso que elija una cocina de inducción de 2 zonas, también podrá adquirir con financiamiento una olla arrocera”²¹¹.

De esta manera, los abonados que hayan sido beneficiarios y adquieran el servicio, es decir que cuenten con las condiciones técnicas para la instalación de la estufa, serán inmediatamente registrados en las bases de datos de las empresas eléctricas como beneficiarios de una tarifa o incentivo tarifario que será aplicado en el mes siguiente de la compra de la nueva estufa. Cabe resaltar que los incentivos del Programa estaban dirigidos exclusivamente a cocinas eléctricas de inducción y no a cocinas eléctricas convencionales. Los incentivos para adquirir la nueva estufa eran el financiamiento de la compra por parte del Estado con un plazo hasta de 36 meses que iban a ser pagados por medio de la planilla eléctrica y, hasta 80 kWh mensuales de energía gratis para cocinar hasta el 2018.

Resultados

- Este programa catalogado como emblemático por el gobierno anterior concluyó sin el éxito esperado dado a que se planteaba la entrega de 3 millones de estufas de inducción de las cuales solo se ejecutaron el 9.7%, es decir 291.413 estufas. A finales del año 2018 esta cifra subió a 388.762
- A través de la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL), se impulsó la compra de aproximadamente un millón de estufas eléctricas en tres contrataciones con empresas chinas (Midea, Haier y Kenmec) por un monto de 216,4 millones. De estas, sólo 145.000 llegaron a Ecuador, evaluadas en 23 millones, según documentos del servicio de contratación pública (Sercop) de este año, es decir 3 años después de que se llevó a cabo la firma de los contratos. Dos de los tres contratos pactados fueron terminados de manera unilateral por la CNEL a pesar de que se registraron como incumplimientos de los contratistas.
- De igual modo no se hicieron entrega a tiempo de los kits de cocina por lo que se limitó aún más el uso de las estufas de inducción en los hogares ecuatorianos.
- Aunque la implementación de estufas de inducción es una medida benefactora para países que no tienen un mercado de GLP que autosatisfaga el consumo del mismo en los hogares, su implementación pone en reto la aplicación de políticas efectivas.

²¹¹ Ministerio de Industrias y Productividad. Convocatoria para la presentación de expresiones de interés y calificación de proveedores de cocinas de inducción para el programa cocción eficiente, 2014

El control y la evaluación de estas medidas deben ser efectivas y deben garantizar su sostenibilidad en el largo plazo, como también contar con subsidios progresivos.

3.6. Conclusiones del estado del arte

Dentro de los principales hallazgos sobre la sustitución de biomasa-leña tanto en el territorio colombiano como a nivel internacional, se encontró que:

Estufas Mejoradas

- Los programas de estufas eficientes no cuentan con pruebas de eficiencia, ni evaluaciones expos referentes a la reducción de las emisiones que los nuevos prototipos ayudarían a mitigar con su implementación.
- Se debe tener una planificación integral y participativa de los proyectos, que garantice el éxito de los mismos en el largo plazo e involucre a las comunidades brindando conciencia de la importancia de adquirir nuevas tecnologías de cocción.
- Por otro lado, es importante que se brinde un enfoque de asesoramiento y asistencia técnica para el mantenimiento de las estufas de manera que se garantice el éxito de la instalación en el hogar. Es recomendable que las estufas sean construidas por gente perteneciente a la zona de implementación de las medidas, ya que esto permitirá y garantizará que exista personal capacitado para reparar y realizar los mantenimientos necesarios en las nuevas estufas. Cabe resaltar que el éxito de la implementación de estufas eficientes en el territorio rural no se encuentra garantizado dado a factores externos de uso y manipulación.
- Para garantizar la sostenibilidad a largo plazo, se debe dar un enfoque totalmente comercial, es decir, generar un mercado (a menos de que las condiciones particulares de la zona ameriten otro enfoque), que permita el desarrollo de programas de micro finanzas con el fin de mejorar la accesibilidad a las hornillas o la utilización de financiación de carbono. Esta medida es contraproducente dado a que el acceso a la leña es de manera principalmente gratuita y no habría incentivos para cambiar de energético por lo que la implementación de nuevos proyectos debe tener un enfoque comercial, pero considerando el bajo nivel de ingreso de las familias, por lo que será necesario el empleo de esquemas de subsidios
- En el caso rural, se ha observado que la llegada de un nuevo combustible no desplaza al otro, sino que ambos se usan en concomitancia de tal manera que la estufa de leña se utiliza para elaboración de comidas en cantidad y la estufa de gas para preparaciones más rápidas y sencillas.
- El uso de la leña como combustible para algunas comunidades no es visto como un problema, al contrario, buscan potencializarlo y de este modo fortalecer procesos de identidad, los cuales deben estar acompañados de otras prácticas que hagan más sustentable esta actividad, como lo es el desarrollo de cultivos dendroenergéticos, la implementación estufas eficientes, el aprovechamiento máximo de gases de combustión, etc.

- En general, la implementación de estufas eficientes ha sido bien recibida por las comunidades, y se percibe de manera positiva en el modo de uso de los nuevos prototipos.

GLP

- Puede decirse que el Programa de GLP ha sido bien recibido por la población beneficiada. No ha sido el producto de una imposición y se reconocen sus ventajas y beneficios. Gracias al GLP se han mejorado los hábitos de cocina por la rapidez en la cocción de los alimentos y la percepción de sus usuarios sobre las mejoras en la calidad de vida. Al mismo tiempo, las familias optan por tener un portafolio diversificado en el cual tengan cabida tanto el GLP como la propia leña. Es de esperarse que a medida que las familias le tomen confianza al nuevo producto la utilización del GLP será mayor.
- Los programas de implementación de GLP deben contar con una mejor divulgación a través de educación e información, dado a que una de las preocupaciones de las comunidades es el diseño de los programas y cómo dar soluciones que tengan en cuenta las diferencias y limitaciones de las comunidades para adquirir el energético
- Con los subsidios al GLP lo que se traduce en menores tarifas, se ha generado un impacto positivo entre los usuarios quienes han podido acceder al energético con menores costos. Es así que se deben afinar los criterios de selección de los beneficiarios para minimizar la posibilidad de incluir familias que no requieran del GLP o que no tengan la capacidad económica de continuar en un programa de subsidios.
- Si bien los estudios de impacto en salud pública requieren de mayor evidencia de largo plazo respecto a los beneficios de la utilización del GLP, hay que señalar que la percepción de la población beneficiada es de bienestar y mejora en las condiciones de vida. Al disminuir el humo en la cocción de alimentos, se disminuyen las enfermedades respiratorias.
- Es de gran importancia resaltar que el subsidio al GLP no debe verse como una carga financiera, ya que la provisión de GLP produce mejores resultados de salud para los hogares pobres, especialmente las mujeres y los niños. El GLP también mejora la productividad económica del hogar, debido a la reducción del tiempo dedicado a la cocina. El uso regular de GLP para cocinar debe ser visto como una inversión social por parte del gobierno.
- En el caso colombiano, los programas de sustitución del uso de leña por GLP realizados a mediados de los 90 y en la primera década del presente siglo, sólo cuentan con una evaluación ex post realizada por ITANSUCA- GEOINGENIERIA para ECOPETROL en el año 2007, que permite identificar las ventajas de disminuir el consumo de leña en los hogares, las bondades de los programas implementados hasta la fecha y el uso del GLP por las familias. Posteriormente, y años después de concluida la fase de implementación del programa, no se han realizado nuevas evaluaciones que permitan evaluar la permanencia a largo plazo en el uso de GLP por parte de las familias beneficiadas por el programa.

Biogás

- Los biodigestores son una herramienta más para fortalecer la soberanía de los pequeños y medianos productores, considerando, además, otros aspectos, como la economía social y solidaria sin existir políticas nacionales concretas para el desarrollo de un sector sostenible, ni normativa medioambiental exigente a los pequeños y medianos productores, ni grandes presupuestos de la cooperación internacional, Pese a lo anterior Colombia ha logrado conectar y consolidar un sector de biodigestores.
- El uso de biodigestores mejora las condiciones de vida de los hogares. Las personas en las zonas rurales, particularmente las mujeres, dedican una gran cantidad de tiempo a la recolección y el almacenamiento de leña. Sin embargo, con el Biogás es necesario dedicar horas de trabajo a los procesos de manipulación de material y operación del biodigestor lo que se tendrá en cuenta en la evaluación económica de las opciones de sustitución.
- El conocimiento sobre biogás y el acceso a esta información por parte de los agricultores es muy limitado. Por lo general, muestran poco interés en las etapas iniciales del desarrollo del biogás.
- La falta de una estrategia para financiar proyectos de biogás y la ausencia de líneas de crédito para los agricultores impiden el despegue de la producción de biogás.
- Las tecnologías del biodigestor deben ajustarse a las condiciones climáticas locales, en todo caso es posible implementar plantas de producción de biogás en climas calientes y fríos.
- El biogás es considerado como una fuente totalmente renovable, la producción de biogás a partir de los residuos de biomasa evita las emisiones de metano al ambiente debido a procesos naturales de descomposición de la materia orgánica. También evita la formación de óxidos de nitrógeno.
- Evita el uso de fertilizantes químicos en especial los productos nitrogenados que se producen por síntesis química.
- Se necesita ayudas económicas para el establecimiento de un Programa Nacional de Biogás y Energía Renovable para el sector rural, la construcción de sitios plantas demostrativas y el desarrollo de digestores económicos y eficientes. En el CONPES 3924 se establece el crecimiento verde, la competitividad y la inclusión social.

Pellets, Briquetas y Carbón

- Para el caso de Pellets y Briquetas, existen bajas emisiones de contaminantes, un aprovechamiento de los residuos vegetales y un bajo o nulo gasto energético en carbonización, ya que no es necesario un proceso térmico.
- La utilización de los pellets es más para sistemas masivos como pequeñas industrias, sistemas de calefacción, y no se puede utilizar para reemplazar la leña en estufas domésticas de leña sin antes hacerle las modificaciones del caso de la estufa, dependiendo del tipo de pellet en el mercado. Esto, dado a que se presentan gastos energéticos elevados en el secado de la biomasa y en el proceso de compresión, por lo que es necesario equipos especializados para su producción.

- Por otro lado, el carbón tiene un pretratamiento sencillo de la biomasa lo que aporta a que sea un energético de alto poder calorífico, pero es difícil disponer del recurso dados los elevados costos de adquisición en el mercado.
- Es importante cambiar hábitos culturales en las poblaciones hacia las cuales va dirigido el proyecto y el hecho de que para lograr esto se necesita tiempo (un plazo prudente entre 5 y 10 años). También se resalta la necesidad de evaluar las mejoras en la eficiencia, la reducción en la contaminación y la mejoría en la calidad de vida de las personas, ya que son estándares básicos para el cumplimiento de los objetivos de los proyectos con este energético.

Energía eléctrica

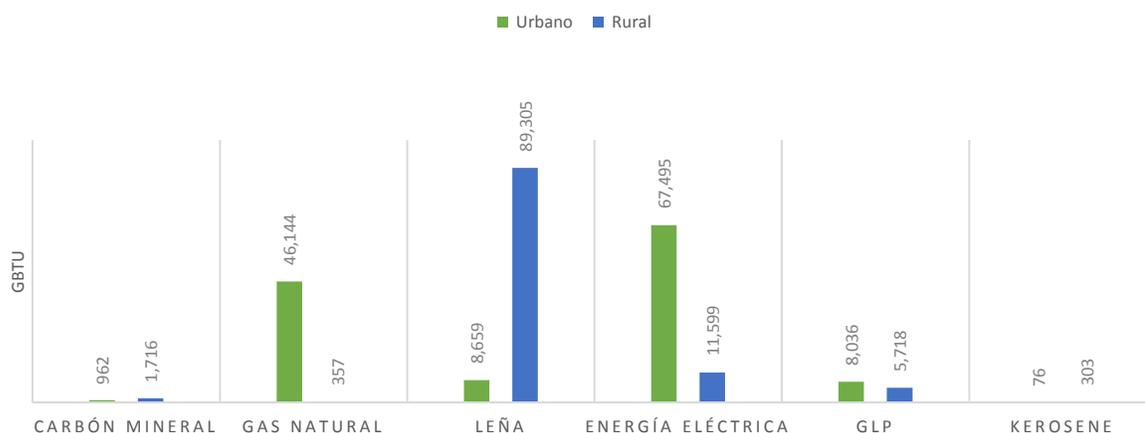
- Evidenciado en el caso de Mitú, se observa que el tema de la instalación de medidores ha generado grandes resistencias en la población, por el temor al aumento de los valores de las facturas en el municipio, aunque en la realidad los valores pagados por el consumo son irrisorios. Y además tienen un elemento de subsidio Por lo que es necesario plantear soluciones y realizar procesos de concertación con las autoridades locales y las comunidades, que posibilite que los habitantes de la población reconozcan que se requiere un cambio en sus hábitos diarios y no genere resistencias que impidan la ejecución del proceso.
- Para el caso internacional, aunque la implementación de estufas de inducción es una medida benefactora para países que no tienen un mercado de GLP que autosatisfaga el consumo del mismo en los hogares, su implementación pone en reto la aplicación de políticas efectivas. El control y la evaluación de estas medidas deben ser efectivas y deben garantizar su sostenibilidad en el largo plazo, como también contar con subsidios progresivos. Vale la pena decir que en países como Ecuador la experiencia no fue positiva y que además de la estufa se precisa contar con el menaje de utensilios de cocina.

4. Aspectos jurídicos y regulatorios

4.1. Antecedentes

Según cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS), aproximadamente 3.000 millones de personas de escasos recursos dependen de combustibles sólidos (leña, residuos de cultivos agrícolas y carbón) que se consumen ineficientemente para satisfacer sus necesidades de cocción y calentamiento, lo cual enfrenta a esta población a la contaminación de interiores que al año genera cerca de 4 millones de muertes de niños y adultos por enfermedades respiratorias²¹². Colombia no es la excepción y según cifras de la UPME (Balance Energético Colombiano de 2017) la leña es el principal energético consumido en el sector residencial rural del país, como se presenta en la siguiente gráfica.

Gráfica 11. Consumo final de energía en el sector residencial



Fuente: Balance Energético Colombiano de 2017

Se puede observar también que la energía eléctrica y el gas natural se han masificado en las áreas urbanas; no obstante, en las zonas rurales la energía eléctrica ocupa el segundo lugar superado ampliamente por la leña. El gas natural aún tiene una presencia marginal en las áreas rurales donde tiene mayor participación el GLP distribuido en cilindros, que figura como el tercer energético.

Muchas son las razones por las cuales la energía eléctrica y el gas natural no pueden llegar a desplazar el consumo de leña en el sector rural y en caso de hacerlo, su alcance no lograría eliminar dicho consumo totalmente; sin embargo, como se presentará más adelante, en el país se han implementado algunos esquemas de financiación que han permitido extender la cobertura de estos servicios más allá de las posibilidades o viabilidad del mercado.

²¹² Accidente cerebrovascular (34%), cardiopatía isquémica (26%) y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (22%). La neumonía y el cáncer de pulmón representan el 12% y el 6% de las muertes, respectivamente (Fuente: World Health Organization).

En esta sección se pretende plantear recomendaciones y propuestas puntuales acerca de aspectos jurídicos y regulatorios requeridos para viabilizar la implementación del programa de sustitución progresiva de leña en el sector residencial en Colombia, para lo cual se revisará, en primer lugar, el funcionamiento de las cadenas de suministro de los energéticos que se consideran alternativas para los objetivos de sustitución.

4.2. Energéticos seleccionados como alternativos

Los energéticos que han sido identificados y seleccionados como alternativos de sustitución gradual de leña en el sector rural son:

4.2.1. GLP distribuido en cilindros

Oferta y demanda

En términos de oferta, el GLP es un combustible que se produce en las refinerías colombianas y que también se obtiene como un subproducto del proceso de separación de corrientes del gas natural en campos de explotación de este hidrocarburo en el territorio nacional. Existen también facilidades de importación que permiten abastecer la demanda local. Históricamente, el país ha contado con la oferta de GLP suficiente para atender la demanda; sin embargo, en los últimos años se ha empezado a registrar faltantes que han tenido que ser cubiertos con importaciones a mayores precios.

En cuanto a la demanda, el comportamiento ha sido estable en los últimos años, y su consumo se realiza principalmente en municipios donde no se ofrece el servicio de gas natural por ausencia de redes. La masificación del gas natural por redes que cuenta con el esquema de subsidios cruzados tuvo como efecto una sustitución del GLP en los mercados urbanos y el consecuente desplazamiento de este energético hacia las zonas rurales.

Esquema de prestación del servicio

El servicio de GLP en cilindro es prestado por empresas privadas (algunas de capital extranjero que consolidaron la propiedad de la actividad de distribución) que se enfrentan a una oferta concentrada, particularmente en un solo agente productor (Ecopetrol). Los distribuidores se encargan del aprovisionamiento, el retiro del producto en el punto de producción o en las terminales del sistema troncal de transporte por ductos, el almacenamiento, transporte hasta las plantas de envasado y la posterior distribución y venta a los usuarios finales. Es decir, los agentes privados (distribuidores-comercializadores) son quienes desarrollan la actividad comercial de compra de producto, la logística de transporte y envasado, y enfrentan el mercado del consumidor final en el que se registra la competencia con otros energéticos sustitutos.

Aspectos regulatorios

El precio del producto a nivel de productor tiene un régimen de regulación enfocado en las ventas del agente dominante (Ecopetrol) y de libertad vigilada para las ventas de los demás agentes. El precio regulado se define como un “netback” con base en un punto intermedio entre paridad exportación e importación, con lo cual la demanda interna se expone a las condiciones del precio internacional que en buena medida depende del precio del petróleo. El precio del producto se calcula mensualmente y se afecta también por la variación de la tasa de cambio (tasa representativa del mercado). Los márgenes de distribución y comercialización pueden ser definidos libremente por los agentes para formar, a partir de la suma de todos los componentes del servicio, el precio de venta al público del cilindro, el cual se define en pesos por unidad de peso (\$/Kg) en función de cada tamaño de cilindro.

El distribuidor es el propietario del cilindro, quien debe agregarle una marca que identifique su producto. Según las definiciones regulatorias, la comercialización minorista es la actividad que consiste en la entrega de GLP en cilindros en el domicilio del usuario final o en expendios. Incluye la compra del producto envasado mediante contrato exclusivo con un distribuidor, cuando aplique, el flete del producto en cilindros (transporte desde la planta de envasado hasta el usuario o consumidor), la celebración de los contratos de servicios públicos con los usuarios y la atención comercial de los mismos.

Buscando generar herramientas para controlar la informalidad, la regulación definió los requisitos que deben cumplir los comercializadores minoristas para ejercer su actividad, entre los que se destacan los siguientes:

- Organizarse en Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de conformidad con lo dispuesto en la Ley 142 de 1994.
- Contar con una flota de vehículos de transporte de cilindros suficiente para atender su mercado.
- Para los depósitos, expendios y puntos de venta deberá contar con las certificaciones de conformidad de cumplimiento del Reglamento Técnico establecido por el Ministerio de Minas y Energía, así como las pólizas de seguro exigibles (Responsabilidad Civil Extracontractual).
- Tener una oficina de peticiones, quejas y recursos. Así mismo, tener una línea de atención de emergencias las 24 horas del día.
- Tener un contrato de suministro de GLP envasado con un único distribuidor. Es decir, existe una limitación para que los comercializadores puedan vender cilindros de varias marcas.
- Definir y divulgar ampliamente en el mercado donde opera, las condiciones uniformes del contrato bajo el cual prestará el servicio a los usuarios finales.

4.2.2. Biogás de Residuos Orgánicos

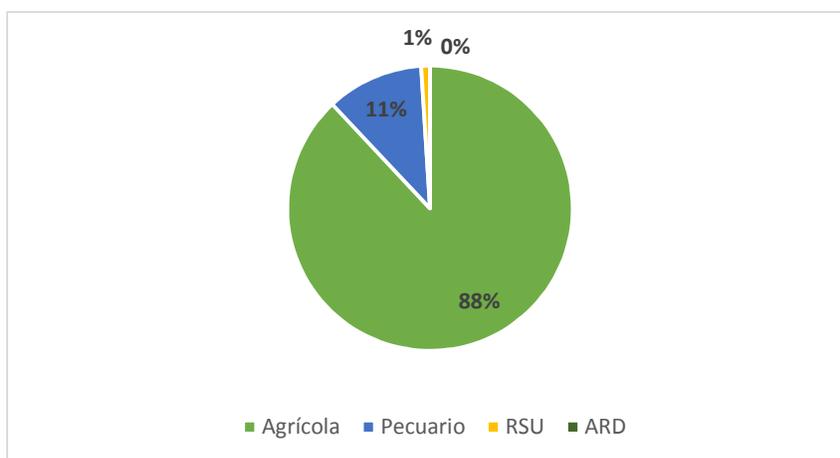
Oferta y demanda

Si bien no se tiene información oficial consolidada sobre el uso de biogás como combustible, se conocen algunas experiencias en el país (citadas en el Documento CREG 040 de 2016):

- Planta de tratamiento de aguas residuales de San Fernando de EPM en el municipio de Itagüí.
- Relleno sanitario La Pradera en el municipio Don Matías en el departamento de Antioquia.
- Planta de aceites Manuelita en el municipio San Carlos de Guaroa en el departamento del Meta.

La UPME en el año 2009 identificó las fuentes potenciales de generación de biogás que existen en Colombia, teniendo en cuenta también el reporte de generación de residuos urbanos y aguas residuales. Se ha identificado un potencial importante de residuos de la actividad agrícola, entre lo que se encuentran los cultivos de caña de azúcar, arroz, maíz y café principalmente. En el documento publicado por la UPME en su página de internet y realizado por la Universidad Nacional, se estimó el potencial de biogás a partir de rellenos sanitarios urbanos en las principales ciudades, no obstante, no se encontró información relativa a las zonas rurales.

Gráfica 12. Potencial de generación de biogás



Fuente: Documento CREG 040 de 2016

En resumen, el biogás puede tener un papel significativo al convertirse en un combustible que puede estar disponible para su aprovechamiento en el sector rural.

Esquema de prestación del servicio

Las iniciativas privadas de las que se tiene evidencia de implementación del biogás como combustible, han sido desarrolladas como esquemas de autoconsumo con lo cual todas las actividades desde la producción, el tratamiento y la distribución son ejecutadas por el mismo agente.

Aspectos regulatorios

Según la clasificación de la Norma Técnica Colombiana 3527, el biogás hace parte de la primera familia de los gases combustibles, con lo cual la regulación económica hace parte de las competencias de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG).

En efecto, la CREG en cumplimiento de sus funciones ha expedido regulación aplicable a este energético: i) la Resolución CREG 135 de 2012; y ii) la Resolución CREG 204 de 2016. La resolución más reciente es la que se aplica, de la cual se destacan los siguientes elementos.

En primer lugar, la regulación vigente permite que todas las actividades de la cadena de prestación del servicio sean ejecutadas por el mismo agente, es decir se permite la integración vertical en la cadena del biogás. Una misma empresa podrá ser el productor, transportador, distribuidor y comercializador de este energético, lo cual se constituye en una excepción para este energético en relación con otros. Lo anterior se aplica tanto para redes aisladas de biogás como para redes que se interconecten al sistema nacional de transporte.

La regulación definió el servicio público domiciliario a partir de dos posibles fuentes:

- Servicio público domiciliario de gas combustible con biogás, es decir aquel que proviene de una mezcla de gases que son producto de descomposición anaeróbica de materia orgánica o biodegradable.
- Servicio público domiciliario de gas combustible con biometano, es decir aquel que proviene de biogás que ha sido tratado para lograr altas concentraciones de metano, que mejoran su poder calorífico y eliminan componentes no deseados, cumpliendo así las especificaciones de calidad que se exige para el gas natural que se transporta por gasoductos (contenidas en el Reglamento Único de Transporte de gas natural).

La prestación del servicio domiciliario con base en este energético está sometido a las siguientes reglas:

- El prestador debe ser una Empresa de Servicios Públicos constituida según la Ley 142 de 1994.
- El prestador podrá definir libremente las tarifas del servicio con base en el esquema de libertad vigilada. En todo caso, deberá informar a la CREG y a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios dichas tarifas una vez las defina y cada vez que las actualice.
- Diseñar un contrato de condiciones uniformes de acuerdo con lo establecido en la Ley 142 de 1994.
- Cumplir con las condiciones de calidad establecidas en la Resolución CREG 240 de 2016 (Art. 8), en cuanto a poder calorífico, índice de Wobbe, contenido de CH₄, H₂S y dióxido de carbono, para lo cual el productor deberá instalar equipos de medición que permitan verificar el cumplimiento de dichos estándares. En el caso de biogás proveniente de fuentes residuales, industriales y urbanas se exige el control del contenido de siloxanos y compuestos halogenados. Cada semestre el productor

deberá reportar las mediciones de estos parámetros a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

- Cumplir con las normas técnicas y ambientales vigentes.

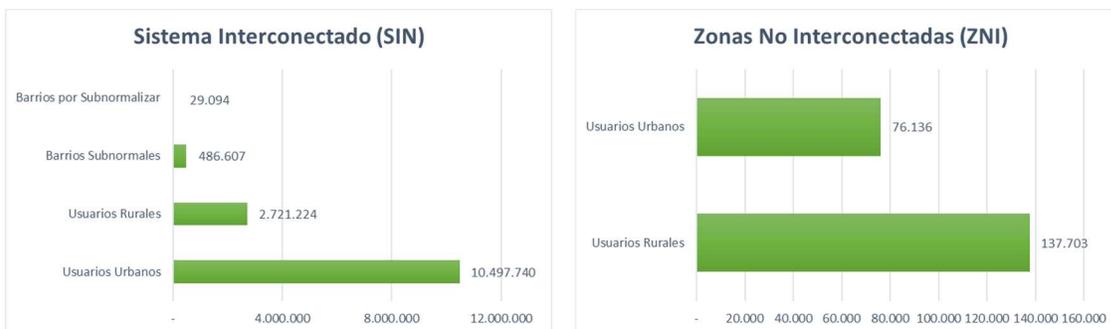
Es importante indicar que la regulación descrita aplica para el caso de esquemas de prestación del servicio público domiciliario, es decir en el caso que un agente pretenda atender un mercado o un grupo de usuarios finales con este energético. En los casos en que se implementen proyectos de generación de biogás para autoconsumo, estas reglas no son exigibles al tratarse del mismo beneficiario, tanto el prestador del servicio como el consumidor final.

4.2.3. Energía Eléctrica

Oferta y demanda

El servicio público domiciliario de electricidad es uno de los servicios de mayor cobertura a nivel nacional, llegando a diciembre de 2016 a un nivel de 97,02%²¹³. La mayor proporción de usuarios se encuentra en las cabeceras urbanas; no obstante, en las zonas rurales se ha realizado un esfuerzo importante por incrementar la oferta de este servicio, con la ayuda particular de algunos fondos que han sido creados para el efecto, como se detallará más adelante.

Gráfica 13. Usuarios del servicio público domiciliario de electricidad



Fuente: Consultor con datos UPME para el año 2016

Como se puede ver, en las zonas aisladas del mercado interconectado, la mayor proporción de los usuarios se encuentra en áreas rurales donde resulta más costoso el servicio por la longitud de las redes y la baja densidad en la utilización de éstas que no permiten reflejar en las tarifas del servicio las economías de escala propias de este tipo de infraestructura, como sí se logra en áreas urbanas donde se concentra el mayor número de usuarios por unidad de longitud de red.

²¹³ Tomado de los indicadores de cobertura para el año 2016, los más recientes publicados por la UPME en el Sistema de Información Eléctrico Colombiano (SIEL).

La energía eléctrica se produce localmente y el país cuenta con la suficiente capacidad instalada para generar la energía que se requiere para atender la demanda. Desde el punto de vista de la expansión de la oferta, existen mecanismos concretos en la regulación vigente (como el cargo por confiabilidad), que aseguran la instalación de nueva capacidad cuando el país lo requiera.

Desde el punto de vista de la demanda, el comportamiento es estable y se puede afirmar que el país no es intensivo en el uso de energía, lo cual se concluye cuando se analiza el indicador de consumo per cápita (en Colombia se registró un consumo per cápita de 1.312 kWh/per cápita, en comparación con 7.819 y 12.994 kWh/per cápita de Japón y Estados Unidos, respectivamente para el año 2014).

Con ocasión de la expedición de la Ley 1715 de 2014, Colombia no ha sido ajena a la introducción de fuentes no convencionales para la generación de electricidad, en particular a partir del sol y del viento. En particular el Estado (Congreso y Ministerio de Minas y Energía) han venido trabajando en el diseño de mecanismos e incentivos que promuevan el despliegue de estas tecnologías, avanzando así hacia la reducción de costos de instalación que permitan que esta energía aumente su competitividad y se convierta en una alternativa energética para atender las necesidades de la población.

El Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE), creado en 1999²¹⁴ a partir de la transformación del Instituto Colombiano de Energía Eléctrica (ICEL), viene desarrollando su objeto social, esto es la *“identificación, planificación y promoción de soluciones energéticas integrales, viables financieramente y sostenibles en el largo plazo, para las zonas no interconectadas del país”*. El rol de esta institución cobra relevancia para el objeto del presente estudio, en la medida en que, como ya se presentó, el consumo de leña se concentra en zonas rurales y presumiblemente en las áreas que se denominan “Zonas No Interconectadas” sobre las cuales centra su competencia el IPSE.

Durante el período de gobierno anterior, el IPSE alcanzó el 75% de la meta establecida para la incorporación de fuentes no convencionales de energía como solución para las ZNI, como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 25. Capacidad Instalada de fuentes no convencionales de energía en las ZNI (MW)

Año	Meta Acumulada	Avance		
		Acumulado	%	2015- 2018
2015	0,50	0,60	120%	75%
2016	2,50	1,66	66%	
2017	5,00	4,53	91%	
2018	9,00	6,79	75%	
2015- 2018	9,00	6,79	75%	

²¹⁴ Decreto 1140 de 1999, por el cual se transforma el Instituto Colombiano de Energía Eléctrica, ICEL, en el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas

Fuente: Subdirección de Planificación Energética, IPSE. Enero 2019

En el mismo sentido, a partir de los recursos provenientes de fondos específicos (que se describirán en detalle más adelante), el IPSE estructuró y adjudicó proyectos de energización en las ZNI que permitieron el acceso a 5.101 nuevos usuarios al servicio de electricidad en el período 2015-2018, según se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 26. Nuevos usuarios con servicio de energía eléctrica - ZNI

Nombre del indicador	Año	Meta Anual	Avance			
			Aporte Sector	%	Aporte IPSE	% Avance
Nuevos usuarios con servicio de energía eléctrica ubicados en las zonas no interconectadas (ZNI) pertenecientes a zonas anteriormente sin cobertura mediante recursos públicos	2015	843	2583	311%	946	60%
	2016	1687	5409		1987	
	2017	2530	13564		1369	
	2018	3374	4649		799	
	2015- 2018	8434	26205		5101	

Fuente: Subdirección de Planificación Energética, IPSE. Enero 2019

Esquema de prestación del servicio:

En el sistema interconectado, la prestación del servicio al usuario final se lleva a cabo por parte de los agentes comercializadores; en el caso de los usuarios residenciales es el mismo distribuidor quien opera las redes de distribución de media y baja tensión al interior de las ciudades. El comercializador se encarga de gestionar el suministro de energía del mercado mayorista y posteriormente, a través del sistema de transmisión, recibe la energía en su sistema de distribución para su posterior entrega al usuario final.

El comercializador realiza toda la gestión de atención al usuario desde la suscripción del contrato de condiciones uniformes de acuerdo con la ley de servicios públicos, hasta la lectura, facturación y recaudo. Este agente es quien calcula las tarifas de prestación del servicio y se encarga también de aplicar los subsidios al consumo, como se describirá en detalle más adelante en este documento. En el caso de las zonas no interconectadas, se tienen diferentes esquemas de prestación del servicio:

- Zonas de libre competencia
- Operadores prestan servicio sin compromisos de cobertura
- Áreas de Servicio Exclusivo diseñadas para lograr cobertura
- Continentales
- San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Aspectos regulatorios:

El servicio de electricidad se encuentra regulado por la CREG, tanto para su prestación en el Sistema Interconectado Nacional como en las Zonas No Interconectadas. Existen

fórmulas y condiciones para la prestación del servicio y se cuenta con una estructura de mercado, tanto a nivel de integración vertical como horizontal.

Existe una separación de actividades, es decir cada agente de la cadena debe ser independiente; sin embargo, para el caso de la prestación del servicio en zonas no interconectadas se cuenta con un solo agente integrado que ofrece el servicio y puede operar todas las actividades, desde la generación hasta la comercialización al usuario final.

A nivel tarifario se tiene una estructura de precios definida por la CREG en la mayoría de los componentes del servicio, así: redes de transmisión y distribución, así como el margen de intermediación del comercializador son valores regulados; mientras que el precio de generación se define libremente en un mercado de corto plazo (bolsa) y de común acuerdo entre los agentes en el caso de la contratación de suministro de largo plazo.

4.2.4. Leña consumida en Estufas Mejoradas

La leña es consumida por parte de los usuarios en múltiples formas, sin que se tenga registro oficial que permita realizar análisis específicos. Se conoce que en la mayoría de los casos la leña es conseguida por los mismos usuarios quienes además se encargan de llevarla o recolectarla desde su ubicación hasta el sitio de consumo. En muchos casos no se asigna un precio o costo a estas actividades y las personas que las realizan pueden tener un costo de oportunidad menor al costo asociado a las mismas con lo cual no se hace evidente el valor económico de ejecutarlas.

Se ha identificado algunas iniciativas públicas para atacar o reducir el consumo de leña para fines de atención de necesidades energéticas, las cuales se han enfocado en ofrecer artefactos para el consumo de ésta en condiciones de mayor eficiencia y menores impactos en la salud de las personas del hogar. Si bien este tipo de iniciativas puede tener un valor alrededor del objetivo de reducción del consumo, las mismas han sido dirigidas de manera aislada sin la integración con otros agentes e interesados.

Por su parte, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible lanzó en el año 2015 un “programa nacional integral de uso de estufas mejoradas para cocción con leña, en el sector rural y periurbano, orientado al uso sostenible y racional de la leña, que contribuya a mejorar la calidad de vida de la población, aliviar la pobreza energética en que viven, al tiempo que se disminuyen los impactos negativos en salud y medio ambiente”. Entre los objetivos de este programa se encuentran:

- Conformar una mesa de trabajo interinstitucional para coordinar los esfuerzos entre entidades del gobierno, sector privado, organizaciones no gubernamentales, universidades y otros estamentos de la sociedad, para promover y asegurar que las poblaciones de zonas rurales y periurbanas del país, identificadas como las de más alto consumo de leña para la cocción de alimentos, cuenten con estufas eficientes, adaptables, durables y de buena calidad.
- Fortalecer la capacidad local para la creación de mercados de tecnologías de estufas mejoradas que sirvan como estrategia de sostenibilidad financiera, que promuevan y amplíen el uso de las estufas mejoradas a nivel nacional.
- Diseminar el uso de estufas mejoradas para la cocción con leña y los huertos leñeros, a través de la implementación de proyectos pilotos, acordes con el patrón

de uso de la leña, teniendo en cuenta los aspectos económicos, sociales, culturales y ambientales.

- Fomentar la capacitación y transferencia de tecnología en la construcción y mantenimiento de estufas mejoradas, a partir del intercambio de experiencias exitosas con diferentes tecnologías ya implementadas.

En este documento, el Ministerio cita las definiciones de estufas limpias y eficientes, las cuales cumplen con los siguientes elementos:

- Estufas / combustibles que cumplen el nivel 2 de eficiencia o superior (Eficiencia térmica mayor o igual a 25%);
- Estufas / Combustibles que cumplen mínimo con el Nivel 3 para las emisiones intradomiciliarias ($\leq 0,49$ g/min de CO y ≤ 8 g/min de material particulado)
- Estufas / Combustibles que cumplen mínimo con el Nivel 3 para las emisiones globales (≤ 9 g/MJ de CO²¹⁵ y ≤ 168 mg/MJ de material particulado PM 2,5)

Así mismo, en el diagnóstico relaciona una estimación de la cantidad de estufas que han sido instaladas en Colombia desde el año 2009 hasta el año 2014 en diferentes regiones del país, según se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 27. Cantidad de estufas instaladas en Colombia. 2009- 2014

Región	Número de Estufas	Prototipos de estufas mejoradas
Atlántica	624	Huellas (1)
		Lorena (2)
		Dos puestos- Patrimonio Natural (3)
		Rocket (4)
Central	2.030	Huellas
Pacífica	1.336	Huellas
		Hibrido triangular- Patrimonio Natural (5)
		Hibrido lineal- Patrimonio Natural (6)
		Triangular con bloques refractarios- Patrimonio Natural (7)
		Riscaleña- Fundación Mar Viva (8)
Oriental	3.069	Huellas
		Fundación Natura (9)
		ICA- 1791 (10)
Antioquia	21.179	Huellas
		Corantioquia (11)

²¹⁵ CO: Monóxido de carbono

		Parque las orquídeas- Patrimonio Natural (12)
		Ecoestufa catalán. EPM (13)
		Ecoestufa- EPM (14)
Total	28.238	14 Prototipos

Fuente: Encuesta Nacional de Estufas Mejoradas, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014

En el diseño de este programa, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible cita algunas políticas de Estado que han sido emitidas para buscar soluciones que apuntan a resolver la problemática del consumo de leña para cocción, entre ellos se destacan:

- Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible del año 2010.
- Plan Nacional de Desarrollo Forestal: aprobado mediante Documento Conpes 3125 de 2001.
- Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire del año 2010: adoptada mediante Documento Conpes 3344 de 2005.
- Política de Bosques: adoptada mediante documento Conpes 2834 de 1996 identifica el consumo de leña como unas de las principales causas de deforestación en el país.
- Política Integral de Salud Ambiental: adoptada mediante Documento Conpes 3550 de 2008.
- Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo.
- Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas No Convencionales (PROURE): en su plan acción indicativo adoptado mediante Resolución 180919 de 2010 por el Ministerio de Minas y Energía. Se incluyó también en el PROURE del año 2017 (Resolución UPME 585 de 2017).

Recientemente, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) expidió una nueva norma (NTC 6358: Estufas de biomasa para cocción de alimentos) que define los estándares que deben cumplir las estufas de biomasa para cocción de alimentos, es decir, lo que deben observar los agentes que fabriquen este tipo de artefactos para su venta en el territorio nacional.

4.3. Fondos y Subsidios Actuales

En el sector de energía y gas combustible se puede identificar diferentes esquemas de subsidios, tanto a la oferta como a la demanda o al consumo. Desde la expedición de la Ley 142 de 1994 (régimen de servicios públicos domiciliarios) con la definición de los roles de las diferentes instituciones que hacen parte del sector y la definición de los criterios para la fijación de tarifas que reflejaran los costos económicos de prestación de los servicios, también se definieron principios de solidaridad y redistribución de ingresos que se implementaron a través de un esquema cruzado de contribuciones de estratos 5, 6, usuarios industriales y comerciales destinadas a financiar subsidios a los usuarios de estratos 1, 2 y 3.

4.3.1. Subsidios a la Oferta

La forma de subsidiar la oferta ha sido a través de fondos de destinación específica que se financian con tasas que se cargan a las tarifas del mismo sector. En energía eléctrica se destacan los siguientes fondos que se alimentan para financiar la expansión de la cobertura de este servicio. En 2018, el FAZNI que se destina a las zonas no interconectadas, recaudó \$122.000 millones, según se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 28. Subsidios a la oferta

Contribución	2014	2015	2016	2017	2018
FAZNI	69.429	76.385	115.959	119.571	122.090
FENOGE					13.538
FAER	79.452	87.402	107.350	124.052	134.625
FOES	342	186	99.679	124.093	138.637
PRONE	54.146	52.861	94.507	112.237	121.803
TOTAL	203.369	216.834	417.495	479.953	530.693

Fuente: XM S.A. ESP (Cifras en Millones de Pesos)

FAZNI:

El Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas fue creado por la Ley 633 de 2000; posteriormente la Ley 1099 de 2006 y la Ley 1715 de 2014 prolongaron su vigencia hasta 31 de diciembre de 2021 y es reglamentado por medio del Decreto 1124 de 2008. Por cada kilovatio hora despachado en la Bolsa de Energía Mayorista, el administrador del sistema de intercambios comerciales (ASIC) recauda un peso (\$1.00) m/cte²¹⁶, el cual es pagado por los agentes generadores. La Ley 1753 de 2015 en su artículo 190 con respecto a la Fondo de Apoyo Financiero para las Energización de las Zonas No Interconectadas (FAZNI) establece:

“(...) El Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas (FAZNI), administrado por el Ministerio de Minas y Energía, a partir del primero de enero de 2016 recibirá los recursos que recaude el Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales (ASIC) correspondientes a un peso con noventa centavos (\$1,90) por cada kilovatio hora despachado en la Bolsa de Energía Mayorista, de los cuales cuarenta (\$0,40) serán destinados para financiar el Fondo de Energías no Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE) de que trata el artículo 10° de la Ley 1715 de 2014. (...)”

El FAZNI busca financiar los planes, programas y proyectos de inversión en infraestructura energética en las zonas no interconectadas (ZNI), para la construcción e instalación de nueva infraestructura eléctrica y para la reposición o la rehabilitación de la existente, con el propósito de ampliar la cobertura y procurar la satisfacción de la demanda de energía en las Zonas No Interconectadas.

²¹⁶ En diciembre de 2014, el valor de la contribución del FAZNI es de 1,15 \$/kWh.

Los planes, programas y proyectos elegibles para asignación de fondos del FAZNI se pueden presentar por medio de los siguientes mecanismos

- Invitaciones públicas diseñadas por el Ministerio de Minas y Energía.
- Iniciativa de las Entidades Territoriales, del IPSE, o de las empresas prestadoras del servicio de energía eléctrica ya sea pertenecientes al Sistema Interconectado Nacional – SIN, o a las Zonas No Interconectadas - ZNI.

Los activos que se financien con recursos del FAZNI podrán ser aportados para operación al prestador del servicio, en cuyo caso su valor no se debe incluir en el cálculo de las tarifas que hayan de cobrarse a los usuarios. En la práctica esta condición puede no contabilizarse ni reflejarse en la aprobación de tarifas y por lo tanto se dificulta la verificación del traslado de los beneficios del fondo a los usuarios finales.

PRONE

El Programa de Normalización de Redes Eléctricas – PRONE fue creado mediante la Ley 1117 de 2006, y busca la financiación por parte del Gobierno Nacional de planes, programas o proyectos que tengan por objeto la legalización de usuarios y la adecuación de las redes a los reglamentos técnicos vigentes en barrios subnormales situados en municipios del Sistema Interconectado Nacional – SIN.

El PRONE se financia hasta con un 20% del recaudo de los recursos del Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas Rurales Interconectadas, FAER, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 1° de la Ley 1117 de 2006 y con los recursos previstos en el artículo 68 de la Ley 1151 de 2007, con los ajustes establecidos en la Resolución CREG-003-2008 y de aquellas que la modifiquen o sustituyan. El Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales - ASIC -, recaudará de los dueños de los activos del Sistema de Transmisión Nacional -STN- el valor correspondiente.

FAER

El Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas Rurales Interconectadas – FAER –, fue creado por el Artículo 105 de la Ley 788 de 2002 y reglamentado con el Decreto 1122 de 2008. Este fondo permite que los Entes Territoriales con el apoyo de las Empresas Prestadoras del Servicio de Energía Eléctrica en la zona de influencia, sean los gestores de planes, programas y proyectos de inversión priorizados para la construcción e instalación de la nueva infraestructura eléctrica. El objetivo es ampliar la cobertura y procurar la satisfacción de la demanda de energía en las zonas rurales interconectadas, conforme con los planes de ampliación de cobertura que estructurarán cada uno de los Operadores de Red y que deberá contar con la viabilidad de la Unidad de Planeación Minero-Energética - UPME.

Por cada kilovatio/hora despachada en la bolsa de energía mayorista, el Administrador del Sistema de Intercambio Comerciales (ASIC), recaudará un peso (\$1.00) moneda corriente, con destino al Fondo de Apoyo Financiero para la energización de las zonas rurales interconectadas. El valor será pagado por los dueños de los activos del STN. El Fondo es administrado por el Ministerio de Minas y Energía.

Regalías

Las regalías también son una fuente de financiación para la construcción de infraestructura para la prestación del servicio de electricidad. Con el nuevo esquema del Sistema General de Regalías, las actividades correspondientes a la viabilización de proyectos a financiar con estos recursos son responsabilidad de los Órganos Colegiados de Administración de Decisión - OCAD.

En diciembre de 2019, el Congreso de La República aprobó una reforma constitucional al esquema de regalías²¹⁷, según la cual los ingresos del sistema general se distribuirán así:

- 37% para las asignaciones directas. Del total de los recursos destinados a las asignaciones directas, se destinará un porcentaje equivalente al 80% para entes productores y el 20% para los puertos fluviales y marítimos.
- 28% para el Fondo de Desarrollo Regional y el Fondo de Compensación Regional;
- 8% para el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación;
- 10% para ahorro pensional territorial;
- 14% para el Fondo de Ahorro y Estabilización;
- 1% para el Sistema de Monitoreo, Seguimiento, Control y Evaluación de las Regalías;
- 1% para el funcionamiento del Sistema General de Regalías;
- 0.5% para Fiscalización de Regalías provenientes de la explotación de los yacimientos y;
- 0.5% para los municipios ribereños del Río Magdalena y Canal del Dique.

Por otro lado, la ley aprobada busca rediseñar los Órganos Colegiados de Administración y Decisión (OCAD). Los proyectos de impacto regional de los departamentos, municipios y distritos que se financiarán con los recursos de los Fondos de Desarrollo y Compensación Regional se definirán a través de ejercicios de planeación regional por órganos colegiados de administración y decisión donde tengan asiento cuatro (4) ministros o sus delegados y un (1) representante del Organismo Nacional de Planeación, los gobernadores respectivos o sus delegados y un número representativo de alcaldes. Se anuncia que existirá una ley que reglamente el Sistema General de Regalías que definiría los detalles operativos de los OCAD y en la misma podría evaluarse la posibilidad de inducir la presentación de proyectos o programas de sustitución del uso de leña para cocción financiados con recursos de regalías.

Por su parte, en gas combustible se identifican los siguientes fondos que tienen como propósito subsidiar la oferta:

FECF

El Fondo Especial Cuota de Fomento – FECF fue creado por el Artículo 15 de la Ley 401 de 1997, modificado por la Ley 887 de 2004 y por la Ley 1151 de 2007, y es administrado por el Ministerio de Minas y Energía. Este fondo se financia con recursos provenientes del

²¹⁷ Proyecto Acto Legislativo 040 de 2019

tres por ciento (3.0%) sobre el valor de la tarifa que se cobre por el gas objeto del transporte, efectivamente realizado, sufragada por todos los remitentes del Sistema Nacional de Transporte de Gas Natural.

El objetivo del fondo es promover y cofinanciar proyectos dirigidos al desarrollo de infraestructura para el uso de gas natural en los municipios y el sector rural, prioritariamente dentro del área de influencia de los gasoductos troncales y que tengan el mayor Índice de necesidades básicas insatisfechas.

En gas natural también se tiene los recursos de las regalías que se destinan a la construcción de infraestructura para la prestación del servicio y sus características son las mismas que las descritas en la sección de electricidad.

4.3.2. Subsidios a la Demanda

El actual esquema de subsidios y contribuciones que se implementa en Colombia (subsidios cruzados), se ha desarrollado y fortalecido desde 1991, año en que la Constitución Política de Colombia permitió la participación de empresas privadas en la prestación de los servicios públicos domiciliarios y estableció también en su capítulo quinto, que los servicios públicos domiciliarios son una finalidad del Estado y por lo tanto le asignó el deber de asegurar la prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional. El artículo 386 estableció que se podrían conceder subsidios para que personas de menores ingresos pudieran pagar las tarifas de los servicios públicos domiciliarios que cubran sus necesidades básicas.

La Ley 142 de 1994 reglamenta los servicios públicos domiciliarios y establece que los servicios públicos domiciliarios son los servicios de: acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, telefonía pública, telefonía móvil rural y distribución de gas combustible. En particular:

Servicio público domiciliario de energía eléctrica: Es el transporte de energía eléctrica desde las redes regionales de transmisión hasta el domicilio del usuario final, incluida su conexión y medición. También se aplicará esta ley a las actividades complementarias de generación, de comercialización, de transformación, interconexión y transmisión.

Servicio público domiciliario de gas combustible: es el conjunto de actividades ordenadas a la distribución de gas combustible, por tubería u otro medio, desde un sitio de acopio de grandes volúmenes o desde un gasoducto central hasta la instalación del consumidor final, incluyendo su conexión y medición. También se aplicará esta ley a las actividades complementarias de comercialización desde la producción y transporte de gas por un gasoducto principal, o por otros medios, desde el sitio de generación hasta aquel en donde se conecte una red secundaria.

Subsidio: Diferencia entre lo que se paga por un bien o servicio, y el costo de éste, cuando tal costo es mayor al pago que se recibe.

El principal subsidio a la demanda que se otorga en Colombia para la prestación de los servicios públicos domiciliarios de energía eléctrica y gas son los llamados subsidios cruzados entre usuarios, los cuales fueron concebidos a partir de la Ley 142 de 1994 y 143

de 1994, y el Decreto 3087 del 23 de diciembre de 1997. En este tipo de subsidios, los usuarios de mayores ingresos financian el subsidio que se otorga a los usuarios de menores ingresos, así las cosas, los usuarios residenciales de los estratos 5 y 6, contribuyen con una tasa del 20% y en el sector de gas, los usuarios comerciales contribuyen con el 8.9%, los usuarios industriales descritos en el Decreto 4956 de 2011 fueron exonerados del pago de la contribución. En el caso de la energía eléctrica, los usuarios industriales que cumplan las características descritas en el Decreto 2915 de 2011, estarán exonerados del pago del 20% correspondiente a contribuciones.

Los subsidios a los estratos 1 y 2, se aplican tanto para gas natural como para GLP cuando se distribuyen por redes de tubería en los diferentes mercados, es decir son aplicables siempre y cuando el servicio se preste en un domicilio, como sucede en el caso de los sistemas de redes.

Para administrar el esquema de subsidios y contribuciones se creó el Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos – FSSRI.

FSSRI

El Fondo de Solidaridad para Subsidios y Redistribución de Ingresos – FSSRI, fue creado mediante las leyes 142 de 1994 y 286 de 1996, como un fondo cuenta para administrar y distribuir los recursos asignados por el fondo y el Presupuesto General de la Nación, destinados a cubrir los subsidios a usuarios de menores ingresos de los sectores de energía eléctrica y gas. El fondo se rige por los Decretos 847 de 2001 y 201 de 2004, donde se establecen los procedimientos de liquidación, recaudo y manejo de los subsidios y contribuciones.

FOES

El Fondo de Energía Social – FOES fue creado mediante el artículo 118 de la Ley 812 de 2003 y prorrogado mediante el artículo 59 de la Ley 1151 de 2007. Es un fondo financiado con los recursos provenientes del ochenta por ciento (80%) de las rentas de congestión calculadas por el Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales, como producto de las exportaciones de energía eléctrica a los países de los Convenios de la Comunidad Andina de Naciones.

El Ministerio de Minas y Energía administra el FOES como un sistema especial de cuentas, con el objeto de cubrir, a partir de 2007, hasta cuarenta y seis pesos (\$46) por kilovatio hora del valor de la energía eléctrica destinada al consumo de los usuarios ubicados en zonas de difícil gestión, áreas rurales de menor desarrollo y en zonas subnormales urbanas definidas por el Gobierno Nacional. No cubre a los usuarios no regulados.

Con la Ley 1450 de 2011 se dio continuidad a este fondo con el objeto de cubrir hasta cuarenta y seis pesos (\$46) por kilovatio hora del valor de la energía eléctrica destinada al consumo de subsistencia de los usuarios residenciales de estratos 1 y 2 de las Áreas Rurales de Menor Desarrollo, Zonas de Difícil Gestión, y Barrios Subnormales.

GLP

Con la expedición del Decreto 2195 de octubre de 2013, el Ministerio de Minas y Energía estableció un programa para el otorgamiento de subsidios al consumo de GLP distribuido en cilindros, indicando que los subsidios se otorgarán a usuarios de GLP que no cuenten con el servicio de gas natural distribuido por redes, y que para diseñar e implementar el mecanismo idóneo para el mismo, el MME podrá realizar un programa piloto, a partir del cual definiría el plazo de aplicación, la zona de influencia, el procedimiento de entrega, entre otros.

A través de la Resolución MME 40720 de 2016, se establecen los lineamientos para el otorgamiento de subsidios al consumo de GLP distribuido en cilindros. La norma establece que el porcentaje máximo de subsidio corresponde al definido en el Decreto 2195 de 2013, es decir que se otorga subsidio hasta el valor máximo del consumo de subsistencia definido por la UPME en 14,6 Kg mes por hogar (Resolución 129 de 2007), y no podrá superar el 50% para estrato 1 y el 40% para estrato 2.

En la siguiente tabla se presenta una relación de los usuarios que han sido beneficiados con este esquema de subsidios:

Tabla 29. usuarios Beneficiados del Esquema de Subsidios al GLP

Año	Promedio del subsidio por cilindro (COP\$)	Promedio de usuarios beneficiados	Número de veces subsidiado en el año	Total
2014	15.462	20.798	6	19.295
2015	15.412	22.103	12	40.946
2016	15.424	216.885	12	40.144
2017	15.305	237.260	12	43.575
Promedio	15.401	124.262		143.960

Fuente: Tomado del Ministerio de Minas y Energía

El subsidio se entrega a los usuarios de menores ingresos en zonas del país donde no se ofrece el servicio de gas natural por red, esto es los departamentos de Caquetá, Nariño, Putumayo y San Andrés, Providencia y Santa Catalina y a las comunidades indígenas. El mecanismo para identificación de los beneficiarios es el SISBEN y en el caso de los usuarios indígenas se utiliza el Censo Indígena que administra el Ministerio del Interior.

El Artículo 295 del Plan Nacional de Desarrollo (Ley 1955 de 2019) establece que los subsidios a nivel nacional para el gas combustible, se revisarán con el fin de establecer una metodología eficiente que garantice un precio competitivo y la mejor señal de consumo para los usuarios, sostenibilidad fiscal y la pertinencia de su ajuste gradual, sin que exista concurrencia de subsidios entre estos.

Subsidios al consumo en Zonas No Interconectadas

Con la expedición de la Ley 142 de 1994, y según lo contenido en el Artículo 99, el Congreso de la República determinó que los subsidios aplicables para las Zonas no Interconectadas (ZNI) serían equivalentes a los del Sistema Interconectado Nacional (SIN), sin diferenciar la prestación del servicio en ZNI; y sin tener en cuenta que el componente de generación está basado en diésel o el heavy full oil (HFO) empleado en San Andrés Islas y Leticia (Amazonas), lo que hace que el costo del kWh generado sea mucho más elevado con respecto al SIN.

Hasta el año 2004, la prestación del servicio en las ZNI se caracterizó por: i) bajas coberturas; ii) altos costos; iii) deficiente gestión en el servicio por parte de las empresas de servicios públicos, municipios y gobernaciones; iv) carencia de adecuados mecanismos de inspección, vigilancia y control; v) constante asistencia de la Nación, con recursos para mantenimiento, reposición de la infraestructura eléctrica, abastecimiento de los combustibles fósiles e inversión para la expansión del servicio; y vi) dificultad para hacerle seguimiento a los subsidios.

Con el objetivo de asegurar la continuidad en la prestación del servicio, en el año 2004 el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas – IPSE – inició una estrategia consistente en asumir los parques de generación de su propiedad a través de convenios con operadores públicos calificados (Gensa y Cedenar), principalmente en los mercados concentrados, como las capitales de los departamentos de las ZNI (Leticia, Mitú, Puerto Carreño e Inírida) y otras localidades en el litoral pacífico (Guapi, El Charco, Salahonda, López de Micay).

Con esta estrategia se logró en el corto plazo el mejoramiento de la calidad del servicio, la disminución de los costos de su prestación, la racionalización del uso de los combustibles utilizados para la generación, el aumento de las horas de energía y la adquisición de información técnica y económica de las ZNI, que sentó las bases para una política pública para la prestación del servicio de energía eléctrica en ZNI, la cual quedó definida en el documento Conpes 3453 de 2006.

El Conpes 3453 de 2006: “*Esquemas de Gestión para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica en las Zonas No Interconectadas*” determinó las acciones para mejorar la prestación del servicio en ZNI, entre ellas: i) procurar que la iniciativa privada se vinculara a la prestación del servicio; ii) diseñar un esquema eficiente para la asignación de los subsidios; iii) diseñar un marco tarifario apropiado para las ZNI; iv) permitir que las tarifas pagadas por los usuarios de las ZNI converjan gradualmente en las tarifas promedio pagadas por los usuarios del Sistema Interconectado Nacional.

En cumplimiento de las anteriores acciones y en especial el numeral iv, el Gobierno Nacional logró facultades para que el Ministerio de Minas calculara los subsidios para las ZNI, los cuales están contenidas en la Ley 1117 de 2006 “*Por la cual se expiden normas sobre normalización de redes eléctricas y de subsidios para estratos 1 y 2*”; el artículo 2º dispuso que (sic): Adiciónese un numeral al Artículo 99 de la Ley 142 de 1994, así:

99.10. Los subsidios del sector eléctrico para las zonas no interconectadas se otorgarán a los usuarios en las condiciones y porcentajes que defina el

Ministerio de Minas y Energía, considerando la capacidad de pago de los usuarios en estas zonas.

Los subsidios mencionados en este artículo no podrán ser girados a los prestadores del servicio que no hayan reportado oportunamente la información solicitada a través del Sistema Único de Información, SUI.

Con las facultades otorgadas al Ministerio de Minas y Energía por medio de la Ley 1117, el Ministerio mediante Resolución 18-2128 de 2007 fijó el “Procedimiento para otorgar subsidios del sector eléctrico en las Zonas No Interconectadas” y el artículo 2º dispuso lo siguiente (sic):

Determinación de las condiciones para el cálculo de los subsidios. El monto de los subsidios totales del sector eléctrico para las Zonas No Interconectadas será determinado, tomando como referencia la estratificación de los usuarios de las localidades en estas zonas y la diferencia existente entre el costo de prestación del servicio aprobado por la CREG para dichas localidades actualizado para diciembre del año inmediatamente anterior a la respectiva vigencia, y la tarifa a diciembre del año inmediatamente anterior aplicada a los usuarios residenciales correspondientes al mismo estrato del mercado de comercialización incumbente del Sistema Interconectado Nacional, SIN, en el departamento donde se encuentran ubicadas las localidades. En caso de que la localidad se encuentre en un departamento que no pertenezca al Sistema Interconectado Nacional, se tomará como referencia la tarifa aplicable en la capital del departamento del SIN con punto de conexión a 115 kV más cercano a la capital del departamento al cual pertenece la localidad.

Quiere decir lo anterior que para equilibrar el pago de energía por parte de los usuarios entre las ZNI y el SIN, un usuario de ZNI ubicado en Inírida paga lo mismo que debe cancelar un usuario de San José del Guaviare; esta medida empezó a regir a partir de enero de 2008, así por ejemplo el costo de prestación de servicio en Inírida en agosto de 2019 corresponde a $Cu = 1.294 \text{ \$/kWh}$, un usuario de estrato 1 cancela $227 \text{ \$/kWh}$ que corresponde al Cu de San José del Guaviare, es decir la Nación asume un subsidio del 82.46%.

4.4. Otras fuentes de recursos

Impuesto al carbono

La Ley 1819 de 2016 (Reforma Tributaria) creó el impuesto al carbono como instrumento económico para incentivar el cumplimiento de las metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El impuesto se cobra a los consumidores de los combustibles con base en el contenido de carbono de cada energético (se gravan los combustibles líquidos, el gas que se usa en refinerías y petroquímica y el GLP de uso industrial).

Por su parte, el Decreto 926 de 2017 creó un esquema de no causación del impuesto al carbono, el cual consiste en que el sujeto pasivo del impuesto puede cancelar las toneladas de CO₂ a su favor, lo cual se consigue mediante proyectos que cumplan con:

- Transparencia en su implementación
- Confiabilidad en su desarrollo metodológico
- Publicidad de sus resultados de mitigación

Dentro de las iniciativas elegibles se encuentran: i) implementación de energías renovables; ii) proyectos forestales; iii) proyectos que reduzcan las emisiones de metano a la atmosfera en rellenos sanitarios; iv) proyectos de ganadería sostenible; v) mejora de la eficiencia energética en calderas; entre otros.

Como se puede ver, existe en la actualidad este mecanismo de no causación que permite a los sujetos pasivos del impuesto al carbono “compensar” el valor a cargo con la financiación de un proyecto de mitigación de emisiones, con lo cual pudiera explorarse si en el esquema podría clasificar un proyecto de sustitución del uso de leña en el país y de esta forma existiría una fuente de recursos adicional para lograr el objetivo de reducción del consumo de leña. En caso de no cumplir con los criterios, podría proponerse una modificación a dicha normatividad para permitir la inclusión de financiación a programas nacionales implementados centralmente (por la entidad que se designe, p.e. el IPSE) que tengan por objeto la sustitución del consumo de leña.

La Ley 1715 de 2014 y el FENOGE

En el año 2014 se expidió la Ley 1715, la cual se conoce como la ley de energías renovables. Esta norma estableció unos beneficios tributarios dirigidos a las tecnologías no convencionales de generación de energía de carácter renovable y además creó el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE) para financiar proyectos de energías renovables y de gestión eficiente de la energía. Este fondo recibe sus recursos de una tasa que se aplica a las ventas de energía eléctrica en la bolsa (0,4 \$/kWh²¹⁸) pero también puede recibir recursos de entidades públicas, privadas o de carácter multilateral e internacional.

El Artículo 287 de la Ley del Plan Nacional de Desarrollo (Ley 1955 de 2019) permite que el FENOGE financie proyectos de gestión eficiente de la energía y sistemas individuales de autogeneración con FNCE (fuentes no convencionales) en zonas no interconectadas y en el Sistema Interconectado Nacional, incluyendo el mantenimiento y reposición de equipos y la transferencia del dominio de los activos a los beneficiarios de los respectivos proyectos. Es decir, el FENOGE podría ser una fuente de recursos para llevar soluciones de autogeneración solar a usuarios que en la actualidad cocinan con leña y de esta forma facilitar la penetración de estas tecnologías como resultado de reducir el costo de las mismas gracias al aporte de recursos de este fondo.

²¹⁸ Reglamentado con la Ley 1753 de 2015, artículo 190

4.5. Aspectos Institucionales

En la articulación de una política de sustitución de leña se identifica la necesidad de contar con un ordenamiento institucional que soporte su implementación para que sea exitosa. Si bien en una sección aparte se trata el esquema institucional, en esta sección se analiza la idea de incluir al Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE) como elemento de coordinación de la implementación de la política.

El IPSE tiene como objeto la identificación, planificación y promoción de soluciones energéticas integrales, viables financieramente y sostenibles en el largo plazo, para las zonas no interconectadas (ZNI) del país. Las ZNI corresponden a las áreas geográficas en donde no se presta el servicio público de energía a través del Sistema Interconectado Nacional – SIN, excluyendo el Departamento de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

Otro aspecto institucional que puede revisarse en detalle es el relacionado con la competencia para la conformación de áreas de servicio exclusivo que pueden ser adjudicadas a prestadores de servicios públicos que tengan la capacidad de adquirir compromisos de atención de las necesidades energéticas de zonas geográficas delimitadas con garantía de exclusividad.

En la estructuración de estas áreas se puede evaluar la agrupación de áreas rurales con municipios con mayores concentraciones urbanas (pueden ser ZNI o no) para definir tarifas de prestación de servicios públicos (electricidad y gas combustible) que promedien los costos de atención de las diferentes zonas que hacen parte del área exclusiva.

En el caso del servicio de electricidad en ZNI se tiene la experiencia de este tipo de esquemas con base en lo establecido en el Artículo 40 de la Ley 142 de 1994 y el Artículo 1151 de 2007 según los cuales, por motivos de interés social y con el propósito de extender la cobertura de los servicios públicos, el Ministerio de Minas y Energía puede establecer Áreas de Servicio Exclusivo y la CREG verificará el cumplimiento de los motivos que permitan incluir la exclusividad en los contratos de prestación del servicio, en su momento:

- La conformación del área debe asegurar la extensión de la cobertura del servicio y mejorar la calidad en su prestación.
- La conformación del área debe buscar los menores costos al aprovechar las economías de escala y de alcance derivadas de la localización geográfica y la dotación de recursos naturales.

Así, se podría estudiar la viabilidad jurídica de repetir estas experiencias acudiendo a las competencias del Ministerio de Minas y Energía y de la CREG para establecer áreas de servicio exclusivo para prestar aquellos servicios públicos que permitan atender las necesidades energéticas de las zonas rurales y las ZNI, con el objetivo de reducir o sustituir el consumo de leña para cocción en dichas áreas.

4.6. Política pública

El objeto de la presente consultoría se centra en la formulación de un programa actualizado de sustitución progresiva de leña como energético en el sector residencial en Colombia. Recorrido el camino del diagnóstico y la realización de talleres en zonas del país donde se identifica un consumo de leña significativo, se pueden resaltar las siguientes condiciones:

- i. La leña es un energético disponible en el sector rural con un costo de oportunidad que no se refleja en el valor económico que percibe el usuario.
- ii. El consumo de leña en el sector rural tiene un arraigo cultural.
- iii. Las alternativas de sustitución no pueden competir en términos de costos con la leña.
- iv. Los esquemas de mercado tradicionales con los que se regulan los energéticos sustitutos de la leña no permiten llevar la cobertura de estos a las zonas donde se consume la leña.

Es por lo anterior, entre otras razones, que para la articulación de un programa de sustitución de leña es necesario considerar la formulación de una política pública en la cual se plasmen las estrategias generales de un esquema que debe diferir de las reglamentaciones y regulaciones tradicionales que aplican los organismos que se encargan de los energéticos que pueden ser sustitutos de la leña.

El Consejo Nacional de Política Económica y Social, CONPES es “(...) *la máxima autoridad nacional de planeación y se desempeña como organismo asesor del Gobierno en todos los aspectos relacionados con el desarrollo económico y social del país (...)*”²¹⁹. El CONPES debe aprobar las políticas, estrategias, planes, programas y proyectos del Gobierno nacional, y en este caso el programa de sustitución de leña puede visualizarse como una política que puede presentarse para aprobación del CONPES, indicando el objeto de este programa y articulando la participación de las diferentes entidades del Estado que tienen influencia e interés en el programa. Las siguientes son las entidades que deben involucrarse:

- Ministerio de Minas y Energía: Es el organismo Rector de la Política Energética del país. Estas decisiones de política pueden impactar la oferta y demanda de un combustible sustituto de la leña como el GLP y también las señales a los agentes inversionistas para soluciones de energía renovable para la cocción de alimentos.
- Departamento Nacional de Planeación: El DNP es la entidad que le propone al Gobierno y al Congreso de la República el Plan Nacional de Desarrollo, analiza los subsidios a los servicios públicos y evalúa los requerimientos de inversión pública con miras a determinar el Presupuesto Nacional. De igual manera armoniza los planes sectoriales con el Plan Nacional de Desarrollo.
- Unidad de Planeación Minero-Energética UPME: Es la entidad responsable de la contratación del Estudio para definir la Estrategia de Sustitución de Leña y además participa en temas como el Plan Nacional de Biogás. En su calidad de Unidad de Planeación elabora los estudios y propuestas para la adopción de políticas por parte

²¹⁹ Tomado del Departamento Nacional de Planeación

- del Ministerio de Minas y Energía. Administra y realiza el Balance Energético Colombiano (BECO), como herramienta de información para el diseño de planes y programas de sustitución de leña.
- Ministerio de Salud: Siendo el mejoramiento en las condiciones de salud de las familias afectadas por el consumo de leña el pilar y eje de la estrategia para sustitución de leña a largo plazo, es fundamental la participación del Ministerio en las etapas siguientes del programa en temas como la concientización de los impactos del consumo de leña en la salud de las familias, en particular de las mujeres y los niños. Se propone además que el Ministerio de Salud promueva a través de las Entidades Prestadoras de los Servicios de Salud, programas de prevención a fin de reducir el impacto del consumo de leña en la salud de las familias.
 - Ministerio de Ambiente: La implementación de la estrategia, además de priorizar el tema de salud, debe ser compatible con las políticas que se tracen desde la autoridad ambiental. Además, el Ministerio va a desarrollar el Plan Nacional de Estufas Eficientes, que es uno de los elementos a considerar en el Plan de Sustitución de Leña.
 - Ministerio de Agricultura: El biogás es otro de los elementos del Plan de Sustitución de Leña a largo plazo y por consiguiente la participación del Ministerio como líder del Plan Nacional de Biogás es fundamental en las etapas del Plan de Sustitución de Leña.
 - Ministerio de Vivienda: La política nacional de vivienda urbana y rural debe incorporar en sus diseños el concepto energético en temas como la eficiencia y el uso de energías limpias por parte de las familias beneficiadas de los nuevos programas de vivienda y en general en programas de vivienda de interés social y vivienda de interés prioritario.
 - Ministerio de Educación Nacional y Ministerio de Trabajo – SENA: El Programa de Sustitución de Leña debe estar acompañado de un ejercicio educativo y formativo en los siguientes temas: a-) Campañas de divulgación acerca de los efectos de cocinar con leña en las familias, en particular en las mujeres y los niños b-) Elaborar programas educativos a nivel de primaria y secundaria sobre la energía, eficiencia, impactos en salud entre otros y c-) Estructurar programas en el SENA para el diseño e instalación de soluciones energéticas en temas como Estufas Eficientes, Biogás y Energías Renovables orientadas a atender las necesidades de cocción de alimentos y calefacción de las viviendas.

Se recomienda escalar el programa de sustitución al Departamento Nacional de Planeación por parte del Ministerio de Minas y Energía, de tal forma que se pueda presentar dicho programa para aprobación del CONPES y que de esta forma se concrete como una política nacional. El DNP ejerce como secretario técnico del CONPES con lo cual debe ser quien presente el programa para su aprobación. Así mismo, el DNP tiene la facultad para coordinar con todas las entidades involucradas el alcance de su participación y sus obligaciones. Así mismo, el CONPES puede definir esquemas de metas y seguimiento al programa que se monitorean durante su implementación.

Como parte de la política y para que el programa sea exitoso, se requiere nivelar los precios de venta de los energéticos que han sido seleccionados como alternativas de sustitución,

ya que como se mencionó anteriormente, el costo económico de la electricidad y el GLP distribuido en cilindros no permite, bajo las reglas de mercado tradicionales, que se extienda la cobertura de estos servicios a las zonas rurales donde se ubica la mayoría de usuarios que en la actualidad consumen leña para cocción, con lo cual no existe disponibilidad de oferta y en caso de existir (como por ejemplo en cabeceras municipales de los departamentos del Vaupés, Amazonas, Guainía, Caquetá, Putumayo, Nariño, Guaviare y Vichada) el precio al cual se ofrece a los usuarios resulta ser poco asequible o en otros términos, a precios que superan la disponibilidad a pagar de estos usuarios, dada su condición de ingresos.

El mecanismo más directo para nivelar esta situación es a través de un subsidio explícito que se otorgue a la demanda o al usuario y que se refleje como un menor precio del energético. Si bien desde el punto de vista fiscal puede resultar a primera vista como poco viable la idea de implementar un subsidio que se alimentaría con recursos del Presupuesto General de la Nación (PGN) al no tener una fuente identificada de contribución para dicho subsidio (como existe en el caso de algunos de los subsidios que se han descrito en este documento), existe una justificación económica para proponerlo, esto es, un beneficio económico y social que supera el valor del aporte de recursos públicos.

En efecto, el beneficio estimado del subsidio sería una reducción del costo para el sistema de salud en el mediano y largo plazo, derivado de menores enfermedades generadas por la contaminación del aire interior de los hogares donde se cocina con leña. A este menor costo del sistema de salud se puede sumar el beneficio de una reducción de las muertes por enfermedades respiratorias provocadas por el consumo de leña para cocción. El subsidio que sería económicamente viable de apropiarse para reducir el precio de venta de energéticos como el GLP distribuido en cilindros e incluso la electricidad (soluciones aisladas de generación de energía con fuentes no convencionales, p.e. solar fotovoltaica) tendría como techo el costo estimado que afronta el sistema de salud del país (que se financia con recursos del PGN) por la atención de enfermedades respiratorias provocadas por el humo de la leña utilizada para cocción dentro de los hogares.

Esta justificación económica y social es precisamente la que puede ser presentada por el DNP para aprobación del CONPES, como parte de las estrategias del programa de sustitución de leña.

4.7. Recomendaciones regulatorias

En cuanto a la alternativa de masificar la instalación y uso de estufas mejoradas que contribuyan a reducir el consumo de leña para cocción en las zonas rurales, se presentan las siguientes recomendaciones:

- Implementar un esquema de supervisión para verificar el cumplimiento de la normatividad técnica expedida recientemente para las estufas de biomasa (NTC 6358) por parte de los usuarios existentes y nuevos.
- Diseñar un esquema de incentivos a la sustitución de estufas de leña, en el cual se otorgue una ayuda económica a aquel usuario que cambie la estufa con la que cocina actualmente por una mejorada que cumpla con las nuevas normas técnicas.

- Se recomienda implementar un esquema dentro del programa “Obras por Impuestos”, en el cual las empresas con renta líquida positiva puedan aportar recursos a un fondo que se destine a entregar las mencionadas ayudas a los usuarios. Para el efecto se sugiere que el IPSE sea la entidad encargada de recibir y canalizar estos fondos, de acuerdo con lo propuesto en el capítulo institucional.
- Se sugiere estudiar también la posibilidad de utilizar recursos del sistema general de regalías, el cual, según su nuevo funcionamiento, puede distribuir recursos en todos los departamentos del país, para lo cual se requiere que los proyectos sean presentados por las entidades territoriales a los Órganos Colegiados de Administración y Decisión - OCAD, quienes serán los encargados de definirlos, evaluarlos, viabilizarlos, priorizarlos, aprobarlos y designar el ejecutor de estos.
- Diseñar programas de sustitución de leña para cocción en las zonas urbanas y rurales, con una metodología verificable que permita medir el beneficio en reducción de emisiones de GEI, de tal forma que los sujetos pasivos del impuesto al carbono puedan “compensar” la obligación de pago que tienen con la financiación de este tipo de programas.

En electricidad y gas combustible se recomienda:

4.7.1. Gas natural

El gas natural tiene un alcance limitado en términos de lograr la competitividad en costos para llegar a las zonas alejadas y poco concentradas como son las áreas rurales donde se consume principalmente la leña que se busca sustituir. No obstante, en el sector se cuenta con el Fondo Especial Cuota de Fomento – FECF, cuyos recursos se recaudan del mismo sector (a través del gas que se consume en el país) y pueden ser una fuente importante de financiación de infraestructura para la prestación del servicio de gas natural. Al respecto se recomienda:

- Modificar la reglamentación del FECF para priorizar el uso de los recursos disponibles en proyectos que logren la sustitución de leña por gas natural.
- Modificar la reglamentación del FECF para permitir la financiación de activos de distribución de gas natural a través de gasoductos virtuales en zonas donde se logre la sustitución de leña por gas natural.
- En la reglamentación, la financiación se priorizaría para aquellos proyectos con una proporción mayoritaria de usuarios registrados en el SISBEN dentro de los grupos que se clasifican por debajo de la línea de pobreza.

4.7.2. GLP

Este energético se caracteriza por su flexibilidad que le permite a su vez adaptarse a las condiciones de ubicación de los potenciales usuarios, con lo cual puede tener un mayor alcance en su área de cobertura. No obstante, por su misma movilidad, no hace parte del esquema de subsidios a la demanda (o subsidios cruzados de la Ley 142 de 1994), con lo cual pierde competitividad en relación con otros energéticos que se prestan en domicilios y que sí reciben estas ayudas.

Algunas de las recomendaciones para mejorar la competitividad de este energético en el sector rural incluyen:

- Ampliar la cobertura del programa de subsidios al GLP distribuido en cilindros, implementado a partir de la Resoluciones del Ministerio de Minas y Energía para incorporar en general a todos los hogares que se encuentren en zonas rurales y cuyos integrantes se encuentren registrados en el SISBEN²²⁰ dentro de los grupos que se clasifican por debajo de la línea de pobreza. Se propone aprovechar el SISBEN IV²²¹ que es una versión mejorada de este sistema en la medida que se basa en un enfoque de capacidades y considera el estándar de vida del hogar, es decir, la nueva metodología incluye la estimación de un índice de focalización individual que se basa en la presunción de ingresos.
- Desarrollar la regulación que viabilice la venta de cilindros con dispositivos tecnológicos que permiten interrumpir la vaporización del GLP del cilindro cuando se agote el saldo en dinero que el usuario haya depositado en su cuenta al momento de la compra del cilindro.

4.7.3. Energía eléctrica

Es necesario que la CREG defina el mecanismo mediante el cual se trasladan al usuario final de las ZNI los costos de generación de energía con tecnologías no convencionales, por ejemplo, con paneles solares. Esto comprende el ajuste a la fórmula tarifaria que permita trasladar los costos de este tipo de tecnologías, en el caso de un sistema de prestación del servicio a un grupo de usuarios. Esta claridad permite utilizar esta tecnología y por ende definir una tarifa sobre la cual se aplicaría el subsidio respectivo.

Se recomienda también modificar la reglamentación de la priorización de los proyectos que se financian con recursos del FAZNI, de tal forma que se puedan destinar fondos para la implementación de soluciones energéticas integrales que tengan por objeto sustituir el consumo de leña para cocción, entre las cuales se podría incluir soluciones con fuentes no convencionales de generación de energía, esto es, soluciones de autogeneración con paneles solares, instaladas en forma individual para cada usuario.

Se podría recurrir a los recursos del Sistema General de Regalías, que como ya se dijo pueden ser distribuidos a todos los departamentos del país, siempre y cuando las entidades territoriales estructuren y presente proyectos. Para el efecto se puede buscar el mecanismo para que estas entidades puedan hacer parte de la política con la cual se diseñan los diferentes programas de sustitución.

4.7.4. Biogás

En el caso del biogás, se recomienda incluir esta alternativa tecnológica en los programas de sustitución que diseñaría e implementaría la agencia propuesta (o el IPSE si fuera el

²²⁰ Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios – SISBEN

²²¹ Documento CONPES 3877: Declaración de importancia estratégica del Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios (SISBEN IV)

caso, de acuerdo con el arreglo institucional que se seleccione). De esta manera, se pudieran destinar los recursos que sean aportados con el propósito de sustitución del consumo de leña, para dar subsidios a los equipos que se requieran para producir el biogás como solución individual en hogares rurales o agrupaciones de hogares que tengan una actividad que genere los residuos suficientes para la producción de este energético. Para la asignación del subsidio, esta agencia implementadora evaluaría entre diferentes alternativas cuál sería la mejor para cada caso en función de la ubicación del usuario y sus características de consumo. En caso de concluirse que el biogás es la mejor solución, se aportarían a manera de cofinanciación los recursos para reducir el costo al usuario e incentivar la sustitución tecnológica del uso de leña al biogás.

Así mismo, en el caso de soluciones comunitarias o de un grupo mayor de usuarios con una configuración de producción del biogás en un punto alejado del usuario y la correspondiente instalación de redes de tubería para su conducción hasta los puntos de consumo, éstas podrían estructurarse como proyectos que se asignen a compañías que se constituyan para su ejecución o compañías de gas combustible que tengan interés en el desarrollo de este tipo de negocio. En estos casos, como se permite en la regulación, el mismo agente podrían realizar todas las actividades desde la producción hasta la venta al usuario final pasando por las redes de transporte y distribución. Así mismo, se podrían destinar recursos públicos de los fondos indicados anteriormente, para cofinanciar el desarrollo de esta infraestructura (toda la cadena). En estos casos, los prestadores del servicio podrían aplicar el esquema de subsidios a la demanda (con recursos del Fondo de Subsidios para Solidaridad y Redistribución de Ingresos – FSSRI) a los usuarios que se conecten a este servicio y así reducir el costo del mismo para incentivar la sustitución de leña.

4.7.5. Subsidios a la demanda de electricidad y GLP en cilindros

Se recomienda extender a las soluciones de electricidad y GLP en cilindros, la aplicación del esquema de subsidios diseñada para las Zonas No Interconectadas, específicamente lo recomendado en el CONPES 3453 de 2006: “(...) *Esquemas de Gestión para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica en las Zonas No Interconectadas*”, determinó las acciones para mejorar la prestación del servicio en ZNI, entre ellas: i) procurar que la iniciativa privada se vinculara a la prestación del servicio; ii) diseñar un esquema eficiente para la asignación de los subsidios; iii) diseñar un marco tarifario apropiado para las ZNI; iv) permitir que las tarifas pagadas por los usuarios de las ZNI converjan gradualmente a las tarifas promedio pagadas por los usuarios del Sistema Interconectado Nacional. (...)”

La acción del literal iv) es una recomendación que puede ser incluida en el CONPES de sustitución de leña (sugerido en el presente estudio), de tal forma que para determinar el nivel del subsidio que se daría a los usuarios del GLP en cilindros en las zonas donde se pretende sustituir el consumo de leña, se calcule el precio del mismo cilindro que se ofrece en un mercado urbano más cercano con una población mayor a 50.000 habitantes y el precio que resultaría en la ubicación del usuario que se pretende capturar (un consumidor actual del leña) y la diferencia sea subsidiada con recursos del PGN. La focalización de este subsidio se haría con base en el SISBEN, es decir, se otorgaría solamente a los grupos del SISBEN que sean calificados por debajo de la línea de pobreza.

Este mismo esquema podría ser recomendado para ser aplicado como subsidio a las soluciones de electricidad que puedan ser implementadas en zonas donde se consume leña y que pretendan capturar dichos usuarios. Nuevamente focalizando el subsidio con base en el SISBEN y a partir del criterio de la línea de pobreza, teniendo en cuenta el lineamiento del CONPES 3877 de 2016 denominado “*Declaración de importancia estratégica del Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios (SISBEN IV)*”.

5. Aspectos culturales, de género y salud

En el presente capítulo se desarrollarán los principales factores culturales identificados alrededor del uso de leña en el país; la población objeto del estudio está compuesta principalmente por campesinos, indígenas y afrocolombianos. Este apartado es fundamental para disminuir el riesgo en la generación de choques culturales que en muchas ocasiones frenan la implementación de programas como el referente a la sustitución de la leña en los hogares colombianos. De igual forma se pretende analizar la modificación de hábitos cotidianos en las poblaciones como son la preparación de alimentos y la calefacción de los hogares.

Teniendo en cuenta además que, a partir de la declaración realizada por la Unesco en China, en mayo del 2013, *“la cultura: clave para el desarrollo sostenible”*, se reafirmó *“que la cultura debe ser considerada como un factor fundamental de la sostenibilidad, ya que es una fuente de sentido y de energía, de creatividad e innovación y un recurso para responder a los desafíos y hallar soluciones apropiadas. La extraordinaria fuerza de la cultura para favorecer y posibilitar un desarrollo verdaderamente sostenible se hace especialmente patente cuando un enfoque centrado en el individuo y basado en el contexto local se integra en los programas de desarrollo y las iniciativas de construcción de la paz”*²²².

Bajo este enfoque, los factores culturales no deben ser vistos como un freno a los programas que impulsan el desarrollo de las poblaciones sino como factores que abren las puertas hacia a una serie de posibilidades en pro de mejorar los impactos y la aceptación de los programas y proyectos para las comunidades.

Es importante mencionar que la cultura es un elemento fundamental para el desarrollo rural en Colombia, teniendo en cuenta que superar el uso de leña como principal energético para cocción y calefacción en los hogares es un objetivo fundamental en esta misión, dado que las comunidades indígenas y afrocolombianas están ubicadas mayormente en estos territorios.

Adicionalmente, es necesario identificar la gran desigualdad presente entre la zona rural y la zona urbana del país, marcada por sus rezagos sociales y económicos. Estudios como el que compete en este plan de sustitución del energético de leña, deben aportar a la disminución de la brecha de desigualdad existente y deben ser vistas en el marco de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas y de los ODS, a los cuales Colombia se ha comprometido. Sin decir con esto que el problema de cocción con leña se presenta únicamente en las zonas rurales dado que, con los talleres regionales realizados en la consultoría, se pudo constatar que el uso de leña aún persiste en zonas urbanas, especialmente en municipios pequeños.

Cabe destacar que la persistencia del uso de leña en los hogares colombianos se ha convertido en una trampa, en la que las limitaciones mayormente tienen que ver con acceso a nuevas alternativas o ingresos reducidos de las familias para adquirir una nueva

²²² Unesco. La Cultura Clave para el desarrollo sostenible. 17 mayo de 2013. Pág. 2.

tecnología. Las mujeres en Colombia siguen utilizando leña como energético, ya sea por razones económicas, culturales o de desconocimiento de las consecuencias de su uso, hecho que las sigue enfermando no solo a ellas sino a los integrantes de su familia. Esta situación que debe ser superada, debe incorporar soluciones económicas, sociales y culturales que permitan avanzar hacia un escenario en el que el uso de leña sea una opción y no una obligación para los hogares.

5.1. Concepto de cultura

Se retoman los primeros planteamientos alrededor del concepto de cultura expuestos desde la antropología por Grimson. *“La ‘Cultura’ fue un concepto que nació para oponerse a la ‘Alta Cultura’ y las teorías racistas que impregnaban en un primer estadio de la antropología, al querer buscar diferencias jerarquías entre los diferentes grupos humanos, con los que se encontró una primera Europa aislada al toparse con el mundo”*²²³. Al reconocer su origen histórico se han determinado relaciones peyorativas entre las culturas, que han causado conflictos y escenarios violentos, lo que ha afectado en algunas ocasiones las intervenciones realizadas por los Estados.

Para el presente estudio, el concepto de cultura se abordará desde lo planteado en la declaración de la Unesco en el 2013, como *“una visión de la cultura abierta, evolutiva y sólidamente enmarcada en un planteamiento basado en los derechos y en el respeto de la diversidad, que permite a los individuos que accedan libremente a ella ‘vivir y ser lo que deseen’*²²⁴, reforzando así sus posibilidades y sus capacidades humanas, promoviendo el entendimiento mutuo y los intercambios entre los pueblos, de tal manera que se reconozca que *“la cultura no es solo un dominio específico de la vida, sino que es ‘constructora, constitutiva y creadora’ de todos los aspectos de esta, incluyendo la economía y el desarrollo”*²²⁵, este comportamiento dinámico y cambiante de la cultura contiene un potencial creativo que podría impulsar el cambio de hábitos cotidianos en la población a intervenir.

5.2. Uso de la leña como energético

Entre las preguntas que surgen al momento de evaluar y analizar el consumo de leña en los hogares se encuentra la de ¿Cuáles son las principales razones que alientan a los hogares a hacer uso de este energético en la cocción y preparación de sus alimentos?

Retomando algunas conversaciones desarrolladas en los talleres regionales de esta consultoría y haciendo una revisión bibliográfica, a primera vista las respuestas más comunes han sido relacionadas con las dificultades económicas de las poblaciones para acceder a otras fuentes energéticas como el GLP y las dificultades de extender la cobertura

²²³ Barrera Luna, Raul. El concepto de la Cultura: definiciones debates y usos sociales. Universidad Autónoma de Barcelona. 15 febrero de 2013. Pág. 3.

²²⁴ Unesco. La Cultura Clave para el desarrollo sostenible. 17 mayo de 2013. Pág. 3.

²²⁵ Barrera Luna, Raul. El concepto de la Cultura: definiciones debates y usos sociales. Universidad Autónoma de Barcelona. 15 febrero de 2013. Pág. 14.

de gas natural por las distancias de las comunidades a los cascos urbanos o las redes principales.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta otras razones que motivan el uso de leña:

- En la tradición del uso de leña, Singer señala que *“...la leña es la fuente más antigua de calor utilizada por el hombre, lo que quizás se debe al hecho de que es mucho más accesible que otros combustibles y a que prende fácilmente. A esa accesibilidad se debe el que aún hoy día se siga quemando en hogares primitivos de acuerdo con métodos tradicionales”*²²⁶
- Las familias que aún cocinan con leña consideran que preparar los alimentos con este energético les proporciona un sabor particular a las preparaciones que gusta y, en muchas ocasiones, es un elemento que determina la elección de los platos. En un testimonio brindado por una mujer campesina, asistente al taller regional realizado en Boyacá por la consultoría, indicó que “cuando la visitan sus hijos ella prefiere cocinar con leña pues a ellos les gusta y como ella los quiere, les da el gusto de preparar las comidas en el fogón”. Esto nos indica que el uso de leña también se relaciona con un tema afectivo.
- Es necesario reconocer además que *“las relaciones sociales, evidentes en las casas campesinas, la visita se realiza muchas veces en la cocina por ser el sitio más acogedor”*²²⁷, fenómeno evidenciado en las cocinas, principalmente de Cundinamarca, Boyacá y Santander, ya que se asocia con la calefacción de las viviendas y la costumbre de brindar algún alimento a los invitados para agradecer su visita.

Estas tres razones fundamentales son determinantes para entender, en parte, la persistencia sobre el uso de leña en los hogares, que evidentemente deja a un lado la concepción de que el uso de la leña trae consigo repercusiones en la salud de quienes se exponen al humo, producto de la quema del energético.

En adelante se caracterizarán tres usos de la leña en los hogares colombianos: El primero, referente a la preparación de alimentos; el segundo, para la calefacción de los hogares y el tercero como uso en rituales, principalmente por parte de las comunidades indígenas.

5.2.1. Preparación de los alimentos

En general podemos afirmar que:

“la cocina es un aspecto distintivo presente en cada cultura y le permite diferenciar modalidades que van desde la producción de los ingredientes, hasta la manera de transformarlos por medio de la preparación en una expresión de cultura. Una aproximación semiótica a la culinaria requiere entonces de identificar los enfoques y la

²²⁶ Citado por Mejía Barragán, Fabiola. Implicaciones ambientales del uso de leña como combustible doméstico en la zona rural de Usme. Trabajo de Grado Maestría Medio ambiente y desarrollo. Universidad Nacional de Colombia.

²²⁷ Citado por Sierra, F. Mejía F y Guerra C. 2011. La leña como combustible doméstico en zonas rurales de Usme. Bogotá. Universidad de la Rioja. Pág. 31.

aproximación al acto cultural culinario. Cada acto cultural culinario es consecuencia del hecho de dotar de significado alguno de los aspectos con los cuales la transformación de alimento en comida es desarrollada por cada grupo humano. Los principales aspectos a ser abordados se desprenden de trazar límites metodológicos ubicando como referencia principal a la cocina: I) la cocina como signo o unidad cultural; II) la cocina como lenguaje; III) la cocina como narración; IV) la cocina como expresión de cultura. Cada uno de los aspectos anteriores supone una dimensión de análisis, instrumentos precisos y enfoques probados para poder comprender a la cocina como un espacio de acción propicio para ejercer la semiótica desde una perspectiva analítica”²²⁸.

Para complejizar aún más la cocina, se retomaron los argumentos desarrollados por la antropología. Fernández (2004) afirma que “cocinar o cocina como acción es la consecuencia directa de la domesticación del fuego”, así mismo se constituye como “una de las grandes innovaciones revolucionarias de la historia, no tanto por la forma en que transforma la comida -hay muchas otras maneras de hacerlo- sino por la forma en que ha transformado la sociedad.”²²⁹ Es así como a medida que el hombre avanzó en su proceso de adaptación con el contexto, fue modificando sus alimentos y formas de prepararlos, lo que nos podría abrir paso para reconocer que cocinar es un hábito cultural pero que ha cambiado a lo largo de la historia, permitiéndonos ser optimistas en la tarea de dejar de lado el uso de leña como un elemento que demuestra nuestros avances como sociedad.

Se necesita afirmar adicionalmente que cocinar se convierte en acto que no solo responde a una necesidad fisiológica sino que a su vez es una visión de cómo se ve el sujeto a sí mismo y a su contexto, “el gustema²³⁰ va de la mano con la dimensión técnica que lleva a que unos ingredientes, que se combinan de una forma especial, transporten el sentido cultural del sabor en ese ámbito humano particular.”²³¹, y es debido a que ambos términos sintetizan “la esencia del comer como necesidad de doble condición entre los seres humanos: fisiológica y simbólica, elementos necesarios a la hora de transformar modos de preparación de los alimentos, ya que no solo se cambian hábitos en relación con elementos fisiológicos sino también simbólicos que determinan modos de ver y estar en el mundo.”

Si consideramos además que tanto en los talleres regionales como en el de expertos, todos los participantes concuerdan en que la cocina con leña tiene un sabor particular que es más

²²⁸ Cid Jurado, Alfredo Tenoch. La semiótica culinaria y el patrimonio cultural: la cocina colombiana. 2018. Revista Chilena de Semiótica. Pág. 10.

²²⁹ Citado por Rosas Pachon, Javier. La cocina un escenario para la reconstrucción de la memoria. Pontificia Universidad Javeriana. Pág. 11.

²³⁰ Según los autores hablar del gustema es poner en escena el gusto como la impronta cultural que llevan los sabores, las texturas y, en esencia, toda comida y toda bebida, y que, además, ubica de manera diferente una preparación culinaria en un contexto humano. A su vez, desde la lectura estructuralista —iluminada por la dimensión de la lingüística—, esta marca cultural se muestra como algo más que lo que una sociedad define como válido, pues, según Lévi-Strauss, los gustemas son las unidades mínimas con sentido-significado en un contexto humano particular, lo cual demuestra su gran importancia.

²³¹ Delgado Salazar, Ramiro y Delgado Giraldo, Miguel. De Gustemas y Tecnomas. Identidad Culinaria de Saberes y Sabores. Pág. 128.

sabroso que cocinar con otra tecnología, es importante retomar a Delgado y Delgado (2010) quienes se refieren a que el gusto “*está referido en esencia al tema de la identidad culinaria de las sociedades, y tras él, se encuentra la dimensión de su significado profundo en relación con lo colectivo y lo individual*”²³². Con ello entablan y muestran la conexión entre la formación del gusto a través de la cultura y la sociedad.

Por otro lado, los autores muestran cómo el tecnema o las técnicas en particular pueden abrir camino a “*revisar todo lo construido por una cultura en su dimensión temporal para apropiarse de los insumos provenientes del mundo animal, mineral, vegetal e industrial; transformarlos y combinarlos, y así llegar a la construcción de su universo culinario*.”²³³. Entender que el gusto es un elemento construido, tanto individual como colectivamente, es importante en la creación de campañas de sensibilización que pretendan cambiar esta concepción acerca del sabor a leña.

Otro elemento de análisis nos permite ver el mundo de la ritualidad entendido a partir de que “*la cocina es un fenómeno social, que ofrece espacios rituales, valores míticos, estéticos, estésicos*”²³⁴; *al mismo tiempo proporciona segmentos de historia e identidad que en su unión, hacen posible comprender la continuidad, la trascendencia, la evolución de una cultura determinada*.²³⁵

Para aterrizar este análisis aún más en nuestro país, profundizaremos en dos elementos fundamentales a tener en cuenta al momento de contextualizar la preparación de alimentos en Colombia: La primera hace referencia a la gran variedad de platos en la cocina colombiana y la segunda a los diferentes tipos de lugares dedicados a la preparación de alimentos o tipos de cocinas.

5.2.2. Cocina Colombiana

En Colombia, la cocina ha estado relacionada con una tradición cultural y es tan variada como la diversidad del territorio nacional. El Ministerio de Cultura reconoce el gran valor de la cocina colombiana y su gran variedad, lo que hace que financie varias investigaciones y recopilaciones en el tema, entre las que se encuentra el Gran Libro de la Cocina Colombiana, escrito por Carlos Ordoñez Caicedo, quien nos habla acerca de la gran combinación de culturas que se encuentran presentes en nuestros platos típicos. “*Viejas y nobles fuentes revelan los platos combinados: los cocidos de chuguas, cubios, hības que espesan las mazamoras boyacenses tienen un claro sabor indígena. Los de la Costa responden casi todos a las mejores recetas de la cocina caribeña y la presencia de España*

²³² Ibíd. Pág. 128.

²³³ Ibíd. Pág. 129.

²³⁴ Esta palabra es una expresión antigua, se refiere como la facultad, capacidad o aptitud de sentir o de percibir todo lo que está en el alrededor, propio o característico de los seres animados. Cualidad o condición de sensible, receptivo, impresionable, hiperestético o sentimental. La manera o el modo particular de sentir o percibir.

²³⁵ Cid Jurado, Alfredo Tenoch. La semiótica culinaria y el patrimonio cultural: la cocina colombiana. 2018. Revista Chilena de Semiótica. Pág. 10.

salta aquí y allá en el secreto para un dulce de almíbar, el punto para el tostado de la lechona o el inequívoco parentesco entre el cocido madrileño y nuestro clásico puchero²³⁶.

Es así como se puede identificar las diferentes culturas que han influenciado en la cocina de nuestro país y lo variado de la misma, y seguramente leyendo este apartado todos nos imaginaremos las cocinas tradicionales y la cocción con leña. Imaginario del cual se debe tratar de desincentivar el consumo del energético y diseñar alternativas que transformen y conserven la riqueza culinaria del país, de tal manera que se logre interiorizar la necesidad de modernizar la tecnología, en pro de mejorar la salud de nuestras cocineras y de sus familias.

En el libro de Carlos Ordoñez, se divide a Colombia en ocho subregiones: Costa Pacífica, Antioquia y Viejo Caldas, Llanos y Amazonia, Valle, Cauca y Nariño, Santanderes, Costa Atlántica, Tolima y Huila y, Boyacá y Cundinamarca. Se presentan algunas características de los platos típicos presentes en estas regiones y la gran riqueza culinaria de nuestro país.

Tabla 30. Caracterización comida típica colombiana

REGIONES COLOMBIANAS	DESCRIPCIÓN COMIDA TÍPICA.
<p style="text-align: center;">Costa Pacífica</p> 	<p>Sus costas, con las ensenadas y bahías más bellas de Colombia, favorecen la proliferación de platos de pescados y mariscos que constituyen la base alimenticia de la población autóctona, que gustan acompañar con plátano y yuca. La leche de coco también es ampliamente utilizada como complemento en la cocción de sus alimentos; adicionalmente existe una gran variedad de sopas que complementan su dieta y finalmente también utilizan la carne y gallina criolla, especialmente en la realización de asado y paseos de olla.²³⁷</p>
<p style="text-align: center;">Antioquia y Viejo Caldas</p>	<p>Esta región ha sido muy exitosa en exponer su comida dentro y fuera del país al punto que “su plato montaño es, sin duda, el plato bandera. Consiste en arroz blanco, frisoles, carne molida, chicharrón, chorizo o morcilla, huevo frito, aguacate, tajadas de plátano maduro, patacones y arepa. Nunca pueden faltarle al paisa los frisoles, que pueden llegar a comer a diario; tampoco las</p>

²³⁶ Ordoñez Caicedo, Carlos. El gran libro de la cocina colombiana. Tomo 9. Ministerio de Cultura Colombia. Pág. 23.

²³⁷ Ibíd. Pág. 31.

	<p>arepas y la mazamorra con que terminan sus comidas y que pueden servirse con el maíz (arroz) o, simplemente, el claro caldo acompañado de panela partida o bocadillo de guayaba²³⁸</p>
<p style="text-align: center;">Llanos y Amazonia</p> 	<p>Pensar en el llano es pensar en la carne a la llanera, el envuelto y la yuca. La cachama por abundar en varias zonas también hace parte de su dieta.</p> <p>La Amazonia vive de la caza y de la pesca, que guisa y acompaña con farriña o mandioca y el casabe, estas dos últimas a base de yuca brava, base de su alimentación, y de frutas exóticas desconocidas en el resto del país. Una fuente exótica de proteínas de gran valor nutritivo es la boa, que hoy se cría en granjas. Los lugareños ahúman sus esplendidos lomos y preparan excelentes platos²³⁹.</p>
<p style="text-align: center;">Valle, Cauca y Nariño</p> 	<p>Mas cocina de hacienda que de ciudad, tiene en la caña de azúcar, que cultiva con talento, la base de una variada producción de excelentes dulces: su célebre manjar blanco, sus grajeas, sus delicados confites. El plátano es una fruta más en la enorme paleta que colorea sus puestos de venta, con variados y deliciosos frutos, como el níspero de Guacarí.</p> <p>El Cauca, tal vez el departamento más rico en variedad de platos de todo el país, conserva diversidades criollas. Las viejas fórmulas indígenas, talentosas y económicas, y la colorida comida de los negros. Sin olvidar que el maní se ha</p>

²³⁸ Ibíd. Pág. 74.

²³⁹ Ibíd. Pág. 112.

	<p>convertido en uno de sus aderezos fundamentales. Entre las cosas legítimamente autóctonas destaca un vegetal muy especial, el ulluco, con su enorme variedad de preparaciones, todas originales y apetitosas. Nariño es la tierra de los quillacingas, leales al reino de Quito, del que recogieron en su mansedumbre sus hábitos culinarios, que hoy nos llegan acompañando al tradicional cui, que hay que saber matar más que guisar. Su pastelería es variada y succulenta²⁴⁰.</p>
<p style="text-align: center;">Santanderes</p>  	<p>Su principal cultivo era el maíz, que llamaban <i>aba</i>. Con él preparaban una sopa, <i>suque</i> (mazamorra), unas tortas llamadas <i>bun</i> o <i>tajitafun</i> (arepas), y una bebida llamada <i>chicha</i>, que puede traducirse como “bebida para hombre”. Importantísimo también fue el uso del <i>quibsa</i> (aji) en su dieta. Fueron estos indios los que descubrieron que las hormigas culonas no solo eran deliciosas, sino que tenían propiedades afrodisiacas, receta que se ha conservado hasta hoy y que hemos recogido en este libro. La cocina <u>santanderana</u> ha sido siempre muy rica. Santander produce en Lebrija la mejor piña del país y magníficos dulces en Piedecuesta. Su mayor orgullo son sus arepas, el mute y el cabrito con pepitoria, que se han popularizado en restaurantes de todo el país. <u>Norte de Santander</u> es muy rico en platos tradicionales conservados con orgullo: Cúcuta, con magníficos postres, donde aún se hace el dulce de grosellas y gran variedad de frutas en almíbar; Pamplona, con su masato y una cocina muy propia; y Ocaña, con la cocina más interesante y variada de la región²⁴¹.</p>
<p style="text-align: center;">Costa Atlántica</p>	<p>Sus productos y sus influencias se reflejan en su cocina, que ha sabido reunir el</p>

²⁴⁰ Ibíd. Pág. 141.

²⁴¹ Ibíd. Pág. 277.

	<p>refinamiento de lo internacional, lo autóctono y la sazón de la mano africana de sus alegres cocineras.</p> <p>La gran calidad de sus pescados y mariscos se reúne en el mercado con las excelentes carnes de las sabanas de Bolívar.</p> <p><u>El cartagenero</u> es muy amigo de los postres, que encuentra en gran cantidad y óptima calidad en su célebre Portal de los dulces. Su plato insignia es la posta cartagenera.</p>
	<p><u>Barranquilla</u> es culinariamente una ciudad joven, en cuya cocina destacan su arroz con lisa y excelentes platos de cocina internacional.</p> <p><u>Santa Marta</u>, pese a su antigüedad, ha perdido parte de sus viejas tradiciones, pero siguen destacando platos talentosos, como sus mojarras fritas con patacones.</p> <p><u>La Guajira</u>, una región de interesantísimos hábitos culinarios, usa con naturalidad una colección de carnes más propias de un libro de aventuras que de una carta de un restaurante popular: chigüiro, morrocoyo, guartinaja, tortuga, armadillo, iguana y una colorida paleta de pescados y mariscos, entre los que destacan sus maravillosas langostas a precios popularísimos, que permiten a la gente modesta desayunar con ellas antes de coger el azadón y emprender su dura tarea diaria²⁴².</p>
<p style="text-align: center;">Tolima y Huila</p> 	<p>Orgullo de Tolima son la lechona y el tamal, platos que se cocinan con matices originales en todos los pueblos. Enriquecen la variedad de su mesa las preparaciones hechas con los pescados del Magdalena, de las cuales la más famosa es el delicioso viudo.</p> <p>La harina autóctona es la de achira, que se usa para preparar los célebres bizcochos²⁴³.</p>
<p style="text-align: center;">Boyacá y Cundinamarca</p>	<p>Su amplia variedad gastronómica ofrece en Tunja matices de franca competencia, sobre todo los días jueves, cuando restaurantes populares sirven su cuchuco con espinazo</p>

²⁴² Ibíd. Pág. 301.

²⁴³ Ibíd. Pág. 341.

	<p>de cerdo, plato talentoso y original que haría las delicias del más sofisticado gourmet. Villa de Leyva, paisaje de olivares y magníficos bizcochos, Paipa con su riquísima cocina tradicional, Tota con sus truchas y un enorme etcétera, hacen de esta región un punto inimitable para el turismo gastronómico. Bogotá, gran capital, cosmopolita en lo colombiano y universal, tiene restaurantes de todas las regiones del país y una talentosa cocina local representada en especialidades de la calidad del ajiaco y el chocolate santafereño, siempre acompañado con tamales, pericos, almojábanas, colaciones, tortas y mil exquisiteces más. Girardot comparte con Flandes, Tolima, los honores del mejor viudo de pescado que, junto con la tradicional subienda, es un auténtico festival para los amantes del buen pescado de río²⁴⁴. Sin olvidar la chicha como bebida tradicional utilizada aun por los campesinos en especial en las celebraciones familiares.</p>
	

Fuente: Elaboración propia del equipo consultor según información de Caicedo C. 2012

Hacer este recorrido por la cocina colombiana nos permite evidenciar la gran variedad de sus platos, determinada en especial por la variedad de climas debido a los pisos térmicos del país, estableciendo los cultivos y variedad de especies animales y vegetales disponibles en las diferentes zonas, que han compuesto por años la alimentación de las poblaciones colombianas. Esto demuestra lo arraigadas que aún se encuentran las preparaciones de platos típicos en las diferentes regiones; por tanto, se hace necesario, a la hora de diseñar programas de sustitución de leña, tener en cuenta esta variedad, identificando niveles de cocción, nivel calórico requerido, tiempos de cocción, entre otros, que posibilite que las familias sigan conservando sus hábitos alimenticios y se reconozca la riqueza cultural existente.

5.2.3. Tipos de cocinas

En este apartado se caracterizan los diferentes tipos de cocinas de leña identificadas en el país, que los reuniremos en dos grandes grupos: fogones tradiciones y estufas mejoradas:

²⁴⁴ Ibíd. Pág. 345.

Fogones Tradicionales

Al iniciar este estudio y antes de la realización de los talleres regionales, el imaginario giraba en torno a que existía una única clase de fogones, que eran los fogones de tres piedras; sin embargo, luego de las salidas de campo, la realización de los talleres y la revisión de estudios bibliográficos se pudo evidenciar que existen diferentes prototipos diseñados de acuerdo a las realidades, condiciones y necesidades de cada región. Estas variaciones son importantes a la hora de pensar en estufas o estrategias de sustitución dado que implica la construcción de tecnologías diferentes y no una estándar, como se llegó a pensar inicialmente. A continuación, se presenta algunos de los tipos de fogones identificados hasta el momento:

1. Fogón de tres piedras: Este fogón es el más común y tradicional usado por los hogares. Se ubica sobre el piso y se encuentra en casi todas las zonas del país. En ocasiones se trata de un fogón permanente de uso diario, en especial en comunidades indígenas, y en otras ocasiones se usa en reuniones, asados, paseo de olla, para realizar preparaciones especiales como tamales, chicha, entre otros. Sin lugar a dudas, las comunidades en las cuales permanece el uso de estos fogones son aquellas que se encuentran en zonas de difícil acceso donde es difícil introducir una nueva tecnología para la cocción.

Ilustración 5. Fogón tradicional de tres piedras



Fuente: Foto tomada en el reguardo indígena de Val Hermana. Manaure. Corregimiento Manaure. La Guajira.

2. Fogón alto: Existen algunos fogones con pocas variaciones, como los que se presentan a continuación que son más permanentes. Se construyen con materiales de fácil acceso como madera, barro, bareque, entre otros, y cuentan con estructuras en forma de mesa que solucionan el problema de tener que “acurrucarse” al momento de avivar la llama. Incorporan material alrededor del fogón, con el fin de evitar la pérdida de la llama.

Tabla 31. Fogones Altos en comunidades

<p>Fogón Comunidad Pijao Resguardo Hilarquito. Coyaima.</p>	<p>Fogón Comunidad Afrocolombiana. Corregimiento del Valle. Bahía Solano.</p>

Fuente: Fotos tomadas por el equipo consultor

3. Fogón leña en comunidades indígenas de Vaupés y en general de la amazonia colombiana: utilizado principalmente para la preparación del casabe, una especie de arepa a base de yuca brava o manioca, acompañante tradicional de todas las comidas. Está compuesto por una base hecha en bareque y un tarimón de forma circular. Es complemento del fogón de tres piedras adecuado presentado anteriormente.

Ilustración 6. Fogón de leña comunidades del Vaupés



Fuente: Foto tomada por el equipo consultor en la comunidad de San Marcos de Fariña. Ubicada en zona rural de Mitú.

4. Fogón apoyado por el viento: utilizado en las comunidades indígenas Wayuu por las mujeres principalmente. Allí comentaron que ellas definen dónde ubicar el fogón, de acuerdo con su conocimiento sobre los vientos, siendo una de las dos razones por las cuales los fogones se ubican en lugares abiertos o semi- abiertos, para así evitar tener que acercarse para estar soplando y avivar el fogón. La otra razón tiene que ver con los niveles de calor de las viviendas que, de ubicarse el fogón en un lugar cerrado, el calor se vuelve insoportable. Son pequeñas modificaciones que deben tenerse en cuenta a la hora de pensar en la sustitución de la leña.

Ilustración 7. Fogón apoyado por el viento



Fuente: Foto tomada por el equipo consultor en la ranchería Alapale. Municipio Manaure.

5. Fogón de Cilindro: Un carpintero en Bahía Solano diseñó este fogón a partir de un cilindro de gas. Su diseño fue replicado por varias familias de la zona. Los electrodomésticos y demás estructuras o utensilios en metal se oxidan muy rápido, al igual que los cilindros de GLP, cuya vida útil es más corta, lo que lleva a que estos queden por allí generando desorden o basura. Esto se da porque la comunidad vive muy cerca al mar. Los desechos o cilindros que no sirven los utilizan a manera de fogón. Como se observa en la Ilustración 8, los habitantes cortan la parte superior del cilindro y adecúan una parrilla para sostener la olla y abren una cavidad por uno de los lados en la parte inferior por donde introducen la leña. Al utilizar la madera como material para construir casas, el aserrín y la viruta en este municipio se utilizan como biomasa para cocción. Esta biomasa no cuesta nada y dado el diseño del fogón, es posible su utilización como fuente de energía.

Ilustración 8. Fogón de cilindro en Bahía Solano



Fuente: Foto tomada por el equipo consultor en vivienda en el corregimiento del Valle, Municipio de Bahía Solano.

6. Fogón Binde de comején: es una “estufa” tradicional de la zona rural de Montería que consiste en un muro o mesón que da la altura, y uno o varios nidos de comején colocados sobre éste, que son utilizados como fogón. De esta manera, el fuego se concentra en el binde, que es resistente al calor y que funciona como aislante de la temperatura externa.

Ilustración 9. Fogón blinde de comején



Fuente: Luis Naranjo (2012). Blog: El Señor de la Jungla. Recuperado de: <http://elsenordelajungla.blogspot.com/2012/>

Cabe resaltar que las estufas descritas anteriormente fueron identificadas en las salidas de campo del equipo consultor y que es posible que en otras regiones del país se encuentren prototipos diferentes, de acuerdo a las condiciones y necesidades de cada grupo familiar.

De esta manera, se debe considerar la creación de metodologías flexibles en programas de socialización y educación para la sustitución de leña en el país, que permitan la generación de diálogos y concertaciones con las poblaciones, para lograr así que las tecnologías o combustibles introducidos sean apropiados para los hogares y respondan realmente a sus necesidades y cultura.

Estufas mejoradas

Este apartado se incluye luego del conversatorio en la ciudad de Sogamoso, ya que, entre los temas tratados e identificados por las mujeres campesinas asistentes al taller, las estufas de carbón son las más utilizadas en la zona. Estas estufas por años han sido construidas y perfeccionadas por maestros de obra de la región. En el proceso de adaptación surgió la necesidad de un buitrón que permitiera sacar el humo de la cocina fuera de la casa y la adecuación del horno y calentador de agua, debido a las bajas temperaturas de algunos municipios aledaños. Este tipo de estufa, cuyo energético es el carbón mineral, se encuentra en la mayoría de las cocinas campesinas de la región de Boyacá, Cundinamarca y Santander.

Tabla 32. Estufa Mejorada en Duitama- Boyacá

	
<p>Estufa mejorada tradicional en el interior de la vivienda</p>	<p>Buitrón de la estufa mejorada en el exterior de la vivienda</p>

Fuente: Fotos tomadas por el equipo consultor en viaje al Taller de leña- Duitama Boyacá.

Pensar en programas de sustitución de leña y de carbón en la región, es clave teniendo en cuenta que es una de las regiones priorizadas con mayor consumo de biomasa en el país (sexta, según la encuesta de calidad de vida del 2018). Dados sus desarrollos tecnológicos en el prototipo de la estufa tradicional (a partir del ensayo y error) y el éxito de las medidas que han tenido al paso de los años, la aplicación de una nueva tecnología debe ir acorde a las necesidades ya identificadas por los hogares. Cabe aclarar que una estufa en buen estado y con el debido mantenimiento y limpieza del buitrón efectivamente reduce los niveles de emisiones de sustancias nocivas para a salud. Sin embargo, de acuerdo con el laboratorio de leña realizado en Duitama, los gases liberados por la estufa dentro del hogar fueron detectados por el analizador de gases; este aparato activa una alarma cuando los niveles superan los niveles máximos permitidos. Para el caso de esta medición, se superaron los niveles en formaldehído y material particulado 2,5 y 10, resultados que agudizan el problema de contaminación intra-domiciliaria del aire y los problemas asociados a salud.

5.2.4. Calefacción en los hogares

En una investigación realizada por Mejía (2011), sobre la determinación de las implicaciones ambientales del uso de leña como combustible doméstico en la zona rural de Usme en la ciudad de Bogotá, se identificó que las estufas de leña se utilizaban para cocinar en un 33%, para calefacción y cocina en un 56% y como medio de calefacción en un 11%²⁴⁵. Sumados los dos últimos porcentajes, se concluye que el 67% de las familias reconoce el uso de leña para la calefacción de los hogares.

En los talleres de leña realizados en Cundinamarca y Boyacá se evidencia que, al utilizar la estufa como método de calefacción, el nivel de temperatura de las viviendas aumentó, lo que brinda una solución a los efectos del frío propios de la región del Altiplano cundi-boyacense. De esta manera, la calefacción se convierte en un beneficio adicional que se desprende del uso de leña y que se convierte en un elemento a tener en cuenta en el plan de sustitución de este energético.

5.2.5. Uso de la leña en rituales

En este apartado se considera el uso de la leña para la producción del fuego como elemento fundamental en rituales tradicionales de las comunidades indígenas. Se puede utilizar ya sea como un medio que posibilita la comunicación con dioses o entes superiores para interpretar lo que sucede en sus territorios o como un medio de comunicación con dios a manera de creencia, al cual avalan y obedecen. Un mito de origen del fuego de las comunidades indígenas Huitoto hace honor a este tipo de rituales. Se centra en la historia de una mujer fuego, quien trajo y mostró una llama a los niños de una familia para que pudieran preparar el casabe evitando que la yuca brava, base de la preparación, le hiciera daño a la salud de estos²⁴⁶. De ahí el arraigo de la comunidad al fuego en su cosmovisión y la importancia de preparar el casabe como ritual en honor al fuego.

En el laboratorio de leña realizado en La Guajira, por ejemplo, una mujer mayor indígena wayuu comentó que *“en la noche apaga todas las luces y se sienta a contemplar el fuego, el cual le da ideas de combinación de colores e imágenes que puede incluir en las mochilas que elabora”*. Reconocen el fuego como un sujeto que hace el papel de interlocutor para fomentar la creatividad en la elaboración de sus mochilas.

Un último elemento que se quiere mencionar alrededor de las tradiciones indígenas son las mingas. Una minga es una reunión en la que los habitantes de una comunidad indígena realizan una actividad o trabajo colectivo y posteriormente comparten una generosa comida organizada por ellos mismos. El fuego se percibe como un elemento central requerido, tanto para la preparación de alimentos como para la generación de espacios ancestrales. De esta manera, se realizan conversaciones o rituales teniendo como eje principal el fuego, con el

²⁴⁵ Mejía Barragán, Fabiola. 2011. Implicaciones ambientales del uso de leña como combustible doméstico en la zona rural de Usme. Trabajo de Grado optar título de Magister en medio ambiente y desarrollo. Pág. 97.

²⁴⁶ Ministerio del Interior Colombia. 2014. Mitos de origen pueblos indígenas de Colombia. Pág. 26.

fin de pedir permiso a la madre tierra para la siembra y preparación de sus cultivos y para la curación de semillas.

Como estos tres ejemplos pueden existir muchos más a lo largo del territorio colombiano, donde podemos seguir encontrando significados y símbolos que se crean en relación con el fuego y que son fundamentales para modos de ser y estar con el mundo de las comunidades.

Para algunas comunidades afrocolombianas es muy importante el uso de fuego en sus celebraciones. Un ejemplo es el carnaval del fuego que se realiza en Tumaco una semana antes de iniciar la cuaresma, propio de su identidad cultural, en el que alaban al fuego y reivindican sus usos para rituales tradicionales.

Ilustración 10. Carnaval del Fuego en Tumaco



Fuente: Tomado de la página de la Alcaldía de Tumaco.

Para cerrar este aparte podemos concluir que los usos tradicionales de la leña como símbolo de fuego son de las costumbres más arraigadas en las comunidades, principalmente indígenas y afrocolombianas. Al hacer acercamiento y procesos de negociaciones con las comunidades, se debe mostrar respeto hacia sus creencias y evaluar finalmente si la frecuencia con la que se realizan estos rituales tiene efectos en su salud y si se está afectando sus condiciones de vida; de esta manera, se podrá identificar si definitivamente se requiere intervenir en estos escenarios, cuya complejidad es significativa y constituyen un tema de identidad cultural.

5.3. Análisis de Aspectos Étnicos

5.3.1. Etnia

Es importante mencionar que, si bien en este apartado se profundizará en la categoría de etnia, en el apartado anterior ya se había hecho mención en relación a los hábitos de las

comunidades indígenas y afrocolombianas. En este análisis se retomará la concepción de raza, concepto que precede al de etnia, reconociendo que el origen de esta categoría es a partir de la concepción monoteísta que considera que todos los seres humanos venimos de Adán y Eva y que las poblaciones americanas y africanas colonizadas carecían de esta cualidad y por tanto no poseían alma.

Sin embargo *“fruto de los horrores que dejó la justificación de la supuesta existencia de las razas y el odio que se desprendió entre grupos humanos, generando fenómenos funestos como el holocausto nazi y la esclavitud, el concepto de raza fue sustituido desde ciertas posturas del pensamiento social por el concepto de etnia para referirse a ciertas características culturales de determinados grupos²⁴⁷”*.

A partir de la Constitución de 1991 se reconoce a Colombia como un país multiétnico y pluricultural, que cuenta con *“cuatro sectores étnicos: los pueblos indígenas, las poblaciones afrocolombianas, incluidas las comunidades raizales de San Andrés y Providencia y la comunidad de San Basilio de Palenque, en el departamento de Bolívar y el pueblo Rom o gitano²⁴⁸”*.

Pueblos indígenas

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda 2018, la población que se reconoce como indígena es de 1.905.617 personas, que representa el 4.4% de la población de Colombia, perteneciente a 115 pueblos nativos; el 78,6% se ubica en el área rural del país, en los resguardos indígenas legalmente constituidos, en las parcialidades indígenas, o en territorios no delimitados legalmente, lugares donde aún se conserva el uso de leña como energético. Una razón que se puede identificar tiene que ver con los rezagos y las dificultades en el acceso a otras opciones de energéticos, ya que analizando las cifras en energía eléctrica la cobertura en estas zonas rurales es del 66%, comparada con un 96.3% del total nacional y gas natural, cobertura del 15,3%, comparada con un 66,8% del nivel nacional²⁴⁹.

La mayor cantidad de personas que se reconoce como indígena se concentra en los departamentos de La Guajira, Cauca, Nariño, Córdoba, Sucre y Chocó. Los departamentos de La Guajira, Cauca y Nariño concentran aproximadamente la mitad de los indígenas del país, y se puede decir que en estos departamentos también encontramos la mayor concentración de familias que aun utilizan leña como principal combustible.

La experiencia adquirida a partir de los dos laboratorios de leña desarrollados en dos resguardos indígenas wayuu nos permitió identificar la complejidad de la discusión y del trabajo mismo, desde las condiciones climáticas adversas, las dificultades de acceso, hasta la necesidad de contar con aprobación y concertación con autoridades, con la mediación de un traductor de la zona, o las concepciones acerca del uso de la leña, partiendo desde

²⁴⁷ Curiel. Ochi. Género, raza, sexualidad debates contemporáneos. Conferencia Universidad del Rosario. Pág. 16.

²⁴⁸ Dane. Colombia Una Nación Multicultural. Su diversidad Étnica. Mayo 2007. Pág. 19.

²⁴⁹ Dane. Población Indígena de Colombia. Resultados del Censo Nacional de Vivienda. Pág. 6.

la misma ubicación de los fogones a partir de su conocimiento sobre los vientos, lo que nos da idea de lo que implica intervenir o diseñar estrategias para el trabajo con estas comunidades. Entendiendo además que éste apenas fue un trabajo exploratorio y que para lograr la modificación de hábitos en el uso de la leña se requiere un trabajo más completo que incluya escenarios de concertación y diálogos interculturales que permitan que una o más alternativas al uso de la leña sean bien recibidas y apropiadas por sus habitantes.

Afrocolombianos

Afrocolombiano “se refiere al conjunto de personas con ancestro africano que habitan en el país y se auto-reconocen como tales”²⁵⁰; según el *Censo de Población y Vivienda 2018*, de acuerdo con conversaciones y concertaciones se definen tres comunidades étnicas de auto-reconocimiento dentro de este grupo: Raizal, Palanquero y negro, mulato afrodescendiente o afrocolombiano; en Colombia existen 4.671.160 habitantes, lo que corresponde al 9,34% del total de la población nacional.

En recorrido realizado en Bahía Solano con visita a las viviendas de familias afro, las mujeres comentaban que no era lo mismo un fogón indígena que un fogón afro; que el de ellas no es en el piso y que el de ellas solo lo prenden mientras se cocina, a diferencia de las comunidades indígenas que mantienen el fogón encendido todo el día, lo que nos plantea retos en relación al reconocimiento de la diferencia entre las concepciones de estos dos pueblos y la necesidad de incluir estas particularidades en cualquier programa de sustitución.

Según el *Censo de Población y Vivienda 2018*, la distribución espacial de la población afro es predominantemente urbana, ya que el 75% de la población se ubica en las cabeceras municipales y el 25% en el resto del territorio de los municipios²⁵¹. Es necesario comentar que visitando viviendas afro ubicadas en lo rural en el corregimiento del Valle, en el municipio de Bahía Solano, se pudo identificar que aun en el casco urbano se mantienen los fogones de leña y se combina su uso con el GLP en la mayoría de los casos, como energético para la preparación de alimentos debido, entre otras razones, a dificultades económicas de estos hogares, que los obligan a que a finales del mes se use la leña debido a la imposibilidad de adquirir el GLP.

Palenqueros: comunidad negra que habita en San Basilio de Palenque, pueblo recordado por ser el primer pueblo libre de América; cuentan con un título colectivo, organización social y una lengua propia de leguas africanas, que mezclan con el castellano; según el *Censo Poblacional y Vivienda 2018*, se reporta que existe 6.637 personas que se auto-reconocen como palenqueras.

Raizales: Según el Ministerio de Cultura, en el documento “*Raizales, isleños descendientes de europeos y africanos*” “*El pueblo raizal es la población nativa de las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, que para evitar confusión con la denominación de “nativos”*”

²⁵⁰ ICBF. 2017. Modelo de Enfoque diferencial. Pág. 43.

²⁵¹ Dane. Población Negra, afrocolombiana, raizal y palenquera. Censo Población y vivienda 2018. Pág. 10.

dada a los indígenas, se hacen llamar “raizales” (Mow, 2006) y son el producto del mestizaje entre indígenas, españoles, franceses, ingleses, holandeses y africanos, primando la cultura británica que fue la que colonizó de manera más fuerte las islas del Caribe. La cultura raizal tiene expresiones culturales propias: la religión bautista, lengua Creole y su tradición oral²⁵². Su población se estima en 30.565 habitantes, correspondientes al 0,06% de los colombianos.

ROM

Según el *Censo Nacional de Población y Vivienda 2018*, en Colombia existen 2.649 personas pertenecientes al grupo étnico Rom-Gitano, lo que representa una disminución del 45,5% en relación con el Censo 2015 debido a la mayor precisión en la identificación y la participación de censistas Rom. El 64,1% reside en 12 municipios: Bogotá, Girón, Cúcuta, Sampués, Pasto, Guamo, Cali, Sabanalarga, Medellín, Ibagué, San Pelayo y Sahagún. La mayoría de su población se ubica en las cabeceras municipales, con un 82,2%²⁵³; sin embargo, revisando las investigaciones no se encuentra mucho en relación a sus hábitos en la preparación de alimentos; son un pueblo nómada fundamentalmente, aunque los cambios en un mundo globalizado les ha requerido, para sobrevivir, que algunas de sus familias se vuelvan sedentarias, aunque fluyen en ese tránsito; pueden ser por años sedentarios y vuelven a ser nómadas.

En relación con sus ritualidades, el pueblo rom reconoce los elementales o espíritus de lo natural y uno de ellos *“El elemental del fuego significa la transmutación, es la energía que transforma lo sólido en líquido y, a su vez, lo líquido en gaseoso; está representado a través del Sol que proporciona calor y luz. El fuego tiene un carácter purificador y en torno a su utilización se han desarrollado históricamente muchos de los conocimientos tradicionales del pueblo Rom, entre los que se destaca la forja de los metales”*²⁵⁴.

Campesino

Se decide incluir esta categoría ya que, si bien éste grupo poblacional no es identificado como un grupo étnico, cuenta con particularidades y formas de vida relevantes para el presente estudio, debido a que el campesinado es un gran fragmento de la población objetivo.

“En América Latina, la población campesina se identifica por un conjunto de características económicas, sociales, culturales, políticas y ambientales de las cuales se destacan, la doble función de la actividad agrícola, el uso de mano de obra familiar de forma intensiva con

²⁵² ICBF. 2017. Modelo de Enfoque diferencial. Pág. 44.

²⁵³ Dane. Población Gitana o Rom del Colombia. Resultados Censo Nacional Población y Vivienda 2018. Pág. 10.

²⁵⁴ Gómez Boas, Ana Dalila. Pueblo RRom Gitano de Colombia. Departamento de Planeación nacional. 2010. Pág. 79.

limitaciones de capital y porque en general la producción es destinada para el autoconsumo con algunos rangos variables que se orientan hacia el mercado”²⁵⁵.

Según el *Censo Nacional de Población y Vivienda 2018*, existe un estimado preliminar de 48.258.494 personas en Colombia, de las cuales el 15,8% se encuentra ubicado en zona rural dispersa, “cifra que ha disminuido de forma considerable en los últimos años” (Misión Rural. 2013. Pág. 2). Aclarando que esto no nos permite identificar o caracterizar la población campesina, y en respuesta a tutela presentada por asociaciones campesinas en relación a la necesidad de ser caracterizados, la Corte Constitucional resuelve “**HACER UN LLAMADO DE ATENCIÓN al Ministerio del Interior, al Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, a la Presidencia de la República, al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y al Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), que integraron el contradictorio por pasiva²⁵⁶, con el fin de que, en el marco de sus competencias, elaboren estudios complementarios al Censo Agropecuario 2014 y al Censo Poblacional 2018, que permitan delimitar a profundidad el concepto “campesino”, contabilizar a los ciudadanos que integran ese grupo poblacional y además que, en cabeza del Grupo de Asuntos Campesinos del Ministerio del Interior, se identifique la situación actual de la población campesina y se apoye la formulación y seguimiento de planes, programas y políticas públicas que permitan la materialización del derecho fundamental a la igualdad material que le asiste al campesinado colombiano**”²⁵⁷

Según la Fundación Misión Rural, el origen de los estudios sobre el campesinado comienza en Europa, producto de las inquietudes nacionalistas y culturalistas del siglo XVIII, que procuraban conservar y recuperar las culturas tradicionales, siendo los campesinos los mejores representantes; es allí donde la “campesinología” inicia como una etnografía cultural. Adicionalmente a esto, se hace necesario reconocer que: en el mundo, la población urbana depende de la producción de alimentos y materias primas provenientes de la agricultura; sin embargo, a pesar de que la mayor parte de dichos productos son el resultado de las prácticas campesinas (Fanon 1968), se estima que el 70% de la pobreza mundial se encuentra concentrada en áreas rurales (Golay, 2009). Esto nos permite reconocer la existencia de una deuda histórica con estas poblaciones²⁵⁸.

Según el grupo de investigación Estudios sobre identidad de la Universidad del Rosario: *La categoría de campesino a pesar de ser borrada de las políticas agrarias, sigue vigente como categoría cultural y como autodeterminación para gran parte de la población rural y detrás*

²⁵⁵ Fundación Misión Rural. Análisis de diferentes concepciones teóricas del campesino y sus formas de organización. 2013. Estudio financiado por el Ministerio de Agricultura. Pág. 2.

²⁵⁶ Se refiere a la parte demanda de un proceso judicial.

²⁵⁷ Fallo de la Corte Suprema tutela Campesino. STP2028-2018 Radicación n°. 96414. 13 febrero 2018.

²⁵⁸ Fundación Misión Rural. Análisis de diferentes concepciones teóricas del campesino y sus formas de organización. 2013. Estudio financiado por el Ministerio de Agricultura. Pág. 2.

de este término existe una compleja heterogeneidad identitaria que corresponde a las particularidades locales, ocupacionales-productivas y sociales²⁵⁹.

En el Congreso se encuentra radicado el proyecto de ley PL 14–19, que busca reconocer al campesinado como un sujeto de derecho: “Los campesinos y campesinas son sujetos de especial protección. Las comunidades campesinas tienen un particular relacionamiento con la tierra basado en la producción de alimentos conforme a la economía campesina y la protección del ambiente, así como en tradiciones y costumbres compartidas que los distinguen de otros grupos sociales”.

Sin embargo es clave reafirmar que “desafortunadamente, hasta la fecha el campesino no ha sido reconocido como sujeto social por parte de quienes construyen las políticas públicas en el país, generando una crisis a nivel de este grupo social, agudizada por fenómenos como el desplazamiento forzado, el cambio en el uso de la tierra y la concentración de su propiedad, uso inadecuado de los recursos productivos y en general las condiciones de pobreza del sector rural”²⁶⁰.

De este modo, es necesaria tener en cuenta la categoría de campesino en este estudio y la creación de estrategias de sustitución de leña se hace fundamental, reconociendo sus condiciones sociales, políticas, económicas y culturales, para así desarrollar programas que reconozcan sus particularidades y que den respuesta a sus demandas en relación con los usos que ellos conservan alrededor de la leña como energético.

5.4. Análisis de Aspectos de Género y Salud

Para llevar a cabo el análisis de aspectos de género, es importante señalar la diferenciación entre sexo y género. Para ello, se retoma lo expuesto por Ochi Curiel en el texto *Sex and Gender* (1968) Stoller, donde analizaba la diferencia entre sexo y género para distinguir entre la identidad sexual (gender) y el sexo biológico (sex)²⁶¹.

Partiendo de esta diferenciación se apuntaba a que “el sexo es moldeado por intervención social, por tanto, la subordinación de las mujeres es producto de las relaciones que organizan y producen la sexualidad y el género, por lo que hay que situar el origen de la opresión de las mujeres en lo social, no en la biología”²⁶².

Aclaración necesaria ya que permite reconocer que, si la sociedad ha construido esta subordinación, la sociedad misma debe trabajar por eliminarla, y sin lugar a dudas diseñar estrategias de sustitución o reducción del uso de leña como energético en el país aportaría

²⁵⁹ Grupo de Investigación de estudios sobre identidad. ¿Quiénes son los campesinos hoy en Colombia? Escuela de ciencias humanas. Universidad del Rosario. Pág. 12.

²⁶⁰ Fundación Misión Rural. Análisis de diferentes concepciones teóricas del campesino y sus formas de organización. 2013. Estudio financiado por el Ministerio de Agricultura. Pág. 3.

²⁶¹ Curiel. Ochi. Género, raza, sexualidad debates contemporáneos. Conferencia Universidad del Rosario. Pág. 2.

²⁶² *Ibíd.* Pág. 8.

a mejorar las condiciones de vida de las mujeres, principalmente campesinas, indígenas y afrodescendientes, que corresponden a uno de los sectores más vulnerables de la población.

Otro tema que es importante incluir dentro de los análisis es la relación con el valor del trabajo doméstico:

“los análisis macroeconómicos centrados en el mercado y el consumo muestran paralelamente el trabajo doméstico y de cuidado como una actividad que aporta a la economía del país. Sin embargo, estos dejan de lado la responsabilidad sobre las condiciones de vida de las mujeres que desarrollan este tipo de trabajo. Adicionalmente, no existe una visión sistémica de la economía que integre la subsistencia, el bienestar, la reproducción social de la vida y las condiciones dignas de las mujeres, que son quienes sostienen este trabajo reproductivo. Dicha situación demuestra la persistencia de una discriminación que niega los aportes de las mujeres a la economía y solamente atiende a una visión androcéntrica de la macroeconomía del desarrollo. Así mismo, este fenómeno persiste en el entorno agropecuario, donde la desigualdad y la inequidad se exageran en lo relativo a las mujeres, constituyéndose así en uno de los sectores con mayores dificultades para las mujeres”²⁶³

El uso de leña como principal energético para la preparación de los alimentos es una tarea que requiere un esfuerzo adicional por parte de las familias, ya que implica un mayor tiempo de empleo debido a la necesidad de ir a buscar el energético, realizar la recolección y la carga de la leña, actividad que es apoyada por los hombres; sin embargo, es una carga adicional que principalmente recae en las mujeres porque son ellas quienes deben transportarla hasta los hogares. Haciendo un análisis en relación con el valor del trabajo doméstico, la cocción con leña debería tener un mayor valor.

Según datos del Ministerio de Salud en abril de 2017, retomando un estudio realizado por el Banco Mundial en 2014, afirma que *“Se estima que el costo anual promedio de los impactos en la salud por la contaminación del aire en locales cerrados asociada al uso de combustibles tradicionales (principalmente leña) en las zonas rurales de Colombia es de \$1.129 millones de pesos (0.22 % del PIB en 2009). La mortalidad infantil representa el 6 % de los costos; la mortalidad femenina representa alrededor del 78 % del costo. La infección respiratoria aguda (IRA) en niños y mujeres adultas y la morbilidad por EPOC de las mujeres adultas representan el 16 % del costo”²⁶⁴.*

De igual forma, se establece que las mujeres con exposición domiciliar crónica al humo de la leña en recintos cerrados desarrollan enfermedad pulmonar con características clínicas y radiológicas de bronquitis crónica, alteración ventilatoria de tipo obstructivo, atrapamiento de aire, hipoxemia severa e hipercapnia moderada, especialmente en las

²⁶³ Primer Informe sobre específico de mujeres rurales y campesinas en Colombia. Presentado a la 72ª sesión del Comité de la Convención para la Eliminación de todas las formas de discriminación contra la mujer – CEDAW. Pág. 11.

²⁶⁴ Ministerio de Salud. 2017. El uso de estufas eficientes y su impacto en la promoción de la salud en el contexto colombiano. Pág. 11.

etapas avanzadas de la enfermedad y signos frecuentes de hipertensión pulmonar, inclusive en pacientes sin obstrucción severa. El comportamiento de la difusión sugiere la ausencia de enfisema significativo, indicando que la obstrucción al flujo se debe a compromiso de las vías aéreas.

En estudio *Neumoconiosis por inhalación del humo de leña*, 1983, se concluye que *“basados en los estudios histopatológicos comprobados por la experimentación animal, en los hallazgos clínicos, en las biopsias de los pacientes y en el alto contenido de sílice y otros materiales en la leña, comprobamos la hipótesis de que el humo producido por la leña, utilizada en la cocción, ocasiona en los humanos una neumopatía del tipo de la neumoconiosis²⁶⁵”*.

Para reforzar las graves consecuencias que tiene el uso de leña para la salud, en informe del foro de Sociedades Respiratorias Internacionales de Combustibles de biomasa y enfermedades respiratorias, se establece que usar la leña como principal combustible de los hogares genera efectos nocivos en la salud, encontrando pruebas que evidencian que las infecciones respiratorias agudas en los niños y enfermedad obstructiva crónica –EPOC- en las mujeres se asocian con el uso de biomasa²⁶⁶.

Otro resultado presentado en este informe es la comparación que hacen entre el EPOC relacionado con fumar y el EPOC relacionado a la exposición al uso de biomasa. En el Taller de Expertos del 24 de octubre de 2019, realizado por el equipo consultor, se contó con la participación del neumólogo Carlos Torres de la fundación Neumológica Colombiana, quien explicaba que *“la enfermedad causada por el humo de la leña es diferente al humo del cigarrillo, pero como no hay una diferenciación entre el EPOC producido por leña y el EPOC a causa del humo del cigarrillo, el tratamiento que se viene proporcionando a las personas es el mismo. Son enfermedades diferentes dado que el depósito de partículas no es igual. Para el caso del humo de leña, los bronquios de los pacientes presentan un color negro, fenómeno que no se presenta en el EPOC por humo de cigarrillo”*.

Es por ello que pensar en la sustitución de leña en el país es una tarea que urge ya que no solo evidencia rezagos en proceso de desarrollo rural, sino que además afecta la calidad de vida de las personas, especialmente de las mujeres, los niños y los adultos mayores, con graves efectos en la salud.

5.5. Recomendaciones Metodológicas

Teniendo en cuenta los factores culturales, étnicos y de género identificados se recomienda introducir, además de aspectos tecnológicos, financieros, regulatorios, económicos, estos tres enfoques metodológicos para la intervención a las comunidades, a la hora de formular

²⁶⁵ Restrepo. J, Reyes. P y De Ochoa. P. 1983. Neumoconiosis por inhalación del humo de leña. Pág. 13.

²⁶⁶ Varios Autores. Forum of International Respiratory Societies Report Biomass Fuels and Respiratory Diseases. 2008. Pág. 577.

e implementar las estrategias de sustitución progresiva de leña en el país: 1. Diálogos interculturales, 2. Enfoque diferencial y 3. Acción sin daño.

5.5.1. Diálogos Interculturales

El concepto que plantea la UNESCO es que: *“El intercambio equitativo, así como el diálogo entre las civilizaciones, culturas y pueblos, basados en la mutua comprensión y respeto, en la igual dignidad de las culturas, son la condición sine qua non para la construcción de la cohesión social, de la reconciliación entre los pueblos y de la paz entre las naciones”*²⁶⁷. Estos diálogos se vuelven fundamentales en Colombia ya que se cuenta con una historia de conflicto armado interno y de conflictividad social que ha generado años de violencia y de desencuentros, que ha afectado de manera más cruenta las zonas rurales, espacios en donde se concentra mayoritariamente el uso de leña como energético.

5.5.2. Enfoque Diferencial

El mandato de la oficina de la ONU para los derechos humanos plantea que *“Una conceptualización bien fundamentada debe empezar por decir que el enfoque diferencial tiene un doble significado: es a la vez un método de análisis y una guía para la acción. En el primer caso, emplea una lectura de la realidad que pretende hacer visibles las formas de discriminación contra aquellos grupos o pobladores considerados diferentes por una mayoría o por un grupo hegemónico. En el segundo caso, toma en cuenta dicho análisis para brindar adecuada atención y protección de los derechos de la población”*²⁶⁸.

En relación al marco normativo, la constitución política de Colombia en su artículo 13 consagra que *“todas las personas nacen libres e iguales ante la ley, recibirán la misma protección y trato de las autoridades y gozarán de los mismos derechos, libertades y oportunidades sin ninguna discriminación por razones de sexo, raza, origen nacional o familiar, lengua, religión, opinión política o filosófica”*. Así mismo, establece como obligaciones específicas del Estado las siguientes: *i) promover las condiciones para que la igualdad sea real y efectiva, y, ii) adoptar medidas en favor de grupos discriminados y marginados, especialmente, de aquellas personas que, por su condición económica, física o mental, se encuentren en circunstancia de debilidad manifiesta, sancionando los abusos o maltratos que contra ellas se cometan*. Por lo anterior, diseñar un enfoque diferencial en la creación de estrategias de sustitución de leña se hace fundamental ya que las poblaciones objetivo cuentan con particularidades culturales que determinan el uso de la leña como energético y estas comunidades hacen parte de los sectores de la población más vulnerables y discriminados en nuestro país.

El Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, una de las entidades que más ha trabajado el tema en Colombia entiende que: *“El enfoque diferencial es un aporte del derecho*

²⁶⁷ <http://www.unesco.org/new/es/culture/themes/dialogue/intercultural-dialogue/>). Consulta 3 septiembre 2019.

²⁶⁸ <https://www.hchr.org.co/index.php/76-boletin/recursos/2470-ique-es-el-enfoque-diferencial>. Consulta 30 octubre 2019.

internacional de los derechos humanos a la implementación de políticas públicas, buscando que el centro de la intervención social esté dado por las características del sujeto social y su contexto. Por ello, se concibe como un método de análisis y actuación, que reconoce las inequidades, riesgos y vulnerabilidades y valora las capacidades y la diversidad de un determinado sujeto -individual o colectivo-, para incidir en el diseño, implementación, seguimiento y evaluación de la política pública, con miras a garantizar el goce efectivo de derechos, en especial el derecho a la igualdad y no discriminación. Se implementa a través de: acciones afirmativas, adecuación de la oferta institucional, desarrollo de oferta especializada²⁶⁹. Partiendo de estas concepciones y de la caracterización realizada anteriormente, se debe introducir principalmente dos enfoques diferenciales: étnicos y de género.

Enfoque Diferencial Étnico

La inclusión de la variable étnica o variable étnica y cultural es un proceso que abre las oportunidades para el intercambio, la innovación y la creatividad, en una sociedad colombiana plural –cultural y lingüísticamente- que tiene como finalidad la pervivencia de los grupos étnicos²⁷⁰; es así como el enfoque étnico es otro componente del enfoque diferencial. Tiene que ver con la diversidad étnica y cultural. Esta diversidad se manifiesta en la singularidad y a la vez en la pluralidad de las identidades que caracterizan los grupos y sociedades que contribuyen a la riqueza de la humanidad. Es fuente de innovaciones, de creatividad y de mantenimiento de la necesaria diversidad biológica. En programas que buscan la modificación de hábitos cotidianos como son la preparación de alimentos, la calefacción de los hogares y los usos rituales de la leña como energético, el reconocimiento de la diversidad étnica se convierte en un eje fundamental ya que estas modificaciones no deben atropellar sus conocimientos y además deben ser bien recibidos de modo que permitan la sostenibilidad de dichas soluciones.

Enfoque diferencial de género

En sociedades patriarcales y machistas como la nuestra, el enfoque de género tiene como finalidad buscar soluciones a problemas tales como la persistente y creciente carga de pobreza sobre la mujer. El acceso desigual e inadecuado a la educación y la capacitación. El acceso inapropiado a los servicios sanitarios y afines. La violencia contra la mujer y la escasa participación política. La disparidad entre hombre y mujeres en el ejercicio del poder. La persistente discriminación y violación de los derechos de las niñas²⁷¹. Este enfoque se hace transversal ya que la situación de las mujeres, sean indígenas, afrocolombianas o campesinas las pone en un alto grado de vulnerabilidad en nuestro país. No obstante, esto

²⁶⁹ ICBF. 2017. Modelo de Enfoque diferencial. Pág. 75.

²⁷⁰ Departamento Nacional de planeación. 2012. Guía para la incorporación de la variable étnica y el enfoque diferencial en la formulación e implementación de planes y políticas a nivel nacional y territorial. Pág. 25.

²⁷¹ <https://www.hchr.org.co/index.php/76-boletin/recursos/2470-ique-es-el-enfoque-diferencial>. Consulta realizada. 31 octubre 219.

también puede verse como una oportunidad de no solo sacar a las mujeres de la utilización de leña, sino que también nos permitirá empoderarlas y reconocerlas como sujetos activos con poder en la toma de decisiones.

Acción sin Daño

Se retoma el concepto planteado por Ana Lucia Rodríguez, quien establece que “*Acción sin Daño -ASD- es un enfoque ético basado en el antiguo principio hipocrático de la medicina de “no hacer daño”. Hipócrates afirmaba que la primera consideración al optar por un tratamiento, es evitar el daño (“Primum non nocere”). De allí, se desprende una obligación moral y en general, la demanda por una reflexión continua y crítica sobre lo que va a hacerse y sobre “lo actuado”, en tanto sus principios, consecuencias e impactos*²⁷²”.

Esta perspectiva de trabajo no es más que una reflexión ética sobre las intervenciones que se realizan en comunidades o grupos poblacionales y la pregunta sobre el daño que se puede causar, reflexión que parte de unos principios éticos mínimos que deben orientar las acciones realizadas, tanto por los Estados como por agencias de cooperación: dignidad, autonomía y libertad.

- Dignidad: Todo ser humano es fin en sí mismo; no puede ser reducido a instrumento para fines ajenos.
- Autonomía: Las personas son capaces de definir el tipo y el proyecto de vida que quieren vivir y tienen también la capacidad de proporcionar sus propias soluciones. Solo requieren apoyo.
- Libertad: las personas tienen la posibilidad de tomar decisiones para la realización de sus proyectos de vida.

En conclusión, se puede decir que estos enfoques de intervención deben verse como complementos unos de los otros; los diálogos interculturales nos permitirán salir de la dicotomía de cultos y no cultos, que ha determinado en algunos casos el fracaso o éxito de programas de intervención ya que terminan siendo rechazados o poco apropiados.

Se complementa con la idea de reconocer la necesidad de construir metodologías que incluyan referentes diferenciales, entendiendo la existencia de particularidades que requieren diseños metodológicos y específicos.

Finalmente, se debe pensar en la acción sin daño para evaluar constantemente sobre la intervención en las diferentes zonas del país. Esto nos lleva al diseño de estrategias que incluyan análisis de los contextos situados en relación con el uso de leña, la construcción de metodologías flexibles que den margen de acción y el reconocimiento de la necesidad de fomentar la participación de las poblaciones beneficiadas.

²⁷² Rodríguez Puentes, Ana Luz. 2009. El enfoque de acción sin daño. Universidad Nacional de Colombia. Pág. 7.

6. Análisis de información y cifras existentes

Según la información preliminar del *Censo Nacional de población y vivienda 2018* publicada por el DANE, el 96,3% de los hogares en Colombia tienen acceso al servicio de energía eléctrica y 66,8% de los hogares tienen acceso al servicio de gas natural conectado a red pública²⁷³.

La *Encuesta Nacional de Calidad de Vida*, en su versión del año 2018, muestra que frente a la pregunta “¿Qué energía o combustible utilizan principalmente para cocinar?” aproximadamente el 10,7% de los hogares a nivel nacional respondió que utiliza leña o madera y el 0,3% que utilizan carbón de leña²⁷⁴. Dado que este porcentaje de hogares es mayor al que había arrojado la encuesta de calidad de vida entre 2014 y 2016. Es por esto que con el fin de definir referencias y unificar información, se analiza en esta sección las cifras existentes y se considera dos escenarios de consumo de leña.

6.1. Fuentes secundarias

Entre las fuentes existentes en Colombia se identifican dos fuentes oficiales principales para la determinación de escenarios de consumo de leña en el sector residencial: Encuesta Nacional de Calidad de Vida del DANE; y Balance Energético Colombiano (BECO) de la Unidad de Planeación Minero-Energética.

6.1.1. Encuesta Nacional de Calidad de Vida

La Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) es una investigación realizada por el Departamento Nacional de Estadística (DANE) con el fin de recopilar información “sobre diferentes aspectos y dimensiones del bienestar y las condiciones de vida de los hogares, incluyendo temas como: el acceso a bienes y servicios públicos, privados o comunales; salud, educación, atención integral de niños y niñas menores de 5 años, entre otros.”²⁷⁵ Esta información es un insumo para realizar análisis sobre los factores que explican los niveles de vida que existen en la sociedad colombiana.

Las primeras aplicaciones de la encuesta de calidad de vida en Colombia se dieron en los años 1991 y 1993, frente a la necesidad de caracterizar a la población pobre, más allá de los instrumentos utilizados exclusivamente para la medición de la pobreza. En 1997 se realizó por primera vez la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) de acuerdo con la metodología para la medición de las condiciones de Vida (The Living Standards Measurement Study - LSMS) promovida por el Banco Mundial, con representatividad para el total nacional y ocho regiones del país. Tras aplicaciones a nivel nacional en 2003 y 2008,

²⁷³ DANE (2019). Cómo vivimos. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivienda-2018/como-vivimos>

²⁷⁴ DANE (2019). Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2018. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-ecv-2018#informacion-nacional-regional>

²⁷⁵ DANE (2019). Metodología General Encuesta Nacional de Calidad de Vida - ECV. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-ecv-2018#informacion-nacional-regional>

se determinó que se debía aplicar la encuesta con una periodicidad menos a cinco años, por lo cual se realizó en el año 2010 y a partir de este año se ha realizado con una periodicidad anual.

En el año 2018, la aplicación de la ECV tuvo por primera vez cobertura departamental, por lo cual se cuenta con resultados para el total nacional, y por departamentos, cabeceras y centros poblados - rural disperso.

A través de los años se ha incluido módulos especiales (permanentes o periódicos) y se ha hecho modificaciones al formulario para atender las necesidades de información de la medición de pobreza multidimensional, de los estudios con perspectiva de género, de seguimiento a los Objetivos para el Desarrollo del Milenio (ODM) y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), “*así como otras recomendaciones o requerimientos de entidades nacionales e internacionales*”²⁷⁶.

El objetivo de la ECV es “obtener información que permita analizar y realizar comparaciones de las condiciones socioeconómicas de los hogares colombianos, las cuales posibiliten hacer seguimiento a las variables necesarias para el diseño e implementación de políticas públicas.” Su conformación es de 11 módulos permanentes:

- i. Datos de la vivienda,
- ii. Servicios del hogar,
- iii. Características y composición del hogar,
- iv. Salud,
- v. Atención integral de los niños y niñas menores de 5 años,
- vi. Educación,
- vii. Fuerza de trabajo,
- viii. Tecnologías de información y comunicación (TIC)
- ix. Trabajo infantil,
- x. Tenencia y financiación de la vivienda que ocupa el hogar,
- xi. Condiciones de vida del hogar y tenencia de bienes.

En el módulo de “Servicios del hogar” se incluyen preguntas sobre “la disponibilidad de cuartos en el hogar, la calidad de los servicios con que cuenta, la adopción de prácticas responsables de consumo de agua y energía, entre otros.” Entre las preguntas que pueden dar información acerca de los consumos de leña y de otros energéticos para cocción en los hogares colombianos, se encuentra:

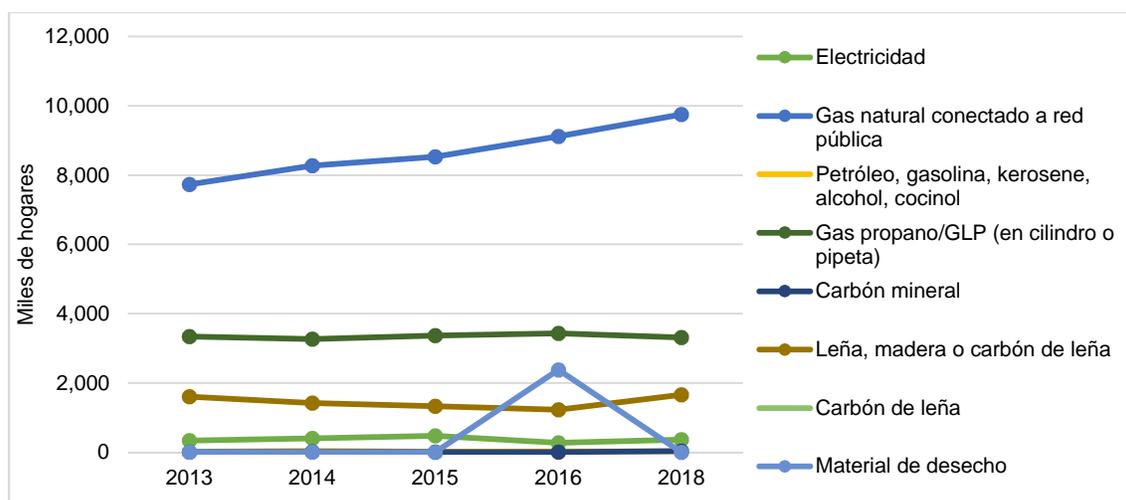
- ¿Qué energía o combustible utilizan *principalmente* para cocinar?
 - Electricidad
 - Gas natural conectado a red pública
 - Petróleo, gasolina, kerosene, alcohol
 - Gas propano/GLP (en cilindro o pipeta)
 - Carbón mineral
 - Leña, madera

²⁷⁶ DANE (2019). Metodología General Encuesta Nacional de Calidad de Vida - ECV. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-ecv-2018#informacion-nacional-regional>

- Carbón de leña
- Material de desecho
- Adicionalmente, ¿utilizan otro combustible para cocinar?
 - Sí: ¿cuál?
 - No.

Con respecto a la pregunta sobre el energético que se utiliza principalmente para cocinar en los hogares colombianos, se presenta a continuación una gráfica con esta información entre los años 2013 y 2018, según la información de la ECV del DANE.

Gráfica 14. Energía o combustible utilizado principalmente para cocinar en los hogares en Colombia entre 2013 y 2018 según la ECV



Fuente: ECV 2013, 2014, 2015, 2016, 2018.

En general, se han mantenido las tendencias en los consumos de energéticos, aunque se observa un aumento de los hogares que consumen leña en el último año, probablemente relacionado con la ampliación de la muestra de hogares en este año.

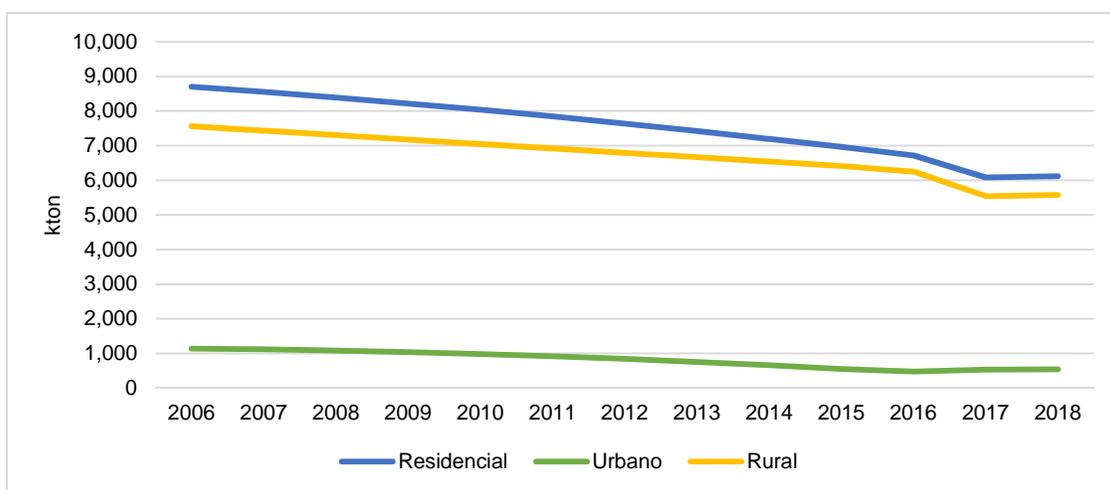
En la ECV de 2016, el tamaño de la muestra fue de 22.893 hogares, en 2017 de 13.034 hogares y en 2018 de 89.522 hogares. Los datos del año 2017 no se han incluido en la gráfica, dado que únicamente son representativos para el total de cabeceras del país, mientras que en 2018 se tuvieron en cuenta municipios a los que no se accedía antes; por lo cual el tamaño de muestra permite desagregar la información para los 33 departamentos del país y entre cabecera y centros poblados-rural disperso, exceptuando Bogotá y San Andrés, donde sólo se tiene desagregación para cabecera.

6.1.2. BECO

El Balance Energético Colombiano (BECO) “resume la información de producción, transformación y consumo de energía del país, expresada en unidades físicas originales y unidades energéticas comunes, correspondiente a un año calendario particular”²⁷⁷.

Para fines del presente estudio, en el BECO se encuentran los consumos de cada energético (primario o secundario) por sector de consumo. En el caso del sector residencial, se evidencia que el consumo de leña se ha reducido en el tiempo, aunque la reducción ha sido mayor en el sector residencial urbano (53% entre 2006 y 2018) que en el residencial rural (26% entre 2006 y 2018).

Gráfica 15. Consumo de leña en el sector residencial (urbano y rural) en Colombia entre 2006 y 2018, según el BECO



Fuente: BECO 2006 a 2018.

Actualmente la UPME realiza un estudio con el objeto de “Diseñar una metodología y un modelo matemático para estimar el consumo de leña que realizan los hogares rurales en el país con el fin de utilizar esta información para compilación del balance energético colombiano y para ser utilizada para monitorear y realizar política económica energética.”. Una vez completado este estudio, se contará con productos como: una propuesta de preguntas para incluir en un módulo de consumo de leña para uso residencial que se pueda incluir en encuestas o censos, una metodología y modelo matemático de consumo de leña para el sector residencial rural, los resultados del consumo de leña en el país, y por hogar, a nivel nacional y regional en el área rural para los años 2010 - 2019, y un documento técnico con el análisis de la revisión de la serie histórica 2010-2017 de consumo de leña para uso residencial rural del Balance Energético Colombiano, evaluando su consistencia económica.

²⁷⁷ UPME (2019). Balance Energético Colombiano – BECO. Recuperado de: <https://www1.upme.gov.co/InformacionCifras/Paginas/BalanceEnergetico.aspx>

6.2. Laboratorio de consumo de leña

6.2.1. Antecedentes

En Colombia se han realizado varios estudios para hallar el consumo de leña por persona para la cocción de alimentos en las zonas rurales del país; en algunos se han hecho mediciones en campo y en otros se han estimado estos valores. Un estudio efectuado por Ocaña y Linares²⁷⁸ en el área rural del municipio de Encino (Santander), demostró que el 79% de las familias evaluadas utilizaba exclusivamente leña como combustible de cocción y en promedio una familia consumía anualmente 6,2 toneladas, lo cual representa un consumo per cápita de 2,9 kg/día; estos datos se recopilaron mediante encuestas a la comunidad en el año 2005.

En Colombia, de acuerdo con el estudio realizado por Silva y Nakata en 2008²⁷⁹, el consumo diario por persona se asume en 11,2 kg de madera en las zonas no interconectadas con menos de 50.000 habitantes. En el 2010, Aristizábal²⁸⁰ evaluó el consumo de leña en tres tipos de estufas mejoradas instaladas en el municipio de Encino (Santander) y las comparó con la estufa tradicional mediante la Prueba de Cocimiento Controlado, PCC; como resultado se obtuvo un consumo de leña de 2,6 kg/día para estufa tradicional por menú.

En un estudio realizado en el 2014 en el oriente antioqueño²⁸¹ se reportó que las familias consumían aproximadamente 27 kg/día de madera, en aproximadamente 8 horas que tenían encendido el fogón tradicional; por persona equivale a 5,5 kg/día. Los datos se midieron en campo, para lo cual se eligió a 108 familias y se pesó el total de madera seca que consume una familia para la preparación de los alimentos.

En el documento de Arístizabal, 2014 se discute que el consumo de la región es alto comparado con reportes para fogones tradicionales o abiertos, que reportan 4,64 kg/persona/día²⁸² bajo el protocolo de Prueba de Rendimiento de Cocina (KPT en inglés), y de 4,8 kg/persona/día²⁸³ hallado mediante encuestas a la comunidad de San José de Suaita.

²⁷⁸ Ocaña Figueroa, R. E., & Linares Castillo, É. L. (2005). Especies vegetales dendroenergéticas utilizadas por los pobladores del encino, Santander, Colombia. *Acta Biológica Colombiana* Vol. 10, núm. 1, 97.

²⁷⁹ Silva Herran, D., & Nakata, T. (2008). Renewable technologies for rural electrification in. *International Journal of Energy Sector Management*, 139 - 154.

²⁸⁰ Aristizábal, J. (2010). Improved cook stoves and fuelwood lots: an alternative of fuel self-supply for small farmers dependent of oak forests in the Colombia eastern cordillera. *Colombia Forestal*, 245–256.

²⁸¹ Ramírez Quirama, J. F., & León Tabor, A. (2014). Consumo de leña en fogones tradicionales en familias campesinas del oriente antioqueño. *Producción + Limpia*, 99•114.

²⁸² Aristizábal Hernández, J. D. (2014). Validación y evaluación comparativa de la eficiencia de una estufa de leña mejorada bajo condiciones controladas y prueba de campo. *Informador Técnico (Colombia)* Volumen 78, 12-24.

²⁸³ Valderrama, E., & Linares, É. L. (2008). Uso y manejo de leña por la comunidad campesina de San José de Suaita (Santander). *Revista Colombia Forestal* Vol. 11, 19-34.

Tabla 33. Recopilación de estudios de consumo per cápita de leña en estufas mejoradas de Colombia

Autor	Año	Zona	Técnica de recolección de datos	Consumo per cápita (kg/día)
Ocaña y Linares	2005	Encino (Santander)	Encuestas	2,9
Valderrama y Linares	2008	Suaita (Santander)	Encuestas	4,8
Silva y Nakata	2008	ZNI (Colombia)	Asumido	11,2
Aristizábal	2010	Encino (Santander)	Medición directa — PCC	2,6
Rámirez y León	2014	Oriente antioqueño	Medición directa	5,5
Aristizábal	2014	Encino (Santander)	Medición directa – KPT	4,6

Fuente: Elaboración propia con base en las fuentes consultadas.

Así mismo, a nivel internacional se reportan consumos en comunidades campesinas del Perú en 2010 de 3 kg/persona/día²⁸⁴, y en México, el promedio de consumo de leña oscila entre 2 y 3 kg por persona por día²⁸⁵ según estudio de 2006. Por otro lado, la Asociación Mundial de GLP (WLPGA por sus siglas en inglés) estimó que en el mundo anualmente una persona consume 400 kg de leña para cocinar²⁸⁶, lo que equivale a 1 kg/persona/día, el menor de los cálculos hasta ahora presentados.

6.2.2. Protocolo de medición

El método usado en los laboratorios para estimar el consumo de leña per cápita se conoce como KPT (Kitchen Performance Test); consiste en calcular los consumos de leña y otros combustibles usados en estufa o fogón, bajo condiciones cotidianas de cocción del desayuno, almuerzo y cena para los integrantes del hogar. La información es recopilada por medio de una encuesta y de mediciones en sitio. La encuesta es de carácter cualitativo y recopila la información de percepción del usuario de la estufa de leña, fogón y/o estufa mejorada.

Se realiza la medición de consumo de leña bajo el método KPT que consiste en pesar los ingredientes cocinados y la leña, medir la humedad de la leña, contar la cantidad de personas que consumirán el alimento cocinado en la estufa, se le suma la información como

²⁸⁴ Muro, H. A., Paredes, J. N., & Bravo, C. A. (2010). Impacto ambiental producido por el uso de leña en el área de conservación regional Vilacota-Maure de la región Tacna. IV Conferencia Latino Americana de Energía Solar (IV ISES_CLA) y XVII Simposio Peruano de Energía Solar (XVII- SPES) (págs. 1-5). Cusco: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

²⁸⁵ Maser, C. O., & Fuentes, G. A. (2006). Estado actual de la bioenergía en México. La Bioenergía en México. Un catalizador del desarrollo sustentable. Conafor, Red Mexicana de Bioenergía, 1-10.

²⁸⁶ WLPGA. (2018). Substituting LPG for Wood: Carbon and Deforestation Impacts. Neuilly-sur-Seine, France: WLPGA.

calidad del aire dentro de la cocina, medida con detector de material particulado PM 2,5 y 10 y CO₂ en el ambiente, pérdidas de energía en combustión de leña por medio del analizador de gases instalado en la chimenea de la estufa. Se eligieron varias zonas del país con el fin de conocer los tipos de leña más usados, considerando condiciones geográficas, tecnológicas y culturales.

6.2.3. Resultados

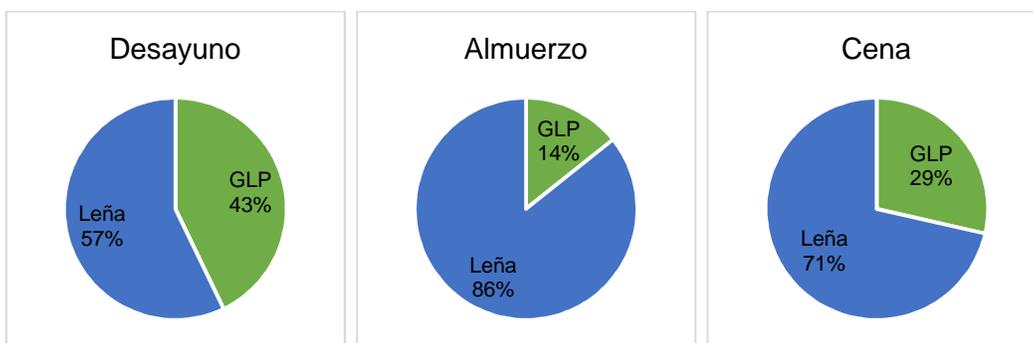
Hasta diciembre de 2019 se había visitado 11 municipios del país, ubicados en diferentes pisos térmicos, en departamentos como La Guajira, Caquetá, Tolima, Cauca, Boyacá, Cundinamarca y el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. En estos lugares se ha logrado medir los consumos de leña en 4 estufas tipo fogón tres piedras y 5 estufas mejoradas.

Se ha contado con la participación de 142 personas entre las que se encuentran campesinos e indígenas de las etnias pijao y wayuu; se ha evaluado la preparación de almuerzos en su mayoría. La humedad en la leña es en promedio de 14,6% en base húmeda. Se encontraron distintos tipos de leña y ninguna tendencia marcada hacia alguna en especial; entre las especies preferidas en las zonas visitadas están el Arrayán, Trupillo, Eucalipto y Guácimo. El criterio principal para la selección de la leña es la abundancia en la zona; a esto se suma que el 100% de las personas encuestadas no compra la leña, sino que la recolecta de sus fincas o los alrededores.

El consumo de leña per cápita promedio estimado sería de 1,13 kg por persona y por menú, es decir, cada comida del día (desayuno, almuerzo o cena) es un menú, **lo que al día significa un consumo de leña de 3,39 kg/persona**. En la Gráfica 16 se evidencia que en los hogares visitados hay un uso prioritario de la leña para la comida del medio día, aun cuando se tiene acceso al GLP.

El uso promedio de las estufas o fogones a la semana es de 75,5 horas en los hogares visitados. Solamente los dos hogares visitados en la Guajira tienen como única alternativa el uso de la leña; en los demás hogares se usa el GLP como alternativa para cocción de alimentos entre semana y de preparaciones básicas como desayunos y cenas.

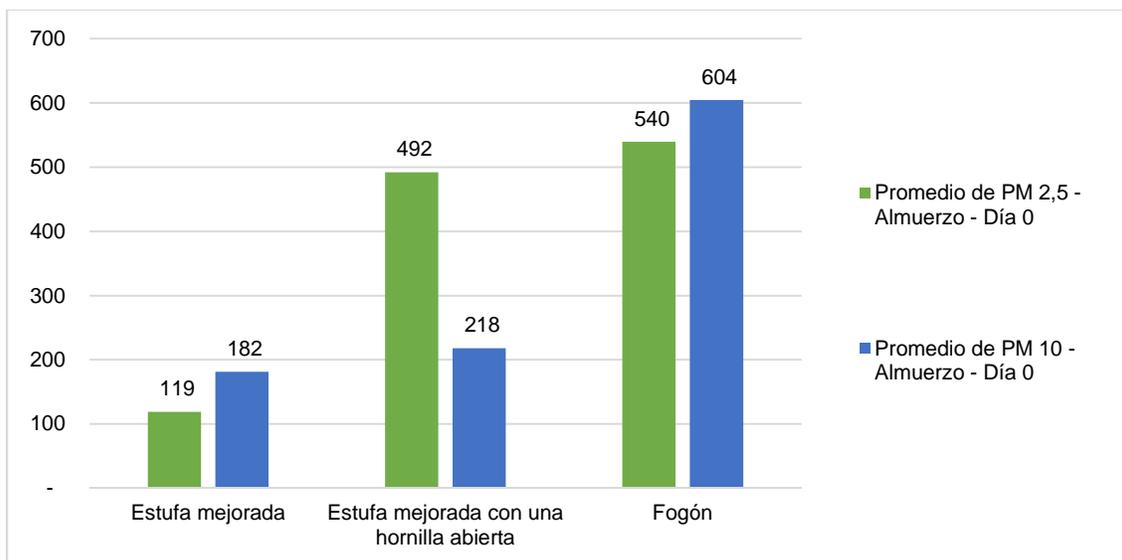
Gráfica 16. Uso de combustible para cocinar el desayuno, almuerzo y cena



Fuente: Elaboración propia con base en los laboratorios de leña.

La medición del aire ambiente alrededor de las estufas arrojó como resultado una mejora en las condiciones del aire dentro de la cocina al utilizar una estufa mejorada con respecto al fogón tradicional. El material particulado presente en el aire alrededor de la estufa mejorada es inferior a los valores medidos en los fogones. La estufa mejorada con la hornilla abierta y el fogón superan los niveles máximos permitidos de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el caso del PM 10 y 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el caso del PM 2,5²⁸⁷; con esto se concluye que hay un perjuicio para la salud de quienes cocinan.

Gráfica 17. Promedio de mediciones de calidad del aire en los distintos tipos de estufas visitadas, PM [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



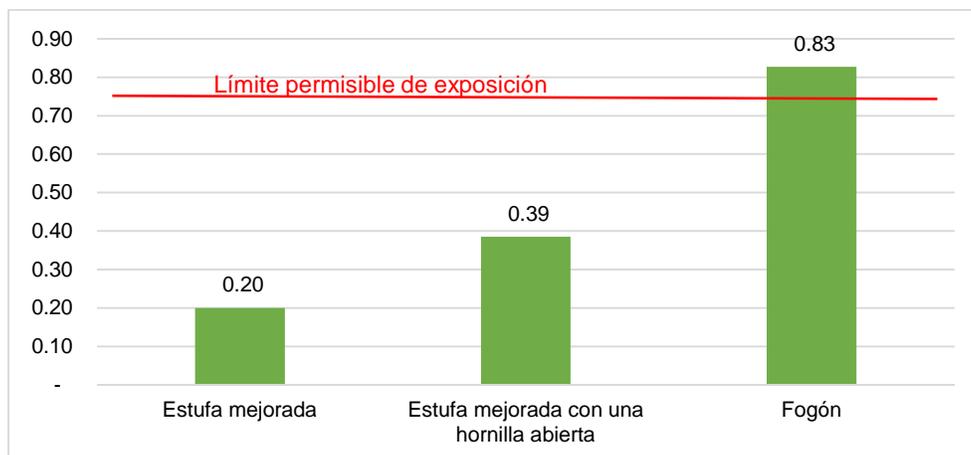
Fuente: Elaboración propia con base en los laboratorios de leña.

El formaldehído liberado al ambiente de la cocina por la estufa de fogón es superior a los valores medidos en los alrededores de la estufa mejorada y la misma con hornilla abierta. El fogón se acerca al nivel límite permisible de exposición²⁸⁸ (0,75 mg/m^3), sumando otro perjuicio para la salud humana.

²⁸⁷ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017). Resolución 2254 de 2017 Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones. Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res%202254%20de%202017.pdf>

²⁸⁸ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017). Resolución 2254 de 2017 Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones. Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res%202254%20de%202017.pdf>

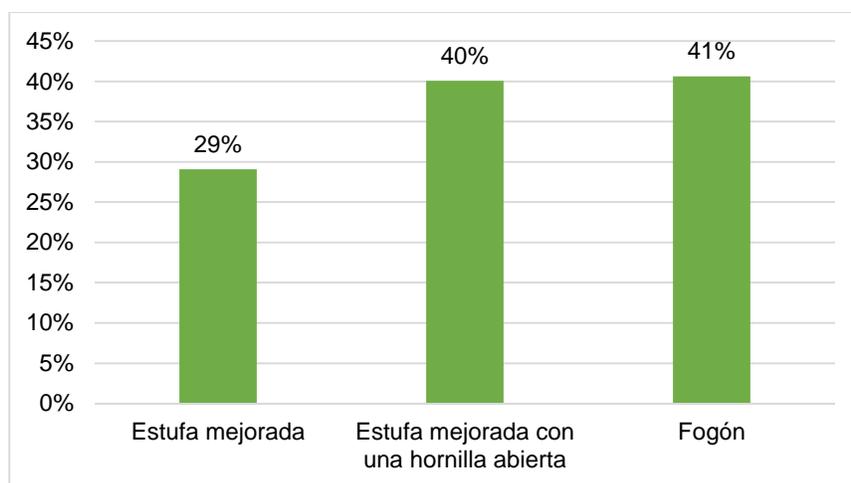
Gráfica 18. Promedio de mediciones de calidad del aire en los distintos tipos de estufas visitadas, formaldehído (HCHO) [mg/m³]



Fuente: Elaboración propia con base en los laboratorios de leña.

La estufa mejorada presenta menor pérdida en combustión que el fogón. Es muy importante el correcto uso de la estufa mejorada, que consiste en limpieza de ceniza interna, deshollinar chimenea, tener las hornillas tapadas y las compuertas de la estufa cerradas, todo esto con el fin de reducir la exposición a niveles de contaminación que puedan perjudicar la salud de las personas que cocinan y por otro lado aumentar el aprovechamiento de la energía que libera la leña, ya que esto se traduce inmediatamente en un ahorro de este energético.

Gráfica 19. Promedio de mediciones de pérdidas de energía en combustión de leña en los distintos tipos de estufas visitadas



Fuente: Elaboración propia con base en los laboratorios de leña.

6.3. Estimación de escenarios

Con el fin de tener unificación de información, se han establecido dos escenarios alternativos de consumo de leña en el sector residencial en Colombia. El primer escenario (escenario A) corresponde al procesamiento de la información contenida en la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) y en el Balance Energético Colombiano (BECO). El segundo escenario (escenario B) toma en cuenta la información de la ECV, incorpora otra información de fuentes secundarias y la información de los laboratorios de leña realizados como parte de este estudio.

6.3.1. Escenario A

El primer escenario de consumo de leña en el sector residencial en Colombia parte del número de hogares que afirma que la leña es el principal energético utilizado para la cocción en la ECV y de la cantidad total de leña consumida en el sector residencial según el BECO. Según las cifras de este escenario, el consumo total de leña para el año 2018 fue de 6.123 kilo toneladas, lo cual equivale a 104.046 TJ. Tomando en cuenta que en la ECV 1.664.000 hogares consumen leña y que en promedio hay 3,2 personas por hogar, se estima que el consumo de leña por hogar al día es de 10,1 kg y el consumo por persona es de aproximadamente 3,1 kg/día.

Tabla 34. Escenario A de consumo de leña (2018)

Hogares	15.493.441	N° Hogares
Hogares que cocinan con leña	1.664.229	N° Hogares
Porcentaje de hogares que cocinan con leña	11%	
Leña consumida sector residencial	6.123	kton
Personas por hogar	3,2	N° Personas
Consumo de leña por hogar	3,7	ton/año
Consumo de leña por hogar	10,1	kg/día
Consumo de leña por persona	3,1	kg/día

Fuente: Elaboración propia con base en ECV 2018 y BECO 2018.

6.3.2. Escenario B

El segundo escenario planteado para cuantificar el consumo de leña en el sector residencial en Colombia se basa en la ECV para determinar el número de hogares consumidores de leña para cocción, aunque no parte de los consumos totales de leña en el sector residencial presentados por el BECO, sino que considera los consumos de leña determinados por el equipo consultor en la realización de los laboratorios de consumo de leña en el país. Entre los datos de partida del escenario B se considera, además del número de hogares que afirman que el combustible que utilizan para cocinar es principalmente la leña y el número de personas por hogar, el porcentaje de hogares que afirma utilizar adicionalmente otro combustible. Adicionalmente se toma el indicador de consumo de leña obtenido de la

realización de los laboratorios, que fue de 1,1 kg de leña consumidos para la cocción de un menú de comida, ya sea desayuno, almuerzo o cena.

Tabla 35. Datos de partida del escenario B

Hogares total	15.493.441	N° Hogares
Hogares que cocinan con leña	1.664.229	N° Hogares
Hogares que cocinan únicamente con leña	70%	Porcentaje
Hogares que cocinan con leña y diversifican	30%	Porcentaje
Personas por hogar	3,2	N° Personas
Factor TJ/kg leña	17,0	TJ/kton
Consumo de leña por menú	1,1	kg/menú/día

Fuente: Elaboración propia con base en ECV 2018 y laboratorio de consumo de leña.

A partir de estos datos, se analizan por aparte los hogares que consumen únicamente leña como energético para cocción, y los hogares que utilizan otro energético adicional. Según la ECV, 1.164.421 hogares en el país cocinaban solamente con leña o madera en 2018. Al tomar la estimación de consumo de leña por menú obtenida en los laboratorios realizados por el equipo consultor, se encuentra que, al cocinar tres menús al día, se consumirían aproximadamente 3,4 kg de leña al día por persona, y 11 kg por hogar, para un total estimado de 4.675 Kton de leña consumida al año por los hogares que no tienen otra alternativa energética para cocción.

Tabla 36. Datos de hogares que utilizan leña o madera como único energético de cocción

Hogares que cocinan solamente con leña	1.164.421	N° Hogares
Consumo de leña por persona al día (sólo leña)	3,4	kg/persona/día
Consumo de leña por hogar al día (sólo leña)	11,0	kg/hogar/día
Consumo de leña total al año por hogares (sólo leña)	4.675	kton/año

Fuente: Elaboración propia con base en ECV 2018 y laboratorio de consumo de leña.

Así mismo, se considera que 499.809 hogares utilizan otro energético además de la leña; de estos hogares el 92,6% utiliza GLP, 2,4% electricidad, 1,8% carbón de leña, 1,4% carbón mineral, y el restante 1,9% utiliza otro energético como gas natural, gasolina o material de desecho, entre otros²⁸⁹. Para el total de estos hogares, se considera que la cocción con leña corresponde a la principal comida del día (almuerzo) con leña y para los demás alimentos que tienen cocciones más cortas o corresponden a calentamiento, utilizan otro energético. Por lo tanto, se estima que una persona en un hogar que diversifica su energético para cocinar consume 1,1 kg de leña al día, un hogar 3,7 kg de leña al día, y que el total de los hogares del país que diversifican consumiendo leña, consumen 669 kton de leña al año.

²⁸⁹ Microdatos Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2018.

Tabla 37. Datos de hogares que utilizan otro energético además de leña

Hogares que cocinan con leña y diversifican	499.809	N° Hogares
Consumo de leña por persona al día (diversifica)	1,1	kg/persona/día
Consumo de leña por hogar al día (diversifica)	3,7	kg/hogar/día
Consumo de leña total al año por hogares (diversifica)	669	kton/año

Fuente: Elaboración propia con base en ECV 2018 y laboratorio de consumo de leña.

Como conclusión del escenario B, se estima un consumo anual de leña en el sector residencial de 5.344 kton de leña al año, lo cual equivale aproximadamente a 90.802 kJ consumidos al año en este sector. Por lo tanto, considerando el total de hogares que cocina con leña como energético principal (1.664.229), en promedio un hogar consume aproximadamente 8,8 kg de leña al día, y una persona aproximadamente 2,7 kg de leña al día en promedio.

Tabla 38. Escenario B de consumo de leña (2018)

Consumo de leña anual en el sector residencial	5.344	Kton/año
Consumo de leña anual en el sector residencial	90.802	kJ/año
Consumo de leña por hogar promedio	8,8	kg/hogar/día
Consumo de leña por persona promedio	2,7	kg/persona/día
Hogares que cocinan con leña	1.664.229	N° Hogares
Hogares que cocinan solamente con leña	1.164.421	N° Hogares
Hogares que cocinan con leña y diversifican con otro energético	499.809	N° Hogares

Fuente: Elaboración propia con base en ECV 2018 y laboratorio de consumo de leña.

7. Estimación de la reducción de CO_2e asociada a la implementación del programa

7.1. La visión global IPCC del uso de leña y otros combustibles tradicionales de biomasa

Esta sección presenta la visión global de la problemática del uso de la biomasa empleada para cocinar y para la calefacción, según el IPCC²⁹⁰.

La biomasa tradicional (leña, carbón, residuos agrícolas, estiércol animal) se utiliza para cocinar y para la calefacción de unos 2.800 millones de personas (el 38% de la población mundial). Esto corresponde a más de la mitad de toda la bioenergía utilizada en todo el mundo. Cocinar con biomasa tradicional tiene múltiples impactos negativos en la salud humana, particularmente la de mujeres, niños, jóvenes y adultos mayores, y sobre la productividad de los hogares porque representa trabajo no valorado para mujeres y jóvenes por la recolección y las labores de cocción.

La biomasa tradicional es intensiva en impactos sobre la tierra debido al empleo de fogones abiertos, estufas ineficientes y sobreexplotación de leña, que contribuyen a la degradación de la tierra, pérdida de biodiversidad y reducción de servicios eco sistémicos²⁹¹.

La leña representa el 1.9-2.3% del total mundial de las emisiones de GEI²⁹², particularmente en "puntos críticos" de degradación de la tierra y agotamiento de leña, en el este de África y Asia del Sur, de modo que un tercio de la leña a nivel mundial se cosecha en los países en desarrollo de manera insostenible.

Escenarios para reducir significativamente la dependencia de la biomasa tradicional en los países en desarrollo presentan múltiples co-beneficios (alta evidencia, alto acuerdo) e incluyen la reducción de emisiones de carbono negro, un forzador climático de corta vida que también causa enfermedades respiratorias²⁹³.

Aunque sería posible obtener esta biomasa de manera más sostenible, los impactos sobre el ecosistema, los impactos de una mayor demanda de combustible para cocinar se reducirían mediante el uso de otros combustibles renovables o, en algunos casos, combustibles no renovables (GLP), así como a través de una mayor eficiencia en el uso final y a través de una mejor gestión de los recursos y de la cadena de suministro. Opciones de respuesta integradas como la agroforestería y buenos mecanismos de gobernanza para el manejo forestal y agrícola pueden apoyar la transición a la energía sostenible para los hogares y reducir los impactos ambientales de la biomasa tradicional.

²⁹⁰ IPCC – SRCCL - Final Government Distribution - Chapter 4: Land Degradation. Date of draft: 07/08/2019

²⁹¹ IPCC – SRCCL - Final Government Distribution - Chapter 4: Land Degradation. Date of draft: 07/08/2019

²⁹² IPCC – SRCCL - Final Government Distribution - Chapter 4: Land Degradation. Date of draft: 07/08/2019

²⁹³ IPCC – SRCCL - Final Government Distribution - Chapter 4: Land Degradation. Date of draft: 07/08/2019

Como puede entenderse del análisis anterior del IPCC, es claro que el uso tradicional de la leña representa un problema para la salud de los usuarios, pero también plantea opciones para reducir los impactos del uso de la leña sobre los ecosistemas y la salud, como se lleva en “puntos calientes” de África y Asia, caracterizados por un uso intensivo de los bosques y residuos agrícolas para la cocción y calefacción, uso que con esa intensidad no se da en Colombia.

Estas opciones son el uso de otros combustibles renovables, no renovables como el GLP, mayor eficiencia de uso final, mejor gestión de recursos, respuestas integradas como la agroforestería y mejores mecanismos de gobernanza para el manejo forestal y agrícola.

7.2. Cantidad de energía a entregar para cocción

Para poder comparar los diferentes combustibles es necesario definir una misma magnitud de energía entregada por cada sistema de cocción. *Cada sistema de cocción debe ser capaz de entregar una cantidad de energía útil al proceso de cocción en la olla de 1000 MJ (o 1GJ) libre de pérdidas de transmisión o distribución de la energía.*

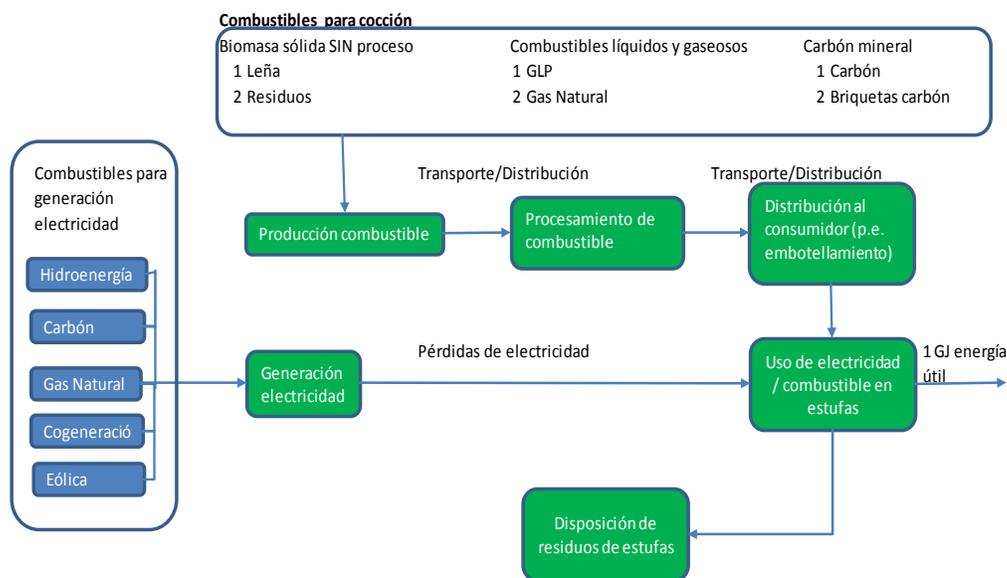
7.3. Análisis del ciclo de vida

El análisis del ciclo de vida (LCA, por su acrónimo en inglés) se enfoca en los combustibles que se usan actualmente y en los combustibles potenciales futuros empleados en la cocción de alimentos en Colombia en el sector rural, como se da en la Ilustración 11. Se consideran las siguientes etapas:

- Producción. Se consideran todas las etapas desde la extracción o consecución de la fuente primaria de energía en la naturaleza hasta la forma que permita su procesamiento en combustible de cocción (p.e. cultivo o recolección de leña, extracción de crudo de un pozo de petróleo).
- Procesamiento del combustible hasta su forma ya lista para ser empleada en cocción.
- Distribución de combustibles desde el sitio de producción a la planta de proceso y su distribución hasta el consumidor. La distribución incluye el embotellamiento de combustibles, por ejemplo, GLP en cilindros.
- Uso del combustible vía combustión o uso de electricidad en la estufa, incluyendo la disposición de residuos de la combustión (p.e. cenizas)

La Ilustración 11 muestra el diagrama de flujo para calcular las emisiones de CO_2 producidas para entregar un GJ de energía útil en el procesos de cocción, considerando para los diferentes combustibles/energéticos las emisiones propias de CO_2 para la producción del combustible, **más** las emisiones adicionales debidas al proceso de transporte/distribución hasta el procesamiento de combustible, **más** las de transporte y distribución para llegar al consumidor final, quien finalmente, dependiendo de la tecnología de la estufa y su eficiencia, entrega finalmente 1 GJ de energía útil.

Ilustración 11. Diagrama de flujo para el LCA



Fuente: Elaboración propia del equipo consultor

Fuera de la frontera del sistema es necesario considerar los desechos sólidos, que en el caso de la madera son cenizas; en el caso del carbón mineral inquemados, y en el caso del GLP y Gas Natural, ninguno.

En el caso de la electricidad, se considera el coeficiente (factor) de emisiones de CO_2 calculado por la UPME, que corresponde a la generación combinada de las plantas de generación del país²⁹⁴. Adicionalmente, es necesario tener en cuenta las pérdidas por la transmisión y distribución para entregar la energía hasta el usuario. Estas pérdidas son del 11% para el año 2014²⁹⁵. Esta cifra se emplea para corregir el factor de emisiones del SIN.

En el caso de la leña, se considera que su producción, procesamiento (chicoteado, rajado) y transporte se hacen con energía humana, sin emisiones de CO_2 ni de otros gases al medio ambiente. Por esta razón, solamente se considera el poder calorífico de la leña y sus emisiones.

Finalmente, al GLP y a sus emisiones es necesario adicionarles las emisiones causadas por el transporte del cilindro (viaje de ida y vuelta terrestre), desde el poblado más cercano

²⁹⁴ Factor emisiones Electricidad SIN: 0.380 tCO₂/MWh, Resolución UPME 774 Dic 28 de 2018. 1 MWh=3.6 GJ, por tanto, el factor de emisiones es 0.1056 tCO₂/GJ.

²⁹⁵ <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.LOSS.ZS>

hasta el usuario²⁹⁶. Estas emisiones de CO₂ resultan insignificantes para el ejemplo dado a continuación, de tal suerte que las emisiones del GLP son de 0.0651 tCO₂/GJ²⁹⁷.

Finalmente, las emisiones de CO₂ por GJ de combustible se dan en la siguiente tabla

Tabla 39. Emisiones totales de CO₂ por GJ y por combustible

Combustible	Producción (t CO ₂ / GJ)	Transporte/ Distribución (t CO ₂ / GJ)	Total (t CO ₂ / GJ)
Biogás genérico	0,0844	despreciable	0,0844
Carbón genérico	0,0881	-	0,0881
Electricidad	0,1056	0,0116	0,1172
GLP genérico	0,0672	0,0002800028	0,50675
Leña genérica	0,0895	-	0,0895

Fuente: http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/calculadora.html y Cálculos propios del equipo consultor

Si se consideran diferentes tecnologías para cada tipo de combustible y se comparan contra la estufa “3 piedras”, esta es la estufa que tiene las mayores emisiones mientras que las demás tecnologías producen menores emisiones. Otra estufa a tener en cuenta es la estufa a carbón tradicional de carbón mineral, que se emplea cerca de las zonas productoras de carbón; por ejemplo, en el altiplano cundi-boyacense. Esta estufa es generalmente cerrada, no abierta como la “3 piedras”, pero también es necesario considerar que tiene altas emisiones de CO₂, además de otros gases de efectos negativos sobre la salud.

²⁹⁶ Se puede considerar también transporte fluvial

²⁹⁷ Si se considera un cilindro con un contenido de 40 lb (18.14 kg) de GLP, éste tiene una tara de 30.5 lb (13.83 kg) y un peso total de 70.5 lb (31.98 kg). La tara corresponde a 43.2% del peso del cilindro lleno. Por tanto, se trata de un peso significativo. Un camión pequeño a gasolina con una capacidad de carga de 5 t que transporta 50 cilindros de 40 lb de GLP (esto es, 1.6 t de carga) y hace un recorrido de 2x5 km para llevar y traer cilindros, con un consumo de 0.2 l/km, consume a su vez 2 l de gasolina. Si entrega los 50 cilindros, las emisiones por transporte son 0.04 l gasolina/cilindro. Las emisiones de la gasolina son de 2.3 kgCO₂/l, y por lo tanto, las emisiones debidas al transporte de 1 cilindro son de 0,000092 tCO₂. Teniendo en cuenta que la capacidad energética de un cilindro de GLP de 40 lb es de 18.14 kg *11.000 MJ/kg= 199.54 GJ, entonces las emisiones debidas al transporte de un cilindro son de 4 x 10⁻⁷ tCO₂/GJ. Esta cantidad es *insignificante* comparada con las 0.06508346 tCO₂/GJ del GLP.

Tabla 40. Emisiones de CO₂ por GJ efectivo entregado al proceso de cocción

Combustible	Producción (tCO ₂ / GJ)	Transporte/ Distribución (tCO ₂ / GJ)	Total (tCO ₂ / GJ)	Tecnología	Eficiencia	Emisiones Efectivas (tCO ₂ / GJ)	Índice (%)
Biogás genérico	0,0844	despreciable	0,0844	Estufa a biogas	37,2%	0,2268	11
Carbón genérico	0,0881	-	0,0881	Estufa buitrón	9,5%	0,9277	46
Electricidad	0,1056	0,0116	0,1172	Estufa resistencia	63,0%	0,1860	9
GLP genérico	0,0672	0,00028000 28	0,5067 5	Estufa a GLP	40,0%	0,1680	8
Leña genérica	0,0895	-	0,0895	Estufa 3 piedras	4,4%	2,0347	100
Leña genérica	0,0895	-	0,0895	Estufa mejorada	6,3%	1,4324	70

Fuente: Cálculos propios del equipo consultor

Como puede observarse, todos los combustibles presentan una reducción de emisiones de CO₂ comparados con la leña en el uso tradicional de la estufa 3 piedras. Sobresale también por sus altas emisiones el carbón mineral empleado en las estufas cundi- boyacenses.

7.4. Combustión de la leña

La fuente principal de energía de la leña es la reacción del abundante carbono en la leña con el oxígeno. En esta reacción de combustión se libera energía térmica y productos de la combustión de la leña.

Las figuras de mérito más importantes para el uso de la leña en el sector rural han sido hasta la actualidad, su disponibilidad, gratuidad, su uso tradicional y el poder calorífico de la leña. Pero debido al problema que implica el uso no renovable de la leña, las emisiones de gases, material particulado y hasta formaldehidos, tanto para el medio ambiente como de manera cada vez más importante para la salud humana, se busca aumentar la eficiencia de la combustión, la transferencia de calor a los procesos de cocción, y descargar las emisiones de gases y material particulado fuera de la vivienda.

De esta manera, al mejorar la combustión se reduce el consumo de leña, se reduce el volumen de gases contaminantes producidos y al descargar las emisiones gaseosas de contaminantes nocivos al exterior de la vivienda, se reduce la exposición de los habitantes a estos contaminantes y el impacto sobre su salud. Otra alternativa es emplear combustibles que sean de mayor poder calorífico y más limpios en su proceso de

combustión (menores emisiones contaminantes y de CO₂) como el GLP o la electricidad generada preferiblemente con energía renovable.

La diferencia entre emplear uno u otro combustible en relación con las emisiones de CO₂ es que para tanto para la leña como para el biogás, el CO₂ emitido es endogénico²⁹⁸, mientras que el CO₂ de los demás energéticos considerados no lo es.

7.5. Poder calorífico de la leña

El poder calorífico de la leña depende de varios factores:

- La especie maderable de la leña
- La parte del árbol de la cual procede (tronco, ramas o raíz)
- La edad del árbol
- El contenido de humedad de la leña es un factor que influye muchísimo en su poder calorífico

7.6. Emisiones asociadas a la combustión de la leña

En el proceso de combustión, ya sea de la leña como de cualquier otro combustible ácarbonáceo, se libera tanto energía térmica como emisiones. Estos dos factores, energía y emisiones, dependen del tipo de combustible y de la tecnología empleada. A fin de aprovechar mejor la energía liberada, se busca que sea aplicada lo más directamente al proceso, en este caso, la cocción de alimentos. Para la cocción de alimentos se emplean ollas u otro tipo de recipientes que deben ser expuestos al calor. Las emisiones producidas en la combustión están constituidas además de CO₂, por gases y partículas entre las que se tienen las PM2.5 y el carbono negro.

La información sobre las emisiones de CO₂ y otros productos de la combustión de la leña no es abundante a pesar de tratarse de un problema mundial de gran importancia. En este estudio tomamos información de la estufa Patsari. La estufa Patsari (en la lengua mexicana Puhépecha significa “la que guarda”, haciendo referencia a que guarda el calor, así como a que conserva la salud y cuida los bosques); es una estufa resultado de la evolución y mejora de la estufa inicial del tipo Lorena (de lodo y arena). Las mejoras sobre la Lorena son varias e incluyen la cámara de combustión, la entrada del aire, ductos de fuego en el

²⁹⁸ Las emisiones generadas en el proceso de digestión anaeróbica de la planta de producción de biogás, se producen como resultado de reacciones endógenas por parte de los microorganismos que generan como productos CO₂ y CH₄. Este metano es considerado de origen biogénico, el carbono vuelve a la atmosfera de la misma forma en que hubiera ocurrido naturalmente (como CO₂). Por lo anterior, no es considerado una emisión antropogénica y no se tiene en cuenta en el cálculo de emisiones de GEI.

interior, chimenea, entre otras. Esta estufa se ha desarrollado en México desde el año 2003 y se han instalado más de 150.000 de ellas²⁹⁹. Esta estufa tiene, entre otras características, en comparación con otros desarrollos, la de haber tenido mediciones de consumos de combustible y emisiones que otros desarrollos de estufas de leña eficientes no tienen.

El CO_2 es el Gas de Efecto Invernadero (GEI) empleado como referencia para los estudios de cambio climático. *En la combustión de la leña, las emisiones de CO_2 se consideran neutras debido a que en el proceso de combustión se produce tanto CO_2 como el que se ha absorbido del medio ambiente en el desarrollo de la planta.* Además, la leña demanda para su combustión tanto O_2 como el que consume en el proceso de descomposición natural de la leña³⁰⁰.

Pero dependiendo de la tecnología empleada, la combustión incompleta de la leña produce emisiones de otros gases de GEI como CH_4 , N_2O y CO , los cuales tienen un potencial de calentamiento (Global Warming Potential) muchas veces superior al del CO_2 . Pero además de estas emisiones, se producen subproductos como vapor de agua, material particulado y otros gases, algunos con efectos nocivos para la salud y el ambiente. Finalmente, quedan residuos de la combustión (cenizas) que es necesario disponer.

Entre las emisiones mencionadas se tiene los Compuestos de Hidrocarburos No Metánicos (Total Non eMethane Hydrocarbons, TNMHC). Son diferentes compuestos orgánicos que sólo contienen carbono e hidrogeno, los cuales al oxidarse en la atmósfera forman finalmente CO y CO_2 . Si bien tienen bajo GWP participan en la formación de aerosoles orgánicos y en reacciones fotoquímicas, que puede formar por ejemplo O_3 en presencia de NO_x (IPCC 2001b). Y Partículas Totales en Suspensión (PTS) que son materiales sólidos o líquidos lo suficientemente pequeños para permanecer suspendidos en el aire. Tienen efectos negativos sobre la salud y no se consideran como un “gas” de efecto invernadero.

La Tabla siguiente muestra las emisiones de carbono por kg de combustible en dos tipos de estufas: fogón tradicional “3 piedras” y estufa Patsari.

Tabla 41. Emisiones de estufa tradicional “3 piedras” y estufa mejorada tipo Patsari

Emisión (g [carbono]/ kg de combustible)			
Gas	Fogón Tradicional	Estufa Patsari	Cambio
CO_2	377,9	400,3	5,6%
CO	31,2	7,6	-310,5%

²⁹⁹ Berrueta, Víctor M., Montserrat Serrano-Medrano, Carlos García-Bustamante, Marta Astier & Omar R. Maser. Promoting sustainable local development of rural communities and mitigating climate change: the case of Mexico’s Patsari improved cookstove project. *Climatic Change* (2017) 140:63–77

³⁰⁰ Berrueta Soriano, Víctor M., Adrián Ghilardi, Omar R. Maser. Mitigación de gases de efecto invernadero mediante el uso de estufas eficientes de leña. *Red Mexicana de Bioenergía (REMBIO)* 2008.

PTS	9	2	-350,0%
CH₄	3,8	0,8	-375,0%
TNMHC	3,5	0,3	-1066,7%
N₂O	0,1	0,1	0,0%
Total	425,5	411,1	-3,5%

Fuente: Adaptado de Edwards et al, 2006, Johnson et al, 2007.³⁰¹ Nota: las emisiones están expresadas en gramos de carbono, excepto para el caso del Óxido Nitroso N₂O.

Como se desprende de estas mediciones, las emisiones de carbono se reducen en 3.5% al emplear la estufa Patsari. Si bien esta reducción no es muy grande, *importante si resulta ser el aumento de CO₂ y disminución muy grande de CO*, lo que indica *que la combustión ha mejorado*. Las demás emisiones se reducen significativamente, resultado de la mejor combustión del carbono y, sobre todo, la reducción de particulados y compuestos orgánicos volátiles.

Para el caso del estudio de México, el consumo anual de leña cuando usan el fogón tradicional es de 5,8 Ton/año/familia y en el caso de uso de solamente la estufa Patsari, 2.041 kg/año/familia (2Ton/año/familia), lo que significa un ahorro de 3.791 kg/año/familia o del 65%. Y en términos de emisiones de CO₂e, se reducen 7.05 Ton CO₂e/año si se consideran solamente los gases CO₂, CH₄ y N₂O; 8.5 Ton CO₂e/año si se consideran todos los gases de efecto invernadero. La tabla siguiente muestra estas reducciones. Para los GWP (Global-Warming Potential) se han empleado los factores que se presentan enseguida.

Tabla 42. Consumo de leña y reducción de consumo y de emisiones entre fogón 3 piedras y estufa Patsari – Caso México

Tecnología	Consumo leña (Ton/año/familia)	Gases	Emisiones anuales (Ton C/año)	Emisiones mitigadas (Ton C/año)	Emisiones GWP 100 (Ton CO ₂ equiv/año)
Fogón tradicional	5,832	CO ₂	2,204		
		TNMHC	0,021		
		CO	0,182		
		CH ₄	0,022		
		N ₂ O	0,0003		
		PTS	0,052		
Patsari	2,041	CO ₂	0,817	1,387	5,087
		TNMHC	0,001	0,02	0,299
		CO	0,018	0,166	1,158
		CH ₄	0,002	0,02	1,716
		N ₂ O	0,0001	0	0,247
		PTS	0,004	0,048	0

³⁰¹ Berrueta Soriano, Víctor M., Adrián Ghilardi, Omar R. Masera. Mitigación de gases de efecto invernadero mediante el uso de estufas eficientes de leña. Red Mexicana de Bioenergía (REMBIO) 2008.

Reducción Total 1	3,791				7,050
Reducción Total 2					8,507
Reducción Leña	3,791				
Reducción Leña	65%				

Nota: Las emisiones se presentan en toneladas de carbono excepto para N_2O , el cual se presenta en toneladas del mismo gas. Fuente: Adaptado de Edwards et al, 2006, Johnson et al, 2007.

La reducción total 1 incluye solo los gases CO_2 , CH_4 , N_2O , que son los que se consideran en el Protocolo de Kyoto. La reducción Total 2 incluye todos los gases de la Tabla.

Para el cálculo de las emisiones de CO_2 equivalentes, los autores emplearon la tabla de factores de GWP dados en la Tabla 43.

Tabla 43 .Factores de GWP

Gas	GWP 100
CO_2	1
TNMHC	1,9
CO	4,1
CH_4	23
N_2O	296
PTS	0

Fuente: Adaptado de Edwards et al, 2006, Johnson et al, 2007.

A nivel mundial, los programas de estufas mejoradas representan una opción atractiva y rentable para la reducción de las emisiones de carbono, cuando consideramos que casi 3 mil millones de personas cocinan con combustibles sólidos en el mundo. En lugar de centrarse en la mitigación, los programas de estufas deben considerar la reducción de las emisiones de GEI como un subproducto del desarrollo sostenible más general que los objetivos alcanzados por estos programas, como los beneficios para la salud, resultantes de la reducción de la contaminación del aire en espacios cerrados, así como beneficios económicos y ambientales por la disminución del consumo de combustible.

Para que los programas sean efectivos, también es fundamental que se basen en una comprensión de las prácticas culinarias locales y que fomenten la participación de la población local en las diferentes etapas del programa, desde el diseño de la estufa hasta el monitoreo.

Finalmente, también es crítico que los programas vayan más allá de la instalación o venta de estufas, se requiere tomar medidas para garantizar el uso continuado de las estufas a largo plazo, orientadas a garantizar sostenibilidad, pues casi todos los programas se dirigen a dejar la tecnología instalada pero pocos realizan campañas educativas, seguimiento y verificación que garanticen apropiación y mantenimiento de las metodologías por parte de sus beneficiarios.

Los factores que impactan directamente el potencial de mitigación de estufas mejoradas son la reducción del consumo anual de leña, los factores de emisiones de GEI, el grado de renovabilidad de la leña y el uso continuado de la estufa, que finalmente determina si los impactos se sostienen en el tiempo o no. Si no hay continuidad en el uso de la estufa mejorada de leña, no hay impacto de su uso en el largo plazo.

7.7. Origen del carbono de la leña

El carbono de la leña proviene de la atmosfera y se ha incorporado a ella por el proceso de la fotosíntesis. Puesto que entonces el carbono de la leña, al ser quemado retorna al ciclo del carbono de la biomasa, entonces se considera que las emisiones de CO_2 son neutrales.

Sin embargo, es necesario considerar la procedencia de la leña. En el pasado se ha argumentado que la leña procede de la deforestación de los bosques y que, por tanto, la leña es uno de los productos de la tala de los bosques.

En el caso colombiano, si bien esto podría darse, se ha encontrado que la mayor parte de la leña se recolecta de la necromasa de los bosques y por tanto la cantidad de leña procedente de tala del bosque se considera, desconocida, aunque muy reducida.

Siendo así, la necromasa se descompondría naturalmente, regresando el carbono a la atmósfera de dónde provino, por lo que la leña en su combustión a CO_2 es solamente el mismo proceso, pero acelerado. Pero en cuanto se refiere al proceso de combustión, no solamente se produce CO_2 , sino que se producen otros gases de efecto invernadero, material particulado y CO, estos dos últimos nocivos para la salud, y otro tipo de compuestos y partículas como el carbono negro, este último con efectos en el Cambio Climático y la salud, al igual que, en algunos casos, otros compuestos como los contaminantes orgánicos persistentes (dioxinas o furanos) que se producen por la combustión incompleta de madera que contenga sustancias como plaguicidas, que durante la combustión liberan estos COP, catalogados como cancerígenos.

7.8. Consumo de leña y GLP

El consumo de leña medido en las pruebas realizadas por CORPOEMA es de 1.22 kg/persona/día para el almuerzo (A). Si se considera el modo de uso 2 en la tabla siguiente, en el cual se cocina el almuerzo (A) con leña, y el desayuno (D) y la comida (C) empleando GLP, el consumo mensual de leña es de 183.6 kg/mes/f, y el de GLP 7,5 kg/mes/f (ver modo de uso 2).

Tabla 44. Consumo de combustibles por modo de uso

Modo de Uso	1	2		3	4
	Leña 100%	Leña 50%	GLP 50%	GLP 100%	Carbón 100%
(kg/mes/f)	367,2	183,6	7.5	15,0	100
(Ton/año/f)	4,41	2,20	0,09	0,18	1,2
Comidas	D,A,C	A	D,C	D,A,C	D,A,C

D: Desayuno, A: Almuerzo, C: Comida, f: familia

Cuando esta familia emplea solamente leña, su consumo se duplica (Ver modo 1). Y si esta familia emplea solamente GLP, el consumo de GLP se duplica (Ver modo de uso 3).

Esta consultoría ha encontrado que el 75% de los hogares tiene el Modo de uso 2, mientras que el 25% de los hogares que se encuentran muy alejados y los indígenas consumen solamente leña, de acuerdo con el modo de uso 1³⁰². Estos hogares que consumen exclusivamente leña, pueden incluso tener un consumo mayor de hasta **2.5 kg/persona/día** (lo que daría un mayor valor que las 4,41Ton/año/f) indicada en el modo de uso 1.

En la región cundi-boyacense se ha encontrado el uso de carbón mineral, quemado generalmente en estufas tradicionales, pero generalmente con buitrón y chimeneas exteriores para la descarga de inquemados y cenizas, y el escape de los gases liberados en la combustión. Se encontró que estos hogares consumen 2 bultos mensuales de carbón mineral, equivalentes a 100 kg/mes/familia (modo de uso 4).

El consumo de leña depende también de otros factores que se dan en otros países. En México, por ejemplo, el consumo de leña para hogares que consumen 100% leña en sus procesos de cocción asciende a 3.4 kg/persona/día, lo que corresponde a un consumo de 6.8 t/año/familia. Berrueta, et al (2007), en un estudio de caso realizado en el marco del Proyecto Patsari (Maser, et al 2005), determinó ahorros en el consumo de leña de 3,791 kg/familia/año para usuarios exclusivos de leña, y para usuarios mixtos, ahorros de leña de 2,641 kg/familia/año y de gas LP de 154 kg/familia/año.

7.9. Análisis de estimación para el Biogás³⁰³

Los gases de efecto invernadero (GEI) son el principal causante del cambio climático; estos se derivan del estilo de vida y las actividades humanas. Es importante su monitoreo para conocer su comportamiento, acumulación y efecto en el clima, en la atmósfera terrestre, y en los océanos.

Como respuesta a la necesidad de la mitigación del cambio climático, varios países iniciaron programas para reducir o prevenir las emisiones de GEI. Colombia por su parte, se comprometió a reducir sus emisiones en un 20% con respecto al escenario de referencia o BAU para el 2030, mediante la implementación de energías renovables, uso intensivo de gas natural y el incremento de la eficiencia energética³⁰⁴, entre otras acciones desde el lado de la demanda de energía. Esta mitigación involucra el uso de nuevas tecnologías o de energías renovables; en este caso particular, se propone la transacción del uso de leña al

³⁰² Comunicación personal del Fis. F. González, CORPOEMA.

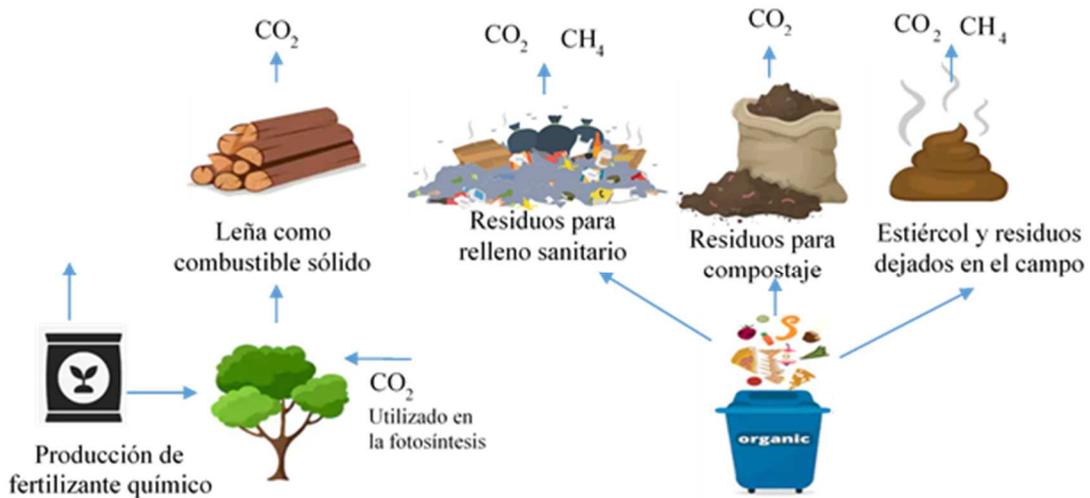
³⁰³ Este apartado es de autoría de José María Rincón Martínez y Diana Marcela Durán Hernández, del Centro de Desarrollo Industrial- Tecsol. Bogotá- Colombia

³⁰⁴ B. Del and C. Clim, Medios de implementación de la CMNUCC en Colombia. 2017.

uso de biogás y biometano en las zonas rurales de Colombia, este último con propiedades similares a las del gas natural.

En las zonas rurales cuando se utiliza leña, se promueve la degradación del bosque y la emisión de CO₂, contando las emisiones derivadas de la producción de fertilizantes químicos. Lo mismo sucede con los residuos agropecuarios que se dejan en el campo, se utilizan para compostaje o se van a los rellenos sanitarios, como se observa en la siguiente ilustración.

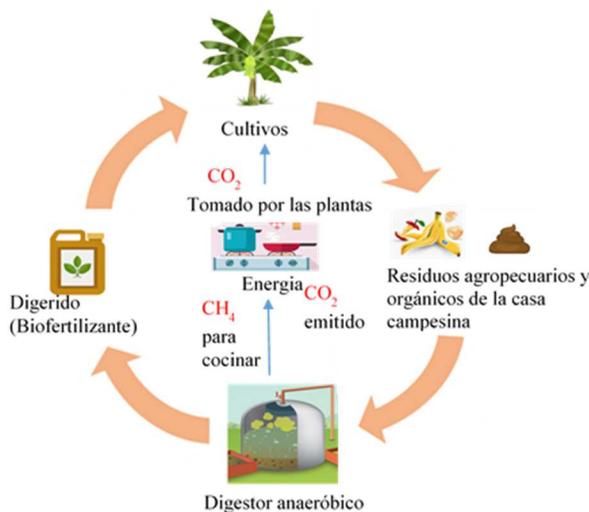
Ilustración 12. Emisiones de CO₂ y CH₄ producidas por las actividades y disposición de residuos en el campo



Fuente: Elaborado por los autores

No obstante, cuando los residuos en el campo se aprovechan adecuadamente y se tiene otra fuente de energía como el biogás, el cual es considerado combustible de segunda generación, el balance de carbono es neutro.

Ilustración 13. Emisiones evitadas en el ciclo de producción de biofertilizantes y energía a través del proceso de digestión anaerobia



Fuente: Elaborado por los autores

La huella de Carbono se define como la totalidad de GEI emitidos por efecto directo e indirecto de un individuo o producto, desde un análisis de ciclo de vida. Las emisiones indirectas están asociadas con todas las emisiones que se producen en la cadena de valor de un producto o servicio.

En el caso de la construcción de plantas de biogás para las zonas rurales, existe una cantidad de emisiones relacionadas a la producción, transporte y residuos generados de insumos como la tubería para el transporte del biogás, insumos para la limpieza del biogás, la biobolsa para el almacenamiento del biogás, y todos los materiales de construcción del biodigestor. De igual forma, las emisiones correspondientes a la disposición de los materiales cuando terminan su vida útil.

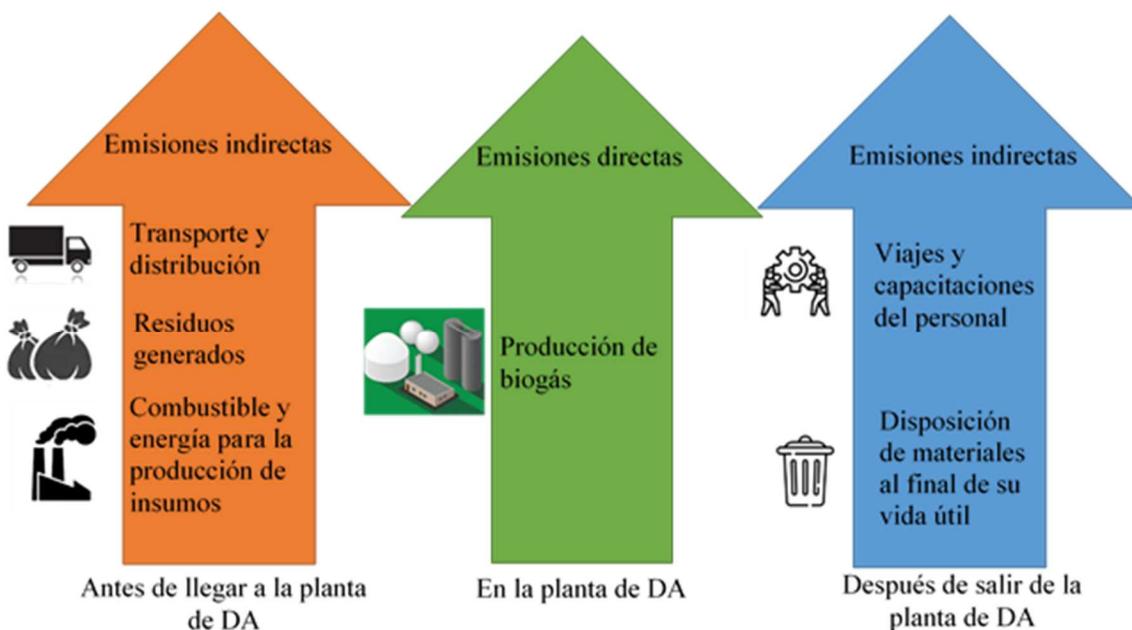
A continuación, se presenta las emisiones evitadas con el uso del biogás y biometano. Esto incluye las emisiones evitadas en cada etapa, desde la fuente hasta el uso.

- Emisiones por la recolección y el transporte de la biomasa: Uno de los mayores inconvenientes que presenta el aprovechamiento de residuos orgánicos es la logística requerida para la recolección y el transporte de estos residuos. Por lo tanto, es esencial estructurar una logística adecuada y pertinente. En el caso de pequeñas plantas de biogás para la cocción de alimentos, el trabajo realizado para el mantenimiento sanitario del establo o corrales es equivalente al trabajo realizado para la recolección de las heces; por esta razón, en esta operación no existe un aumento de costos ni de emisiones.
- Emisiones de las actividades de digestión anaerobia: Normalmente el reactor se calienta con el mismo biogás producido; sin embargo, cuando se utiliza otra fuente

como sifones solares, se debe realizar el cálculo respectivo de sus emisiones de GEI. En zonas tropicales, y para biodigestores de tamaños inferiores a 10 m³ utilizados en zonas rurales no es necesario calentar el digestor.

- Emisiones de la limpieza del biogás: Las impurezas del biogás se pueden eliminar por métodos sencillos como hacer pasar la corriente gaseosa por esponjilla de hierro, carbón activado o soluciones de soda cáustica. Durante el proceso no hay emisiones; sin embargo, se deben considerar las emisiones indirectas relacionadas con la producción de la esponjilla, carbón activado, o soda caustica.
- Emisiones por el transporte y uso del biogás y/o biometano: En las zonas rurales, el biodigestor se instala en las cercanías de su sitio de aprovechamiento, utilizando tubería para transportar el biogás libre de H₂S y humedad. Cuando el sistema es totalmente hermético y no existen fugas, no hay emisiones derivadas de esta operación.
- Emisiones del uso del digerido (biofertilizante): Como subproducto del proceso de digestión anaerobia se tiene el digerido, el cual presenta alto contenido de nutrientes. En esta etapa no hay emisiones asociadas, el tiempo de riego del biofertilizante es equivalente al tiempo de riego del fertilizante químico, no existe un aumento de costos ni de emisiones.

Ilustración 14. Emisiones indirectas (antes y después de la planta de Digestión Anaeróbica DA) y directas asociadas a la producción y limpieza de biogás en las zonas rurales.



Fuente: Elaborado por los autores

Bajo el concepto de huella de carbono, en la siguiente Tabla se presentan las actividades, emisiones directas, emisiones indirectas y las emisiones evitadas de las correspondientes actividades.

Tabla 45. Descripción de las emisiones directas, indirectas y evitadas de acuerdo con las actividades relacionadas con el proceso de digestión anaerobia.

Actividades	Emisiones directas	Emisiones indirectas	Emisiones evitadas
Recolección y transporte de los residuos	Consumo de combustible	Consumo de electricidad	CH ₄ evitado por el aprovechamiento de residuos a cambio de dejarlos en el campo o en rellenos sanitarios.
Digestión anaerobia	Consumo de combustible, proceso de metanización	Consumo de electricidad	Producción de calor a partir de biogás. Producción de electricidad a partir de biogás. Producción de biofertilizante.
Limpieza de biogás	No aplica	Consumo de electricidad	No aplica
Transporte y uso del biogás	Consumo de combustible fósil	Consumo de electricidad	CO ₂ evitado por el uso de biogás procesado in situ, teniendo en cuenta los gases evitados por el transporte de los combustibles fósiles por unidad de longitud
Biofertilizante	Consumo de productos químicos	Consumo de electricidad. Consumo de combustible.	Producción de biofertilizantes, a cambio de fertilizantes químicos como nitrato de amonio, urea, productos fosforados y sales de potasio.

Fuente: Elaborado por los autores

7.9.1. Metodología de cálculo de las emisiones de GEI

En la actualidad existen varias metodologías de cálculo de huella de carbono; entre ellas se distinguen las descritas en el ISO 14.064 e ISO 14.065, siendo estos los estándares más impactantes del ISO relacionados con la Huella de carbono; también se conoce el Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol), Bilan Carbone, PAS 2050, PAS 2060, entre otros. Estas últimas cuentan con una plataforma gratuita de cálculos.

El primer paso para la estimación de reducción de GEI es decidir el periodo para los cálculos; lo sugerido es 1 año. Posteriormente se establecen los límites, es decir, considerar las actividades sobre las que se ejerce el control para garantizar que la huella de carbono incluya todas las actividades de la planta. Una vez definidos los límites se identifican las

fuentes de generación de GEI y finalmente se establece el alcance del cálculo de huella de carbono; se conocen tres alcances y cada uno está relacionado con diferentes actividades.

- Alcance 1: Emisiones directas de GEI; estas se producen por las fuentes que son propiedad o están controladas por la empresa o planta.
- Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI; asociadas a la adquisición de electricidad, estas emisiones se generan en la planta que produce electricidad, pero es la energía consumida en las instalaciones y procesos de la empresa o planta.
- Alcance 3: Estas emisiones son consecuencia de la actividad de la empresa, ocurre en fuentes que no son de su propiedad ni están controladas por ella. Entre estas actividades se encuentra gestión de residuos, transporte y distribución.

La metodología utilizada en este caso para calcular las emisiones de GEI es mediante la aplicación de factores de emisión (Ver Ec 1).

*toneladas nequivalente de CO₂ = cantidad * factor de emisión*

Ec. 1

8. Valoración de externalidades ambientales y sociales positivas

8.1. Acceso a la energía

El acceso a la energía es un concepto que permite establecer pautas sobre la satisfacción de las necesidades de energía, tanto para los individuos como para ellos en su conjunto en una sociedad.

Los datos y las proyecciones presentados en el World Energy Outlook 2010³⁰⁵ se centran en dos elementos de acceso a la energía: *un hogar que tiene acceso a la electricidad y a instalaciones limpias para cocinar*.

Por su parte, la Agencia Internacional de Energía, AIE define el **acceso a la energía** como *"un hogar que tiene acceso confiable y asequible, tanto a instalaciones de cocina limpia como a electricidad, que es suficiente para suministrar inicialmente un paquete básico de servicios de energía, y luego un nivel creciente de electricidad con el tiempo, para alcanzar el promedio regional"*³⁰⁶. Esta definición de **acceso a la energía** sirve como punto de referencia para medir el progreso en los ODS, hacia el objetivo ODS 7.1 (Meta de Desarrollo Sostenible 7.1) y como una métrica para nuestro análisis prospectivo.

El **acceso a la electricidad** implica que un hogar tenga acceso inicial a suficiente electricidad para alimentar un paquete básico de servicios de energía, como mínimo, varias bombillas, iluminación para realizar oficios (como luz de una linterna), carga del teléfono y un radio, con un nivel de servicio capaz de crecer con el tiempo.

En las proyecciones realizadas por la consultoría, el hogar promedio que ha obtenido acceso tiene suficiente electricidad para alimentar cuatro bombillas que funcionan cinco horas al día; un refrigerador, un ventilador que funciona 6 horas al día, un cargador de teléfono móvil y un televisor que funciona 4 horas al día, que equivale a un consumo de electricidad de 1.250 kWh/año/hogar, con electrodomésticos estándar, y 420 kWh/año/hogar con electrodomésticos eficientes (consumo eficiente 1/3 del consumo con electrodomésticos estándar). Esta definición es solamente una guía que debe ajustarse a las condiciones del país.

El acceso a **instalaciones de cocina limpias** significa acceso (y uso primario) de combustibles y tecnologías modernas, incluyendo gas natural, gas licuado de petróleo (GLP), electricidad y biogás, o estufas de biomasa mejoradas (ICS) que tienen emisiones considerablemente más bajas y eficiencias más altas que las estufas tres piedras de fuego abierto. *Actualmente, muy pocos modelos ICS logran este objetivo de emisiones más bajas, particularmente en condiciones de cocción del mundo real.*

³⁰⁵ IEA. 2010. Energy Poverty: How to make modern energy Access universal.

³⁰⁶ International Energy Agency, descargado 10/11/2019 de <https://www.iea.org/energyaccess/methodology/>

Por lo tanto, nuestra base de datos de acceso a la *cocina limpia* se refiere a hogares que dependen principalmente de combustibles diferentes a la biomasa (como leña, carbón, hojas de árboles, residuos de cultivos y estiércol animal), carbón o queroseno para cocinar. Las fuentes principales son la Base de datos de energía doméstica de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y los SalDOS Energéticos de la AIE.

A nivel global, los datos actualizados de la Organización Mundial de la Salud y el Centro de Datos de Energía de la AIE también muestran que la cantidad de personas sin acceso a instalaciones de cocinas limpias ha comenzado a disminuir gradualmente, en parte debido a una **mayor dependencia del gas licuado de petróleo (GLP) y de estufas mejoradas de biomasa**. Esta es una noticia muy bienvenida, ya que dará como resultado menos muertes prematuras relacionadas con la contaminación del aire en los hogares.

Los esfuerzos han dado como resultado progresos en todo el mundo. Por ejemplo, el desarrollo de la infraestructura de gas natural de China está ayudando a reducir el uso de biomasa y queroseno. Esto ha resultado en un 15% menos de personas sin acceso a una cocina limpia en comparación con 2010. En India, se han proporcionado 50 millones de estufas de GLP gratuitas y recargas iniciales a los hogares pobres, a través del esquema de alto perfil Pradhan Mantri Ujjwala Yojana desde 2015, y el gobierno ha establecido el objetivo de proporcionar conexiones de GLP a 80 millones de hogares para 2020. En Sudán, alrededor de la mitad de la población urbana ahora utiliza GLP a nivel nacional para cocinar. En Camerún, donde las tasas de penetración de GLP alcanzan el 21%, el gobierno ha publicado el primer "plan maestro" de la región para aumentar la proporción de hogares que usan GLP al 58% para 2030. Finalmente, en Kenia, el 24% de los hogares urbanos ahora utiliza GLP.

Las ganancias en el acceso a instalaciones modernas para cocinar a veces pueden ir de la mano con las ganancias por el acceso a la electricidad. Por ejemplo, en Myanmar, donde los formuladores de políticas están motivados para *promover una cocina limpia en parte debido a la alta tasa de deforestación, la dependencia de la biomasa ha disminuido del 94% de la población en 2009 al 76% en 2015, principalmente reemplazada por electricidad*. En Etiopía, casi una cuarta parte de los hogares urbanos ahora cocina con electricidad, en comparación con menos del 5% en 2011. Mientras que, en Sudáfrica, la electricidad es ahora el principal energético limpio para cocinar, utilizado por las tres cuartas partes de los hogares a nivel nacional.

8.2. Impactos del uso de la leña

8.2.1. Impacto sobre la salud

Una de las principales fuentes de contaminación del aire en los hogares de los países en desarrollo es la combustión de combustibles sólidos. Casi 3.000 millones de los más pobres del mundo todavía dependen de combustibles sólidos (madera, estiércol animal, carbón vegetal, desechos de cultivos y carbón) quemados en cocinas ineficientes y altamente

contaminantes para cocinar y calentar. La contaminación atmosférica resultante en el hogar provocó más de 4 millones de muertes prematuras entre niños y adultos en 2012³⁰⁷.

Para la salud, de los 4.3 millones de personas que mueren anualmente por la exposición a contaminantes atmosféricos domésticos, la mayoría muere por accidente cerebrovascular (34%), cardiopatía isquémica (26%) y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (22%). La neumonía y el cáncer de pulmón representan el 12% y el 6% de las muertes, respectivamente³⁰⁸.

Las *mujeres y los niños pequeños*, que pasan la mayor parte del tiempo cerca del hogar doméstico, son *particularmente vulnerables*. Más del 50% de las muertes por neumonía en niños menores de 5 años está relacionado con la contaminación del aire en el hogar.

8.2.2. Impactos sobre la salud ambiental del planeta

Más allá del nocivo impacto de la combustión de estos combustibles para cocinar sobre la salud humana, estos productos de combustión tienen efectos sobre la salud ambiental del planeta.

Los combustibles domésticos contaminantes también ponen en peligro la salud del planeta. Las emisiones de carbono negro y metano de las estufas de baja eficiencia contribuyen a *la contaminación del aire exterior y aumentan la tasa de cambio climático*.

8.2.3. Impacto sobre actividades humanas

En muchas regiones, la recolección de combustible para las estufas tradicionales consume un tiempo considerable para las mujeres y los niños, lo que limita otras actividades productivas, como generar ingresos, aleja a los niños de la escuela o reduce el tiempo libre para dedicarlo a otras actividades del desarrollo humano. Las estufas seguras y eficientes de cocción reducirían la carga de trabajo para mujeres y niños y disminuirían la demanda de recursos naturales escasos (por ejemplo, bosques).

8.2.4. Impacto sobre los recursos naturales

El uso de la leña, cuando ésta se toma de madera talada con tal propósito, aumenta la presión sobre el bosque. La leña no debería causar deforestación con el propósito de proveer de leña a los usuarios.

³⁰⁷ Organización mundial de la Salud. descargado 10/11/2019 de <https://www.who.int/features/qa/indoor-air-pollution/en/>

³⁰⁸ <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>

8.3. Combustión de la leña

El humo se forma cuando se quema madera u otra materia orgánica. El humo de la leña se compone de una mezcla compleja de gases y partículas finas (también llamada contaminación de partículas, material particulado o PM (por su acrónimo en inglés). Además de la contaminación por partículas, el humo de madera contiene varios contaminantes tóxicos dañinos para el aire y para la salud humana y de los ecosistemas, que incluyen: benceno, formaldehído, acroleína, e hidrocarburos poli cíclicos aromáticos (PAH, por su acrónimo en inglés).

Además, cuando la madera no se quema completamente, se produce monóxido de carbono (CO), gas inodoro, incoloro y tóxico, que produce envenenamiento y al cual se atribuyen muertes anuales. Cuando se quema madera en estufa de leña o una chimenea, es recomendable instalar un detector digital de monóxido de carbono o CO, que da una alarma cuando aumentan los niveles de CO.

Por tanto, cuanto más eficientemente se quema madera (por ejemplo, usando una estufa de leña eficiente³⁰⁹ y madera bien seca), se genera menos humo.

8.3.1. Efectos del humo de leña sobre la salud

La mayor amenaza del humo para la salud son las partículas finas, también llamadas PM2.5. Estas partículas microscópicas pueden entrar en los ojos y el sistema respiratorio, donde pueden causar ardor en los ojos, secreción nasal y enfermedades, como la bronquitis.

Las partículas finas pueden empeorar los síntomas del asma y desencadenar ataques de asma. Las partículas finas también pueden desencadenar ataques cardíacos, derrames cerebrales, ritmos cardíacos irregulares e insuficiencia cardíaca, especialmente en personas que ya están en riesgo de estas afecciones.

El humo de leña puede afectar a todas las personas, pero los niños, adolescentes, adultos mayores, personas con enfermedades pulmonares, incluidos el asma y la EPOC o las personas con enfermedades cardíacas son los más vulnerables. Las investigaciones indican que la obesidad o la diabetes también pueden aumentar el riesgo. Las madres recientes o embarazadas también deben tomar precauciones para proteger la salud de sus bebés, porque algunos estudios indican que ellos pueden estar en mayor riesgo.

8.4. Valoración de externalidades ambientales positivas

Partiendo del hecho de que de los 1.600.000 hogares que manifiestan cocinar con leña en la Encuesta de Calidad de Vida del 2018 del DANE, el 70% hacen uso de la leña sin diversificar con otro energético para la cocción de los alimentos, y, teniendo en cuenta la

³⁰⁹ En Estados Unidos, la Environmental Protection Agency (EPA) certifica estufas para calefacción y otros equipos a leña.

información recopilada en los aspectos culturales, de género y salud del entregable 2 de la presente consultoría, podemos decir que cocinar con este energético en fogones conocidos como tres piedras o adecuaciones similares produce:

- Contaminación del aire intramural: Desprende un humo en el ambiente de la cocina que afecta de manera directa e indirecta a los miembros de las familias que se exponen a este.
- Degradación del bosque: Al recolectar leña, se está aumentando la presión sobre los bosques dado a que es necromasa que necesita el bosque para mantener y diversificar las especies existentes.
- Pérdida del calor: Al no existir una acumulación del calor, el fogón pierde energía que se produce en la combustión de la leña y hace ineficiente el consumo de la leña.

De esta manera, se presenta a continuación las **externalidades positivas de los energéticos identificados como alternativas de sustitución de la leña para cocción**, con el objetivo de identificar el aporte que tendría la implementación de cada tecnología en todo el territorio nacional.

8.4.1. Estufas Mejoradas

Entre las externalidades positivas identificadas en las estufas mejoradas se tiene:

Tabla 46. Externalidades ambientales y su efecto Estufas mejoradas

Externalidad	Efecto
Disminución de la contaminación del aire intramural	Alivio en la salud de las personas del hogar que tienen contacto directo e indirecto con el humo producido en la cocción o preparación de los alimentos, dado a que se reducen las cantidades de humo del ambiente.
Disminución en la degradación del bosque	Al instalar estufas mejoradas, se ahorra leña al momento de preparar los alimentos, lo que disminuye el consumo del energético en el hogar, reduciendo la presión sobre el bosque.
Mejoramiento del proceso de combustión	Al concentrarse de manera más uniforme el calor de la estufa, el aprovechamiento en la energía que esta produce es mayor que si se tuviera un fogón de tres piedras. Reduce el tiempo de cocción de los alimentos.
Limpieza y comodidad	Mejora las condiciones de limpieza y comodidad durante la preparación de alimentos.
Conservación de fauna y flora	Cuando se controla la degradación del bosque, se conserva la fauna y flora del hábitat.

Fuente: Elaborado por los autores

8.4.2. Energía Eléctrica

A continuación, se presentan las externalidades ambientales positivas para el caso de las estufas de inducción y de resistencia:

Tabla 47. Externalidades ambientales y su efecto energía eléctrica

Externalidad	Efecto
Mejora la eficiencia energética	Este tipo de cocinas aprovechan casi la totalidad de la energía que consumen dado a que su tecnología permite que no haya fugas de calor y que este se concentre únicamente en los utensilios de cocina.
Menores tiempos en los procesos de cocción	Alcanzan altas temperaturas en un corto tiempo, lo que disminuye los tiempos de cocción de los alimentos.
Menos contaminación ambiental y degradación de los bosques	El impacto ambiental que genera el uso de estas estufas es mínimo. De igual forma, disminuye el impacto y la presión sobre los bosques.

Fuente: Elaborado por los autores

8.4.3. Gas Licuado de Petróleo

Tabla 48. Externalidades ambientales y su efecto GLP

Externalidad	Efecto
Menos contaminación ambiental	No se produce humo, hollín o partículas suspendidas que puedan afectar el ambiente del lugar. Las emisiones de dióxido de carbono son menores que las producidas por la combustión de leña.
Rapidez de calentamiento y menores tiempos en los procesos de cocción	La concentración del calor por su llama, hace que los recipientes utilizados para cocinar se calienten de manera uniforme y más rápidamente. De esta manera, disminuyen los tiempos de cocción.
Disminución de las emisiones	No produce emisiones en el ambiente durante su combustión por lo que disminuye los efectos de salud en las personas que hacen uso de este energético para la cocción. No contiene agentes contaminantes como azufre o plomo.
No degradación del bosque	En el campo, el uso de leña- recolección causa degradación del bosque, la cual se evita con el uso de GLP para la cocción de alimentos.

Fuente: Elaborado por los autores

8.4.4. Biogás³¹⁰

En la Tabla 49 se presentan las externalidades ambientales positivas obtenidas al instalar una planta de biogás para la cocción de alimentos en la zona rural.

Tabla 49. Externalidades ambientales y su efecto.

Externalidad	Efecto
Control de malos olores	Los microorganismos presentes en la producción de biogás mineralizan la materia orgánica; por lo tanto, los olores nauseabundos de la descomposición de la materia orgánica se eliminan.
Disminución en la dispersión de microorganismos	El estiércol normalmente se elimina mediante lavado, provocando dispersión de microorganismos aguas abajo. Cuando el estiércol se utiliza en la producción de biogás, gran parte de estos microorganismos se elimina.
Aprovechamiento de residuos orgánicos	En el campo, cuando se acumulan los desechos orgánicos, durante su descomposición se libera al ambiente GEI como CH ₄ , NO _x . En las plantas de biogás, el CH ₄ se almacena para su utilización.
Balance negativo de CO ₂	El aprovechamiento de la biomasa mediante la digestión anaeróbica es CO ₂ neutra. No obstante, durante el proceso de DA se da la mineralización de N, P y K, por consiguiente, se evita la formación de N ₂ O que se libera al ambiente durante la combustión. Cuando el digerido se utiliza como biofertilizante a cambio del fertilizante químico, se evita el CO ₂ liberado durante su producción por procesos térmicos con combustible fósil; como resultado global, el balance de CO ₂ es negativo.
Control de la deforestación	En el campo, el uso de leña causa degradación del bosque la cual se evita con el uso de biogás para la cocción de alimentos.
Conservación de fauna y flora	Cuando se controla la degradación del bosque, se conserva la fauna y flora del hábitat.
Mejoramiento de la calidad del agua	Durante la digestión anaerobia se lleva a cabo un tratamiento biológico del agua; como resultado, se tiene agua libre de algunos microorganismos patógenos. Por otro lado, cuando se reemplaza el uso de fertilizantes químicos por biofertilizantes se evita la contaminación a las fuentes hídricas aledañas y subterráneas.
Producción y uso de biofertilizantes	El uso de fertilizantes orgánicos mejora las propiedades del suelo y la calidad de las cosechas. Además, es una oportunidad comercial para la exportación de productos orgánicos.

Fuente: Elaborado por los autores

³¹⁰ Este apartado es de autoría de José María Rincón Martínez y Diana Marcela Durán Hernández, del Centro de Desarrollo Industrial- Tecsol. Bogotá- Colombia

8.5. Valoración de externalidades sociales positivas

De igual modo, en el caso de las externalidades sociales, la utilización de la leña para cocción en fogones tradicionales produce:

- Inestabilidad en el soporte de las ollas con riesgo de sufrir quemaduras.
- Una posición inadecuada al momento de cocinar que provoca dolores de espalda.
- Riesgo de sufrir quemaduras a causa de la llama del fogón abierto.
- Se evidencian problemas respiratorios y oculares producidos por el humo derivado de la combustión de la leña.
- Un ambiente antihigiénico donde se hace manifiesto el hollín en los alrededores de la cocina.
- Mayor uso de combustible y mayor tiempo de desplazamiento de las personas para conseguir el energético.
- Demora en la preparación de los alimentos: traducido en ineficiencia energética.

A continuación, se presentan las externalidades positivas de los energéticos identificados como alternativas de sustitución de la leña para cocción, con el objetivo de identificar el aporte que tendría la implementación de cada tecnología en todo el territorio nacional.

8.5.1. Estufas Mejoradas

Tabla 50. Externalidades sociales y su efecto Estufas mejoradas

Externalidad	Efecto
Reduce los problemas respiratorios y oculares	Evita la mala postura de las mujeres al momento de preparar los alimentos, disminuye el ardor en los ojos y la congestión, como también el olor a humo en la ropa de las mujeres.
Menor riesgo de sufrir quemaduras	Al existir un tarimón y fogones delimitados, la exposición a la llama es menor por lo que disminuye el riesgo de sufrir quemaduras en las manos.
Mejora en la higiene de la cocina	Se conservan un mayor tiempo los utensilios de cocina, y al extraerse el humo por medio del buitrón, la cocina no acumula hollín y alquitrán.
Facilita las labores domésticas	Mayor comodidad al momento de preparar los alimentos, ya que las personas que hagan uso de la estufa tendrán espacio para cocinar cómodamente y realizar sobre la misma otras preparaciones.
Nuevos puestos de trabajo	La construcción, instalación, y mantenimiento de las estufas mejoradas se realizan con mano de obra local. Generan nuevos puestos de trabajo.

Fuente: Elaborado por los autores

8.5.2. Energía Eléctrica

Tabla 51. Externalidades sociales y su efecto Energía eléctrica

Externalidad	Efecto
Eficiencia energética	Es la tecnología más eficiente existente a nivel residencial para la cocción de alimentos.
Facilidad de limpieza y mejora de la calidad de vida	Las hornillas son fáciles de usar, en el momento de que hiervan los alimentos no hay preocupación de que el energético se apague, su limpieza es rápida y segura dado a que no se recalienta la estufa.
Detección automática del recipiente	El calor se traslada directamente a los recipientes especiales de cocción por lo que no se generan considerables fugas de energía.
Disminución de los tiempos de cocción	Al concentrarse el calor de manera uniforme, las preparaciones toman un menor tiempo de cocción para estar listas.
No se generan emisiones en la cocina	La combustión en las estufas no genera humos ni emisiones que puedan perjudicar la salud de las personas.

Fuente: Elaborado por los autores

8.5.3. Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Tabla 52. Externalidades sociales y su efecto GLP

Externalidad	Efecto
Facilidad de limpieza	Tiene una combustión muy eficiente, no deja marcas en los cacharros de cocina y facilita el lavado.
Disminución de los tiempos de cocción	El calor que produce el GLP responde a los reguladores y se distribuye de manera uniforme por la base de los recipientes de cocina.
No se generan emisiones en la cocina	La combustión de GLP en las estufas no genera humos ni emisiones que puedan perjudicar la salud de las personas.
Bajos costos y versatilidad	Este tipo de gas se considera el combustible más económico a gran distancia, es portátil, cuenta con una gran flexibilidad para ser usado en diversas aplicaciones y proporciona una mayor confianza al usuario dado a que es fácil de manejar y transportar.
Mejora la calidad de vida	Mejora la calidad de vida y, lo que es más importante, hace posible que las mujeres y los niños dediquen menos tiempo a recoger combustible, con lo que disponen de más tiempo para ir al colegio o para realizar actividades económicas de valor añadido dentro de su comunidad.
Fácil transporte	El GLP no necesita grandes infraestructuras de tubería para su transporte. Con frecuencia, es el único combustible que

llega hasta comunidades isleñas o situadas a gran altura y distancia.

Fuente: Elaborado por los autores

8.5.4. Biogás

En la Tabla 53 se muestra las externalidades sociales positivas obtenidas al instalar una planta de biogás para la cocción de alimentos en la zona rural.

Tabla 53. Externalidades sociales y su efecto

Externalidad	Efecto
Control de enfermedades pulmonares	La combustión del biogás no genera material particulado, ni inquemados, siendo estos los principales causantes de las enfermedades pulmonares.
Disminución de la migración del campesino	Cuando hay oferta de trabajo en el campo, y mejoramiento en la calidad de vida, el campesino no ve la necesidad de migrar a la ciudad. Así mismo, mediante el uso de biofertilizantes se mejora el rendimiento de los cultivos, y con la energía producida a partir del biogás se promueve y mejora los procesos productivos del campesino.
Nuevos puestos de trabajo	La construcción, instalación, y mantenimiento de plantas de biogás se realizan con mano de obra local; por consiguiente, se generan nuevos puestos de trabajo.
Mejoramiento de la calidad de vida	Con el biogás se evita la recolección de leña, se produce energía eléctrica, y se puede manejar sistemas de enfriamiento para conservación de alimentos.

Fuente: Elaborado por los autores

9. Análisis costo-beneficio de las diversas fuentes y tecnologías disponibles

Los análisis costo-beneficio son una herramienta utilizada frecuentemente en la evaluación previa a la implementación de proyectos, tanto desde la perspectiva financiera como desde la perspectiva de las políticas públicas. En este tipo de análisis se considera que los factores positivos y negativos de un proyecto pueden ser cuantificados, con lo cual se puede evaluar si los costos de un proyecto son menores a los beneficios que éste genera. Con base en la información construida en la valoración de externalidades y la estimación de la reducción del CO_2 asociada a la implementación del programa, se procede a realizar un avance en el análisis costo-beneficio de las tecnologías y fuentes de energía identificadas en la primera fase del estudio.

9.1. Costos mensuales de la cocción con diferentes energéticos

Para este avance en la realización del análisis, se presenta a continuación una primera aproximación al análisis de los costos de cada tecnología al mes por hogar. En estos costos se considera, por un lado, los costos de inversión en los equipos requeridos para la cocción y en el energético requerido para la cocción al mes, y por otro lado los costos en salud y ambientales que representa la cocción con cada tipo de energético por hogar en el mismo periodo de tiempo. En esta sección se describe la obtención de los costos en cada tipo de costo y de los costos totales estimados por tecnología.

9.1.1. Costos de la inversión inicial

De acuerdo a la información suministrada en las páginas web de los diferentes almacenes de cadena del país y proporcionada por estudios evaluados en la sección 3 del presente documento, se estimaron valores promedio de costos de inversión de las diferentes tecnologías de cocción según el energético que usan para su funcionamiento. Esta información se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 54. Costos de inversión en estufas

Energético utilizado	Tipo de estufa	Costo total	Costo mes financiado a 10 años
Estufa de leña o carbón mejorada	Con chimenea cerca a centros urbanos	1.500.000	12.500
	Con chimenea en hogares alejados	2.000.000	16.667
Estufa a GLP	A GLP para empotrar	300.000	2.500
	A GLP con horno	700.000	5.833
	Promedio	500.000	4.167
Biogás	Biodigestor y estufa a gas	1.500.000	12.500
Estufa eléctrica	Convencional de resistencia eléctrica (4 puestos)	300.000	2.500

	Inducción con batería especial de ollas	1.500.000	12.500
--	-----------------------------------------	-----------	---------------

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor. Costos promedio disponibles en el mercado

De esta manera, se tiene que:

- Para el caso de la estufa de leña o carbón mejorada, el costo promedio de construcción es de \$1.500.000 cerca a los centros poblados. Dado a que mayormente la población objeto del estudio se encuentra establecida en la zona rural del país, se estimó un costo promedio por estufa de \$2.000.000, cuyo costo financiado mensual es de \$16.667 a 10 años.
- Por otro lado, para el GLP se realizó un promedio entre los prototipos de estufas para empotrar y el prototipo con horno. Se estima que el costo promedio total de una estufa que hace uso de GLP para cocinar es de \$500.000 a un valor financiado de \$4.167 al mes por 10 años.
- El Biodigestor, junto con la estufa a gas, tiene un valor promedio de \$1.500.000 teniendo en cuenta el promedio en costos de una planta artesanal tipo Taiwán o salchicha de generación de biogás y una geo textil³¹¹.
- Para el caso de la estufa eléctrica, se tuvo en cuenta de manera separada el costo promedio de una estufa de resistencia eléctrica de 4 puestos de \$300.000 y una estufa de inducción con batería especial de ollas de \$1.500.000.

9.1.2. Costo del energético

Con el fin de unificar la información en el estudio, los costos mensuales asociados por utilización de los diferentes energéticos se estimaron a partir de los datos recopilados por el equipo consultor.

Tabla 55. Costo mensual de energéticos para cocción

Energético	Costo mensual (\$COP)
Leña	160.000
Carbón	40.000
GLP	60.000
Biogás	160.000
Electricidad convencional	66.000
Electricidad inducción	59.400

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

De esta manera, para el caso de la leña, el valor del energético corresponde a una hora diaria en el proceso de búsqueda, recolección y resguardo, lo cual se calcula como 4 días de trabajo de recolección al mes, a razón de \$40.000/día, para un total de \$160.000.

³¹¹ Que se expone en el apartado 8.2 Biogás

Actualmente, estos costos no se encuentran valorados económicamente en las cuentas de los hogares, pero es pertinente cuantificar económicamente el esfuerzo cotidiano de las familias para hacer uso de la leña en la cocción de sus alimentos. Así mismo, para el caso del biogás, se invierte aproximadamente una hora diaria de trabajo en el mantenimiento del sistema, por lo cual se tiene un cálculo de \$160.000 al mes, tomando en cuenta que un día de trabajo se remunera con \$40.000.

El costo del carbón corresponde a la compra mensual de dos bultos de carbón de 50kg, a \$20.000 cada uno. Para el caso del GLP, se estima un costo de \$60.000 para el cilindro de 15 kilos o 33 libras, en los centros poblados, con una variación de transporte por acceso que oscila entre los \$15.000 y \$25.000. Por último, el costo mensual de la electricidad se estima en \$66.000 para una estufa convencional, asumiendo un consumo mensual de 132 kWh por cocción, y \$59.400 para una estufa de inducción, asumiendo una reducción en el consumo mensual de 10% equivalente a 118,8 kWh, a un precio promedio de \$500 pesos el kWh.

9.1.3. Costos en salud

Uno de los factores más relevantes a tomar en cuenta en el análisis costo-beneficio de las tecnologías alternativas a la cocción con leña son los costos en salud que enfrenta el país debido a las afectaciones que tienen los usuarios de la leña. Según el DNP, la valoración económica de la morbilidad y la mortalidad producto de la degradación de la calidad del aire interior para el 2015 correspondió a \$3,14 billones de pesos. El 98,7 % de ese valor procede de la mortalidad y el 1,3 %, de la morbilidad³¹².

Tabla 56. Costos en salud por consumo de leña o carbón

	Costo de la contaminación intramural al año (Millones de pesos)	N° de hogares	Costo anual por hogar al año (Pesos)	Costo mensual por hogar (Pesos)
Costo por morbilidad	40.820	1.664.229	24.528	2.044
Costo por mortalidad	3.099.180	1.664.229	1.862.231	155.186
Total / hogar / mes				157.230

Fuente: Elaboración propia con base en DNP (2018)³¹³.

Tomando en cuenta que el estimado total de costos en salud en los hogares que consumen leña es de aproximadamente \$157.230 pesos mensuales por hogar, se considera que es necesario hacer la diferencia entre el costo en salud de un hogar que consume solamente leña como energético para cocción, y el de un hogar que consume además otro energético,

³¹² DNP - Departamento Nacional de Planeación - (2018). Valoración Económica de la Degradación Ambiental en Colombia 2015. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Valoraci%C3%B3n%20econ%C3%B3mica%20de%20la%20degradaci%C3%B3n%20ambiental.pdf>

³¹³ Ídem.

así como considerar la diferencia de cocinar con leña en un fogón abierto y en uno con salida de humo al exterior de la vivienda (chimenea).

Tabla 57. Costos en salud por consumo de leña o carbón

Tipo de cocción	Costo mensual en salud por hogar (Pesos)
Solamente leña	184.976
Leña y otro	92.488
Solamente leña en estufa mejorada	25.897
Leña y otro en estufa mejorada	12.948

Fuente: Elaboración propia con base en DNP (2018)³¹⁴.

De acuerdo con los datos del escenario B, basado en el número de hogares que en la encuesta de calidad de vida afirmaron tener un energético adicional para cocción, se considera que 70% de los hogares cocina solamente con leña mientras que 30% diversifica su consumo energético, aunque cocina al menos la mitad de sus alimentos con leña. De esta forma se obtiene que los hogares que cocinan únicamente con leña representan un costo mensual en salud de \$184.976 pesos, mientras que los hogares que consumen otro energético además de la leña representan un costo en salud mensual de \$92.488 pesos.

Así mismo, tomando en cuenta que estos hogares en los cuales la cocción con leña o carbón se realiza en estufas mejoradas, con salida de humo al exterior, la degradación de la calidad del aire interior se puede reducir aproximadamente en un 86%³¹⁵, lo que arroja un costo mensual en salud aproximado de \$25.897 pesos para los hogares en los que se cocina solamente con leña pero en una estufa mejorada, y de \$12.948 pesos en los hogares que se cocina con leña en estufa mejorada y se diversifica con otro energético.

9.1.4. Costo ambiental

Para determinar el costo ambiental de utilizar las diferentes tecnologías propuestas para el plan de sustitución, se hace necesario identificar la metodología de cálculo. El factor de emisión se estima en $kgCO_2/kg$ de leña. Los factores de emisión que se toman se desarrollan en la sección 7 y se presentan en la siguiente tabla.

³¹⁴ Ídem

³¹⁵ Según los resultados obtenidos en los laboratorios de leña presentados en la sección 6.2 de este documento.

Tabla 58. Factores de emisión de los energéticos considerados

Energético	Factor de emisión	
Leña	1,52	kgCO2/kg
Carbón	2,53	kgCO2/kg
GLP	3,05	kgCO2/kg
Biogás	2,06	kgCO2/m3
Electricidad	0,42	kgCO2/kWh

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor, teniendo en cuenta el apartado de estimación de la reducción de CO₂.

Como insumo para calcular los costos energéticos asociados al consumo de leña en los hogares, se considera los siguientes consumos energéticos mensuales para cada opción energética:

Tabla 59. Consumo de los energéticos por hogar (mensual)

Energético	Energético solamente	Mix con GLP ³¹⁶
Leña (kg)	367	184
Leña estufa mejorada (kg)	257	
Carbón (kg)	100	50
GLP (kg)	15	8
Biogás (m3)	0	
Electricidad convencional (kWh)	132	
Electricidad inducción (kWh)	119	

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, al multiplicar el factor de emisiones de cada energético por el consumo del mismo, presentado en la Tabla 59, se obtiene que la leña tiene un valor superior a las demás opciones de cocción: 558 CO₂ mensuales en los fogones abiertos y 391 kgCO₂ en las estufas mejoradas, por encima del carbón con 253 kgCO₂. Por otro lado, la cocción con electricidad en estufa convencional tiene unas emisiones de 56 kgCO₂ y en estufa de inducción unas emisiones de 50 kgCO₂, mientras que la cocción con GLP genera emisiones de 46 kgCO₂.

³¹⁶ Escenario B, sección 6.3.2

Tabla 60. Emisiones mensuales por energético (kgCO₂)

Energético	Emisiones energético [kgCO ₂ /mes]	Emisiones Mix con GLP [kgCO ₂ /mes]
Leña	558	302
Leña estufa mejorada	391	
Carbón	253	150
GLP	46	
Biogás	0	
Electricidad convencional	56	
Electricidad inducción	50	

Fuente: Elaboración propia.

Ahora, según la Ley 1819 de 2016, el valor promedio de la tonelada de emisiones de CO₂ en el país es de \$16.000 pesos. De esta manera, se estima que el costo de oportunidad ambiental mensual por no mitigar emisiones de CO₂ que podrían evitarse por la quema de la leña por hogar es de \$8.935 en una estufa tradicional y de \$6.255 en estufa mejorada, seguido por el carbón con un valor de \$4.054, el GLP de \$732 y la electricidad de \$891 en estufa convencional y \$802 en estufa de inducción.

Tabla 61. Costo de oportunidad por no mitigar las toneladas de CO₂ y vender estas reducciones a interesados

Energético	Energético solo [\$/mes]	Mix leña o carbón con GLP [\$/mes]
Leña	8.935	4.834
Leña estufa mejorada	6.255	
Carbón	4.054	2.393
GLP	732	
Biogás	0	
Electricidad convencional	891	
Electricidad inducción	802	

Fuente: Elaboración propia.

9.1.5. Costo total mensual

Con base en los costos considerados previamente, se proponen varias opciones tecnológicas con sus respectivos costos asociados a la inversión inicial, al consumo energético, a la salud y al ambiente. El resumen de los costos por factor y tecnología se presenta en la siguiente tabla, así como el total mensual.

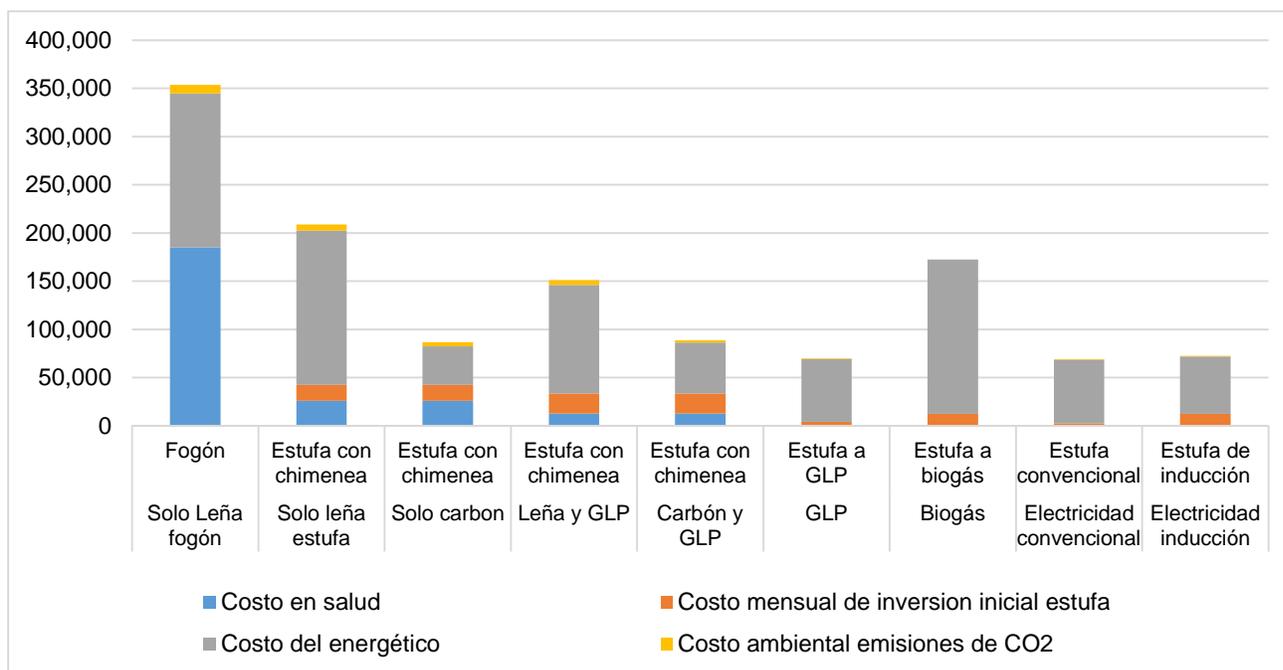
Tabla 62. Costo total de la cocción mensual por hogar

Costos de cocción en hogares rurales y urbanos con leña, carbón y GLP						
Energético utilizado	Tipo de estufa	Costo mensual de inversión inicial estufa	Costo del energético	Costo en salud	Costo de oportunidad ambiental por no mitigar emisiones de CO ₂	Costo total mensual
Solo Leña fogón	Fogón	0	160.000	184.976	8.935	353.912
Solo leña estufa mejorada	Estufa con chimenea	16.667	160.000	25.897	6.255	208.818
Solo carbón estufa mejorada	Estufa con chimenea	16.667	40.000	25.897	4.054	86.617
Leña y GLP	Estufa con chimenea	20.833	112.500	12.948	4.834	151.116
Carbón y GLP	Estufa con chimenea	20.833	52.500	12.948	2.393	88.675
GLP	Estufa a GLP	4.167	65.000	0	732	69.899
Biogás	Estufa a biogás	12.500	160.000	0	0	172.500
Electricidad convencional	Estufa convencional	2.500	66.000	0	891	69.391
Electricidad inducción	Estufa de inducción	12.500	59.400	0	802	72.702

Fuente: Elaboración propia.

Como se evidencia en la Tabla 62, el fogón de leña tradicional es la única tecnología que no tiene costo de inversión inicial, tal como se constata en el capítulo 9.1.1. Así mismo, se considera que los costos en salud por cocinar con GLP, biogás y electricidad son nulos, así como el costo ambiental de cocinar con biogás.

Gráfica 20. Costo total de la cocción mensual por hogar por tipo de costo



Fuente: Elaboración propia.

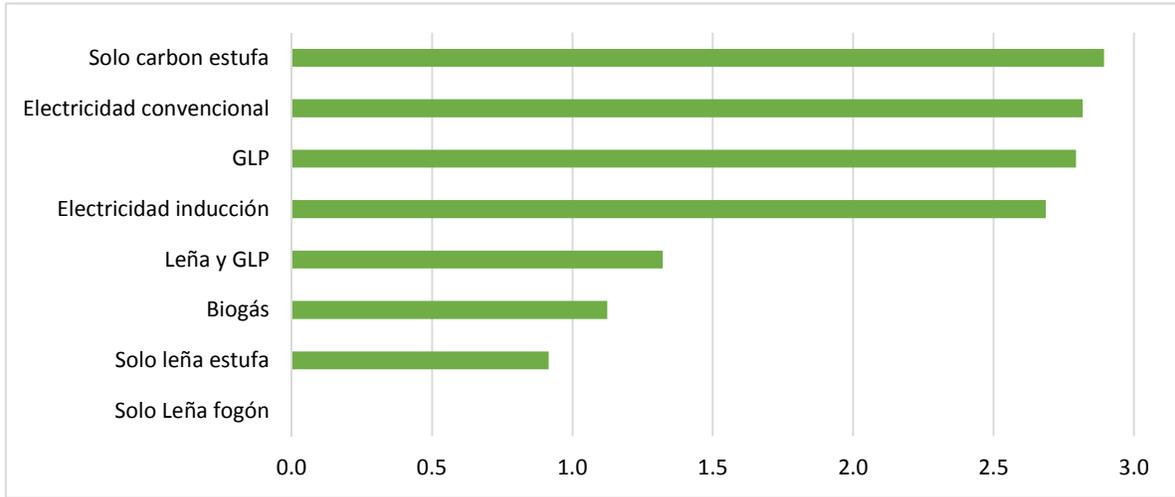
En la Gráfica 20 se puede observar que las tecnologías que presentan menores costos totales para la cocción en un hogar colombiano son las estufas eléctricas y a GLP. Los tipos de cocción con leña tienen los costos más altos debido principalmente a los costos en salud que representa su uso, presentados en la sección 9.1.3, y a los costos del energético que se refieren al tiempo invertido en recolección de leña, que se presentan en la sección 9.1.2. Aunque la cocción con biogás no representa costos ambientales ni en salud, los costos de obtención del energético (estimado a partir del tiempo requerido) y de inversión inicial hace que se eleve su costo total.

9.2. Costo-beneficio

Con base en la información presentada en la sección 9.1, se realiza el análisis costo beneficio de las alternativas tecnológicas identificadas y consideradas a lo largo de este documento, para la sustitución progresiva de la leña para cocción en el sector residencial en Colombia.

Para esto se consideran, por un lado los costos de las tecnologías propuestas y de los energéticos requeridos para su utilización presentados en las secciones 9.1.1 y 9.1.2, y por otro, los ahorros ambientales y en salud que se generarían al utilizar estas tecnologías con respecto al fogón tradicional de leña. Estos ahorros ambientales y en salud se estiman considerando la diferencia entre cada tecnología propuesta y la cocción con leña en fogón tradicional.

Gráfica 21. Indicador costo-beneficio de las tecnologías consideradas



Fuente: Elaboración propia.

Al estimar el indicador B/C, dividiendo los beneficios de cada tecnología sobre sus costos, se encuentra que al ser mayor el indicador, sus beneficios son mayores a sus costos. Como se puede observar en la Gráfica 21, la cocción con electricidad, carbón y GLP presenta los mejores indicadores, seguida de la cocción con leña diversificada con GLP; luego por la cocción con biogás, y por último, como era de esperarse, por la cocción con estufas mejorada de leña.

10. Análisis de factibilidad para la instalación de soluciones viables

La elaboración de un análisis de factibilidad permite orientar la toma de decisiones en la evaluación de las alternativas de sustitución de leña de acuerdo con las condiciones específicas de cada región. De esta manera, se procede a realizar un estudio del mercado para cada energético, de los hallazgos que hasta la fecha han prevalecido y la verificación de la existencia de un mercado potencial o necesidad insatisfecha, que para el objeto del estudio se encuentra definida priorizando los aspectos de salud.

Posteriormente, la información aquí expuesta partirá del hecho que se debe garantizar viabilidad técnica y disponibilidad de recursos, tanto humanos como materiales, administrativos y logísticos para la implementación de las soluciones más viables para la instalación de las tecnologías.

Esto permitirá que se corrobore las ventajas desde un punto de vista financiero, económico, social, cultural y ambiental, con el fin de asignar los recursos de una manera sostenible en el tiempo, en la elaboración del plan de sustitución progresiva de leña como energético en el sector residencial en Colombia, con los componentes necesarios para su ejecución.

Para el Programa de Sustitución de Leña, se han propuesto 4 energéticos a saber: Estufas Mejoradas, Biogás, Energía Eléctrica y GLP. Es así como se presenta el análisis respectivo por energético, haciendo una priorización de lo que se considera relevante en el estudio, teniendo en cuenta la Tabla 63.

Tabla 63. Costos mensuales de cocción en hogares rurales y urbanos asociados a cada alternativa (\$COP)

Energético utilizado	Tipo de estufa	Costo mensual de inversión inicial estufa	Costo del energético	Costo en salud	Costo de oportunidad ambiental por no mitigar emisiones de CO ₂	Costo total mensual
Solo Leña fogón	Fogón	\$0	\$160.000	\$184.976	\$8.935	\$353.912
Solo leña estufa	Estufa con chimenea	\$16.667	\$160.000	\$25.897	\$ 6.255	\$208.818
GLP	Estufa a GLP	\$4.167	\$65.000	\$0	\$732	\$69.899
Biogás	Estufa a biogás	\$12.500	\$160.000	\$0	\$0	\$172.500
Electricidad inducción	Estufa de inducción	\$12.500	\$59.400	\$0	\$802	\$72.702

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

En el caso en el que no se valoraran los \$160.000 equivalentes al tiempo empleado por cada familia en el mes para la recolección de leña, el costo total mensual para cada energético considerado sería de:

- \$193.912 para el caso de la estufa de sólo fogón.
- \$72.702 para el caso de la electricidad.
- \$69.899 para el caso del GLP.
- \$48.818 en el caso de la estufa mejorada.
- \$12.500 para el caso del Biogás

De esta manera, aunque el fogón de leña sigue siendo el más costoso de las tecnologías, alternativas como la eléctrica y la de GLP serían más costosas que la estufa mejorada de leña. Este análisis indica que el Biogás sería en términos económicos el menos costoso y que la implementación de estufas de inducción o de resistencia, junto con las estufas a GLP deben ir acompañadas de un subsidio que los haga asequibles a los hogares identificados para la sustitución progresiva de leña en el territorio nacional.

Para el caso de la consultoría, se considera el análisis teniendo en cuenta el costo de los \$160.000 por recolección mensual de leña por hogar.

10.1. Estufas mejoradas

De acuerdo con lo anterior, se analiza la factibilidad de implementar un programa de Sustitución de leña en el país y su sostenibilidad en el tiempo para el suministro de estufas mejoradas como alternativa de sustitución en algunas regiones del territorio nacional.

10.1.1. Factibilidad Técnica

A nivel mundial, la implementación de estufas mejoradas viene acompañada del diseño de tecnologías que se adecúan a las circunstancias y a los métodos de cocción de los alimentos. Como se pudo observar en el entregable 1 de la presente consultoría, el éxito de las estufas mejoradas viene ligado a las preferencias de cocción y de los hábitos alimenticios de las diferentes comunidades, respetando sus tradiciones. De esta manera, se deben evaluar y diseñar estufas que garanticen que los hogares las prefieran por encima de los fogones tradicionales o abiertos, los cuales han demostrado ser altamente perjudiciales para la salud de las personas que inhalan el humo, dados los efectos asociados.

La adecuación de un buitrón en las estufas hace que los gases provocados por la combustión de leña se desplacen por un ducto y vayan a dar hacia fuera de la vivienda, lo que disminuye la concentración de partículas dañinas y de otras sustancias nocivas en el ambiente del hogar. De esta manera, surgieron diferentes diseños de estufas, con el objetivo de dar solución a la problemática ambiental, social, económica y de salud que se venía presentando en diferentes hogares a nivel mundial.

De allí nacen estufas prototipo como las Patsari de México, la Inkawasi en Perú, la Huellas en Colombia, entre otras, que se lograron consolidar como alternativas de mitigación en las comunidades donde se han implementado y, que han podido suplir las necesidades de los hogares relacionados a la preparación diaria de platos típicos. Un ejemplo de ello, son las

tortillas en México, donde su preparación se hace diariamente y se necesita un fogón especial para que éstas queden bien hechas.

Actualmente se encuentra aprobada la norma técnica NTC 6358, que establece los requisitos y métodos de ensayo para evaluar la seguridad, eficiencia energética y el control de emisiones contaminantes de las estufas para cocción de alimentos que emplean biomasa (materia orgánica como la madera o excedentes agrícolas), en el que se espera se tengan en cuenta las necesidades de cada región respecto al método de cocción, las condiciones climáticas y los aspectos culturales y de género de las diferentes comunidades. Según información del Ministerio del Ambiente esta normatividad será la base para la elaboración del plan nacional de estufas mejoradas en el 2020.

Las estufas mejoradas se pueden ver como una alternativa de sustitución para aquellos hogares de difícil acceso, donde la implementación de otro método o tecnología de cocción es inviable y donde las condiciones de acceso sean restringidas. De esta manera, se garantizaría que hogares que no han tenido la posibilidad de cambiar su energético de cocción, leña, puedan hacer uso de ésta de manera más eficiente, dando solución a una problemática asociada a la salud, cuyo detonante se viene a dar en un mediano- largo plazo.

Se ha identificado la tecnología de estufas mejoradas elaborada con ladrillo y bloque, que es fija y se adecúa en la cocina del hogar y cuya vida útil es de más de 10 años. Los materiales de una estufa fija son: ladrillo, cemento, bloque, arena, herrajes de metal (fogones, puertas del horno y demás cavidades) y varilla.

10.1.2. Factibilidad Comercial

Desde la década de 1980, se han venido implementando en el país proyectos de instalación de estufas mejoradas. Según la encuesta nacional de estufas realizada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en julio de 2014, “se han instalado 28.238 estufas eficientes en todo el país”³¹⁷ con un costo promedio de \$1'200.000 cada una. Cornare para el 2020-2021 tiene estipulado construir 2.000 estufas más de las 31.000 que aproximadamente ha hecho en su jurisdicción hasta 2019, para un total de 33.000, incluyendo apoyos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y de la Fundación Natura.

Las iniciativas por parte de las diferentes corporaciones autónomas regionales se calculan en un total de 50.000 estufas. De esta manera, se puede decir que se ha identificado un riesgo y que se ha tratado de mitigar por medio del cambio de tecnología en las comunidades pero que no han sido programas masivos de sustitución sino más bien iniciativas individuales de los gobiernos locales, apoyados por las corporaciones regionales y entidades privadas.

Tabla 64. Desarrollo de estufas mejoradas para cocción con leña en Colombia

Región	Número de estufas instaladas	Prototipos de estufas instaladas	Costo unitario
--------	------------------------------	----------------------------------	----------------

³¹⁷ Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Encuesta Nacional de Estufas 2014

Atlántica	624	Huellas	721.500
		Corantioquia	530.000
Central	2.030	Huellas (PNUD)	1.350.000
		Lorena (Patrimonio Natural)	1.230.000
		Dos puestos (Patrimonio Natural)	1.200.000
		Rocket (Patrimonio Natural)	380.000
Pacífica	1.336	Huellas (Patrimonio Natural)	1.230.000
		Huellas (Corponariño)	1.200.000
		Hibrida triangular (Patrimonio Natural)	462.300
		Triangular bloque (Patrimonio Natural)	932.840
		Hibrida lineal dos fogones (Patrimonio Natural)	491.950
Oriental	3.069	Huellas (Corpoguavio)	718.398
		Huellas (Car)	1.720.840
		Fundación natura	700.000
		ICA-1791 (Corponor)	1.720.840
Antioquia	21.179	Huellas (Corpocaldas)	900.000
		Huellas (CAM)	931.060
		Huellas (Carder)	1.333.700
Total	28.238	14 Prototipos	

Fuente: Encuesta Nacional de Estufas Mejoradas, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014

La demanda potencial estaría en aquellos departamentos donde el acceso a otros energéticos o tecnologías de sustitución no sea posible dadas las condiciones geográficas de los territorios y donde el mantenimiento de las tecnologías se pueda hacer por las personas del hogar, sin costos de transporte asociados o de pago a un técnico. La vida útil de una estufa mejorada es de aproximadamente 10 años, aunque en el taller realizado en Sogamoso el día 17 de octubre del 2019 por la consultoría, las madres de familia asistentes expresaron que una estufa mejorada puede durar de 15 a 20 años, dependiendo del mantenimiento que se le haga al buitrón y a la cabina de la ceniza.

Actualmente en el país existen empresas metalúrgicas y ferreterías que en sus procesos de producción involucran el diseño y creación de estufas portátiles mejoradas en metal o que se encargan de vender los herrajes para la fabricación de estufas mejoradas fijas elaboradas con ladrillo y bloque. Entre las empresas identificadas se encuentran: Induestufas, Metrococinas, Alf Soluciones metálicas en Bogotá; Fundiciones Industriales S.A.S. en Medellín; El Nuevo Cóndor en Santander, entre otras. Los precios oscilan entre \$750.000 y \$1'000.000 sin incluir costos de transporte para estufas mejoradas portátiles³¹⁸; De igual forma, en los talleres regionales se constató que existen personas que se dedican a construir las estufas mejoradas fijas cobrando entre \$300.000 y \$400.000 por la

³¹⁸Consultado en: Mercado Libre, link: <https://listado.mercadolibre.com.co/estufa-eficiente-de-le%C3%B1a> consultado el 02/12/2019

instalación/armada más el excedente de materiales, que depende de su disponibilidad en la región.

Existe un mercado para la elaboración de las estufas que se rige por los requerimientos particulares de los hogares, que ha hecho que la tecnología adquiera nuevos accesorios, dedicados al calentamiento de agua, la adecuación de parrillas, la incorporación de fogones “tamaleros”³¹⁹ o con hornos más grandes. Para el caso particular de la consultoría, se tomará como referencia la estufa mejorada convencional fija, diseñada con ladrillo y bloque, cuyo precio oscila entre los \$2'000.000 y los 2.500.000 incluyendo costos de desplazamiento.

10.1.3. Factibilidad Económica

Si bien es cierto hacer uso de un fogón de leña tradicional en los hogares no trae consigo un costo monetario asociado a la obtención de la leña (puesto que es recolectada en el bosque de manera gratuita), ocasiona que la sustitución de cualquier energético implique asumir nuevos costos, se ha podido constatar en la presente consultoría que la implementación del fogón tradicional trae repercusiones para la salud que en el mediano y largo plazo como problemas respiratorios y enfermedades asociadas principalmente al EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica).

Al calcular el valor del costo estimado mensual por energético descrito en la Tabla 63, y haciendo una comparación de costos entre el fogón tradicional y la estufa mejorada, se obtiene que la implementación del fogón tradicional en los hogares repercute en costos significativos que afectan principalmente la salud. Recordemos que entre los costos valorados para cada tecnología se asumieron componentes como: el valor promedio de horas de trabajo diario utilizadas para recolectar la leña, equivalentes a \$160.000 al mes, unos costos en salud estimados a partir del rubro presupuestal designado a tratar enfermedades asociadas a la contaminación intramural por cocinar con leña, que mensualmente por familia se valoran en \$184.976 al mes y un costo ambiental equivalente al costo de oportunidad por las emisiones no evitadas de CO₂ por la utilización del fogón, valorado en \$8.935 al mes.

Tabla 65. Ahorro mensual asociado a los costos de implementación de estufas mejoradas por hogar

Tecnología	Costo mensual de inversión inicial estufa	Costo del energético	Costo en salud	Costo ambiental	Costo Total
Fogón tradicional	\$0	\$160.000	\$ 184.976	\$ 8.935	\$353.912
Estufa Mejorada	\$16.667	\$160.000	\$ 25.897	\$ 6.255	\$208.818
Ahorro	-\$16.667	\$0	\$ 159.080	\$ 2.681	\$145.094

³¹⁹ Hace referencia a fogones u hornillas con un mayor diámetro al convencional, con el objetivo de poder montar ollas más grandes en el mesón de la estufa.

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

Al realizar la sumatoria del costo total mensual de las estufas mejoradas, se observa que su implementación equivaldría a una disminución de \$145.094 mensuales por familia. Aunque los hogares no son los que directamente estarían asumiendo los costos, el Estado estaría invirtiendo en una tecnología que ayudaría a mitigarlos, dado que se estaría previniendo una problemática que en algunos años podría ser considerada como un peso en los sistemas de salud por atención de enfermedades que podrían ser evitadas por medio de alternativas como las que plantea la presente consultoría.

Para el caso de las estufas mejoradas, la inversión por parte del Estado debe equivaler al 100% de la tecnología, es decir, un estimado de \$2'500.000 por familia. Si pudiéramos a consideración que el ahorro en costos de salud y en costos ambientales es de \$161.761 mensuales, se retornaría la inversión en 12,6 meses.

10.1.4. Factibilidad Ambiental

Entre los factores a considerar en la factibilidad ambiental de la consultoría se tienen en cuenta características culturales, sociales, políticas, territoriales y medio ambientales prevalecientes en el momento de identificar qué alternativa se adecúa más a cada territorio. De esta manera, dando una valoración costo- ambiental de cada tecnología, para este caso la de implementar estufas mejoradas para el reemplazo del fogón tradicional, los ahorros monetarios serían de un valor aproximado de \$2.681 mensuales, que es equivalente al ahorro ambiental del costo de oportunidad por no mitigar emisiones de CO₂.

Tabla 66. Ahorro mensual por familia en costos ambientales con la implementación de estufas mejoradas

Tecnología	Costo ambiental
Fogón tradicional	\$ 8.935
Estufa Mejorada	\$ 6.255
Ahorro	\$ 2.681

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

10.1.5. Factibilidad en Salud

Como se pudo corroborar en la sección 10.1.2, la no implementación de medidas de sustitución y de eficiencia en el uso de la leña como energético de cocción implica un gasto o pasivo que debe asumir el Estado para dar solución a la problemática en salud de los hogares objeto de estudio en un mediano y largo plazo. Los principales afectados son las amas de casa y los niños, que son los que mayor tiempo comparten en la cocina durante la preparación de los alimentos en el hogar. El sistema de salud se ahorraría, para el caso de la sustitución con estufas mejoradas por hogar atendido, alrededor de \$159.080 mensuales.

Tabla 67. Ahorro mensual por familia en costos de salud con la implementación de estufas mejoradas

Tecnología	Costo en salud
Fogón tradicional	\$ 184.976
Estufa Mejorada	\$ 25.897
Ahorro	\$ 159.080

Por otro lado, Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

10.1.6. Factibilidad Social

La adecuación de una estufa mejorada en el hogar garantiza que las familias puedan optimizar el uso de la energía proveniente del fogón, ya que se distribuye el calor de manera cerrada dentro de la estufa. Desde el punto de vista del tiempo empleado para la recolección de leña, esta tecnología sigue asumiendo costos de desplazamiento y de tiempo de recolección que, aunque más cortos, siguen siendo significativos para el hogar, suponiendo que el tiempo liberado puede resultar en una mayor productividad económica o en una mejora en el bienestar de la familia por tiempo de calidad con los hijos o en otras labores familiares, educativas o de ocio. Es factible socialmente además en el sentido que, al existir el buitrón, las familias no se exponen directamente al material particulado por lo que se percibe una mejora en la calidad de vida y una apreciación positiva porque la ropa no queda impregnada de olor a humo y la cocina no se convierte en un recinto almacenador de hollín y de alquitrán.

10.2. GLP

A continuación, se analiza la factibilidad del GLP en el Programa de Sustitución de Leña y la sostenibilidad en el tiempo para el suministro de este energético a los hogares objeto del Plan. Cabe señalar que los temas regulatorios y de organización del sector se tratan en el capítulo específico sobre el tema.

10.2.1. Factibilidad Técnica

El GLP es un combustible que proviene de dos hidrocarburos principalmente: butano y propano. Cuando se somete a presiones moderadas o se enfría, su estado es líquido. En estado líquido, tiene versatilidad que le permite ser transportado y almacenado con facilidad, en manera similar a otros derivados del petróleo, es decir, a través de propanoductos, poliductos, planchones y camiones de tanque. Es así que el GLP puede llegar a lugares distantes de difícil acceso, dada la geografía característica del país.

En Colombia, se moviliza hacia los terminales o plantas de abastecimiento, donde suele almacenarse en contenedores de acero o aluminio, desde donde lo distribuyen al por mayor por medio de camiones tanques y luego se envasa y comercializa a los consumidores residenciales, principalmente en cilindros.

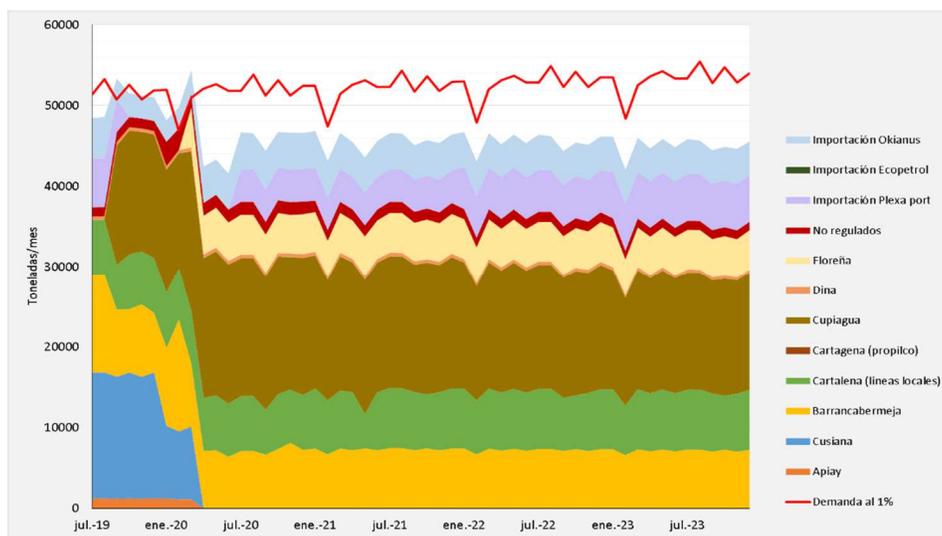
Entre los reglamentos técnicos existentes para GLP se encuentra la resolución MME 40245 de 7 de marzo de 2016 que reglamenta los cilindros y tanques estacionarios; la resolución

MME 40246 de 7 de marzo de 2016, modificada por la resolución 40867 del 8 de septiembre de 2016 sobre almacenamiento y distribución del GLP; la resolución MME 40247 de 7 de marzo de 2016, modificada por la Resolución 40868 de 2016 sobre plantas de envasado; la resolución MME 40 248 de 7 de marzo de 2016, modificada por la resolución 40869 de 2016 sobre depósitos, expendios y puntos de venta y la resolución 90902 de 2013 sobre instalaciones internas de gas combustible. Este panorama regulatorio indica que el GLP es una alternativa para la sustitución de leña para cocción para aquellas regiones en donde sea factible, de acuerdo con ciertos parámetros y criterios.

10.2.2. Factibilidad Comercial

Tanto en Colombia como en el mundo, el GLP se produce en las refinerías y también como un subproducto de la separación y tratamiento de corrientes de gas natural asociado con petróleo crudo en los campos de producción de petróleo y gas. Adicionalmente, los faltantes para atender la demanda nacional se obtienen mediante importaciones a través de los puertos localizados en Cartagena, de propiedad privada, y de las facilidades de ECOPETROL. La Cadena Comercial arranca entonces en la producción e importación de GLP, bien sea en las refinerías o en los campos de producción de petróleo y gas. La gráfica siguiente muestra la composición de la oferta y la demanda actual y proyectada para el periodo 2019-2023:

Gráfica 22. Composición de la oferta y demanda de GLP actual y proyectada a 2023

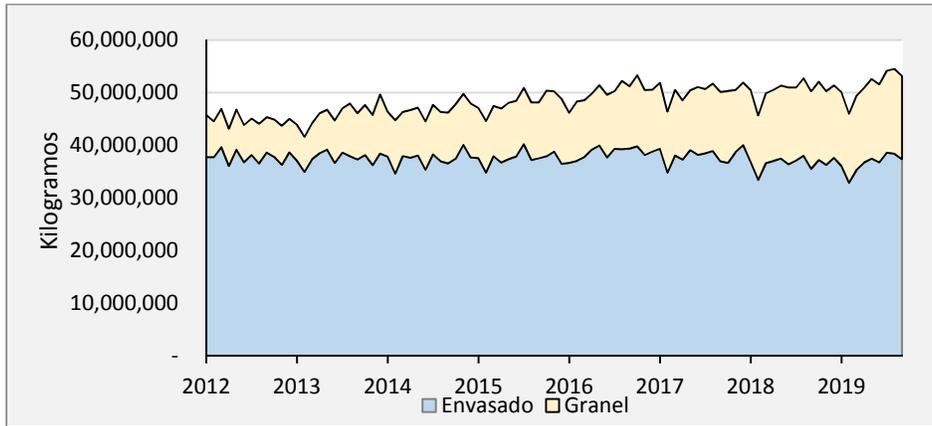


Fuente: GASNOVA – Informe Estadístico octubre 2019.

Como se observa en la gráfica, las fuentes de producción se presentan en la lista de la derecha y comprenden las refinerías de Barrancabermeja y Cartagena y los campos de ECOPETROL de Dina, Cupiagua, Cusiana, Floreña, Apiay y otros. También se señalan las opciones de importación de ECOPETROL y agentes privados. En el año 2020 se prevé la salida del GLP proveniente de la planta de tratamiento de Cusiana a fin de utilizarlo en codilución de crudos pesados; lo anterior conlleva la necesidad de acudir a importaciones de GLP para atender el 100% de la demanda proyectada.

En la comercialización y distribución de GLP, el servicio se presta por dos canales, los cuales son cilindros y granel, como se muestra en la gráfica siguiente:

Gráfica 23. Demanda nacional – canal de ventas



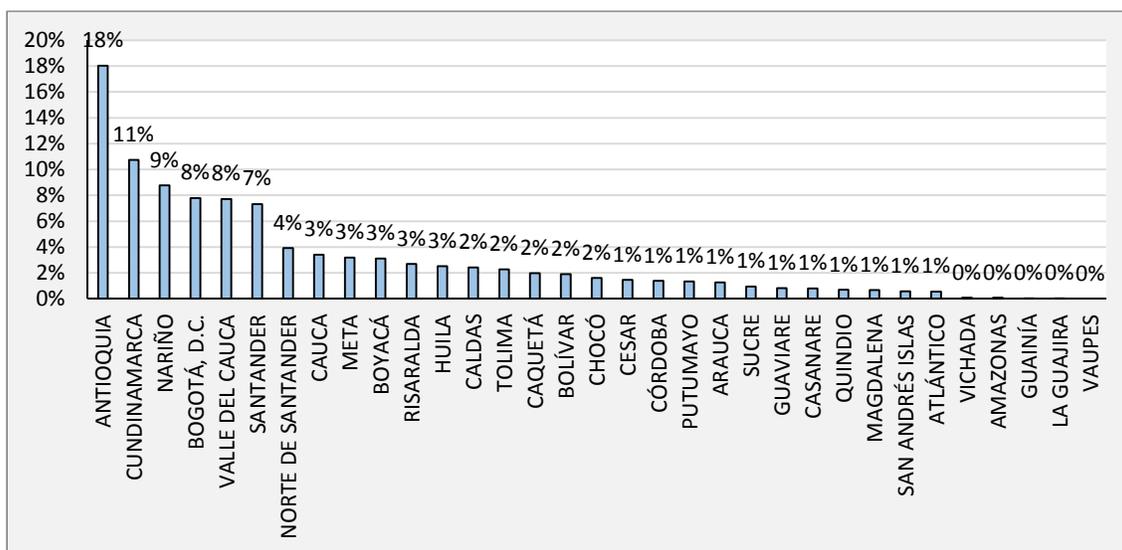
Fuente: GASNOVA – Informe Estadístico octubre 2019.

Se observa entonces, que la venta en cilindros presenta el mayor porcentaje de la distribución y comercialización del GLP, llegando al 72% del volumen total, mientras que las ventas a granel representan el 28% restante. La actividad de distribución y comercialización se lleva a cabo a través de 50 empresas comercializadoras minoristas en cilindros y un total de 37 empresas que distribuyen el GLP mediante tanques estacionarios.³²⁰ Gracias a este esquema de distribución y comercialización, el GLP llega a todos y cada uno de los 32 departamentos del país, como se indica en la gráfica siguiente, donde se señala además la participación de la demanda de GLP de cada departamento con respecto al total nacional.³²¹

³²⁰ UPME (2017). Cadena del gas licuado del petróleo GLP.

³²¹ GASNOVA – Informe Estadístico octubre 2019.

Gráfica 24. Participación de la demanda de GLP por departamento



Fuente: GASNOVA – Informe Estadístico octubre 2019.

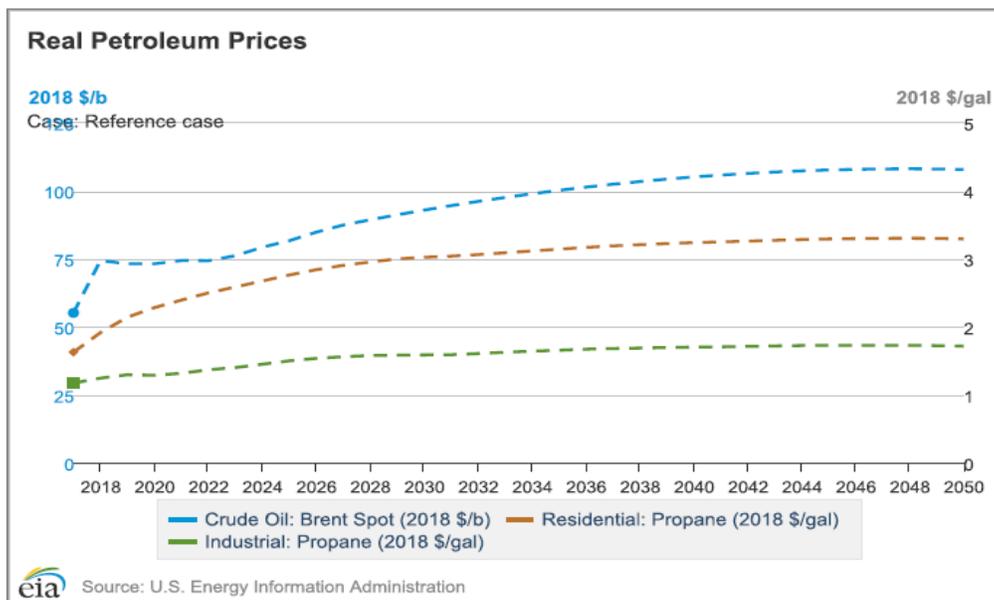
El GLP se transporta parcialmente por poliductos para el producto de la Refinería de Barrancabermeja y por carretera en los demás casos como ocurre con el gas de La Refinería de Cartagena y los campos de Cusiana y Cupiagua. Cuando no hay transporte carretero viable, el GLP debe transportarse por vía fluvial o incluso aérea, como en el caso de Mitú y otras poblaciones aisladas. Luego, si bien la cobertura es total en el país, en algunas zonas los costos de transporte encarecen el producto. Puede decirse entonces que el suministro, comercialización y distribución del GLP es una actividad organizada, con un sistema comercial sólido y con una multiplicidad de agentes de distribución y comercialización que llega a todos los departamentos del país.

En el mediano y largo plazo, la mayor incertidumbre que deberá afrontar el GLP en el país es relativa a los precios, considerando su impacto en el mercado residencial, sobre lo cual hay dos consideraciones:

- 1) La dependencia del mercado internacional por el déficit de oferta local para atender la demanda. Se presenta una gráfica con la proyección de los precios del GLP en el mercado de Estados Unidos a nivel residencial e industrial, lo que da una primera aproximación a la evolución de los indicadores de precios de importación³²² Se observa que para las residencias, el precio en el año 2022 llega a 2.5 USD/galón con respecto al 2019, con un precio de 2.15 USD/gal, es decir un incremento del 16%. En consecuencia, habrá que estar muy atentos a la evolución de los precios en el mercado de Estados Unidos, considerando su impacto en el mercado colombiano.

³²² Energy Information Administration. www.eia.doe.gov

Gráfica 25. Proyección de los precios del GLP en el mercado de Estados Unidos a nivel residencial e industrial



Fuente: Energy Information Administration. www.eia.doe.gov

- De otra parte, la regulación nacional de los precios de GLP está en revisión y habrá que esperar los resultados del Estudio que Fedesarrollo está realizando para la UPME respecto a las recomendaciones de precio para fijar el ingreso al productor, en este caso ECOPETROL. Hay que señalar que la regulación actual de precios establece un precio máximo a todos los puntos de producción de GLP de ECOPETROL mientras que la producción de otros agentes tiene precio libre.

10.2.3. Factibilidad Económica

Por otro lado, según la Encuesta de calidad de vida 2018³²³, el ingreso promedio de los hogares que manifestaron utilizar la leña como energético principal de cocción es de \$793.549; se asumió un costo del cilindro de GLP de \$65.000, equivalente al 8,1% del ingreso promedio de los hogares que manifestaron utilizar la leña como energético principal de cocción.

Según la Encuesta de Calidad de Vida del año 2014, en la que se pregunta sobre los gastos realizados por los hogares en servicios de GLP³²⁴, el hogar tiene un gasto de subsistencia de \$37.542, equivalente al 4,7% del ingreso promedio de los hogares.

De esta manera el Estado, para garantizar el uso del energético y su sustitución en el tiempo, debe brindar un apoyo mensual de subsidio de aproximadamente entre \$22.000 y

³²³ Encuesta de calidad de vida, 2018

³²⁴ La estimación de los gastos mínimos o de subsistencia se calculan para el año 2014 y con base al índice de precios al consumidor se expresan estos valores a precios constantes de 2018

\$30.000 mensuales, teniendo en cuenta una variación del precio del GLP para zonas dispersas de \$20.000.

Si se tiene en cuenta que el costo de salud y ambiente que se ahorran al utilizar GLP con respecto al fogón de leña tradicional, es totales del GLP vs el fogón tradicional se ahorrarían \$ 284.012 mensuales. de \$ 193.179, mensuales, y considerando que el precio promedio de una estufa de GLP se estimó en \$500.000, con una vida útil promedio de 10 años, se concluye que el ahorro estimado en salud y ambiental retornaría la inversión en 2,6 meses.

Tecnología	Costo mensual de inversión inicial estufa	Costo del energético	Costo en salud	Costo ambiental	Costo Total
Fogón tradicional	\$0	\$160.000	\$ 184.976	\$ 8.935	\$ 353.962
GLP	\$4.167	\$65.000	\$0	\$732	\$ 69.899
Ahorro	-\$4.167	\$95.000	\$ 184.976	\$ 8.203	\$ 284.012

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

10.2.4. Factibilidad Ambiental

Dando una valoración costo-ambiental a cada tecnología, para este caso la de implementar GLP para el reemplazo del fogón tradicional, los ahorros monetarios serían de un valor de \$8.203 mensuales, equivalente al ahorro ambiental en emisiones de CO₂.

Tabla 68. Ahorro mensual por familia en costos ambiental con la implementación de GLP

Tecnología	Costo ambiental
Fogón tradicional	\$ 8.935
GLP	\$ 732
Ahorro	\$ 8.203

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

10.2.5. Factibilidad en Salud

La no implementación de medidas de sustitución de leña como energético de cocción implica un gasto o pasivo que debe asumir el Estado para dar solución a la problemática en salud de los hogares objeto de estudio en un mediano y largo plazo. Los principales afectados son las amas de casa y los niños, que son los que mayor tiempo comparten en la cocina durante la preparación de los alimentos en el hogar. Según el estudio realizado por DNP “Valoración económica de la degradación ambiental (2015)”, el sistema de salud se ahorraría, para el caso de la sustitución con GLP por hogar atendido, \$184.976

mensuales, el cual incluye los costos directos por morbilidad y mortalidad y por donde también se tiene en cuenta los días de actividad restringida. Perdidos de productividad por incapacidad

Tabla 69. Ahorro mensual por familia en costos de salud con la implementación de GLP

Tecnología	Costo salud
Fogón tradicional	\$ 184.976
GLP	\$ 0
Ahorro	\$ 184.976

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

10.2.6. Factibilidad Social

El GLP es una tecnología fácil de transportar que no emite material particulado en el ambiente en el momento de su combustión, lo que garantiza que las personas del hogar y principalmente las mujeres dejen de preocuparse por mantener limpias las paredes de su hogar y por inhalar sustancias perjudiciales para su salud.

Por otro lado, ya no será necesario recurrir al bosque a recolectar leña puesto que este energético se entrega en pipeta y se utiliza de manera sencilla. De igual forma, la implementación de esta tecnología es vista como una mejora en la calidad de vida en los hogares y da la posibilidad de adquirir confort en los mismos. La única limitación de acceso a la tecnología hace referencia a los costos asociados al energético por lo que sería fundamental garantizar la sostenibilidad de la tecnología en el hogar haciendo uso de un subsidio.

10.3. Electricidad: Estufas de inducción

10.3.1. Factibilidad Técnica

La cocina de inducción es un tipo de cocina de vitrocerámica que directamente calienta el recipiente mediante un campo electromagnético, en lugar de calentarlo mediante el calor producido por el fogón. Este proceso ocasiona menos pérdidas de energía en comparación con las demás alternativas de sustitución propuestas en la presente consultoría. La razón principal es que se calienta directamente el recipiente a utilizar. Esto contribuye al ahorro de energía que es cada vez más apreciado en la actual sociedad.

De igual forma, la estufa de inducción puede detectar mediante un sistema de sensores si hay o no recipientes en su superficie, donde dado el caso que no haya no emite energía. Por otro lado, el tiempo de cocción es muy reducido ya que tarda menos en obtener la temperatura adecuada.

A nivel internacional, la tecnología ha evolucionado lo suficientemente como para ofrecer una amplia gama de opciones que se adecuan a las necesidades particulares del hogar. También se debe considerar que tiene la limitación de solamente poder utilizarse ciertos materiales para el menaje de cocina y la condición que en entornos domésticos no puede ser

usada a una distancia menor a aproximadamente 60 cm por personas que lleven marcapasos³²⁵.

El estudio suizo “*Exposure of the Human Body to Professional and Domestic Induction Cooktops Compared to the Basic Restrictions*” publicado en la revista científica Bioelectromagnetics en 2012, concluye que:

- Aunque la mayor parte de las cocinas de inducción medidas cumple con los límites de exposición para el público al campo magnético a la distancia especificada por la Comisión Electrotécnica Internacional (normativa IEC 62233), 30 cm desde el borde de la cocina, la mayoría supera estos límites a distancias menores.
- Para una cocina que cumple la normativa IEC 62233, la densidad de corriente puede exceder las restricciones básicas de la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP) de 1998 por un factor de 16.
- El tejido cerebral de niños pequeños puede estar sobreexposto por un factor de dos con respecto a las restricciones básicas para el público general si se acercan a la cocina.
- La exposición del tejido del sistema nervioso central del feto puede superar los límites para el público general si la madre está expuesta a nivel ocupacional.
- La normativa IEC 62233 no protege suficientemente a las personas expuestas según las restricciones básicas definidas por ICNIRP 1998.

Pero, según la Oficina de Salud Pública suiza, no se conoce en la actualidad si los campos magnéticos originados en una cocina de inducción representan un riesgo para la salud y se encuentra una reglamentación vigente que permite hacer uso de la tecnología en el país, además de que almacenes de cadenas y empresas de electrodomésticos distribuyen y comercian la tecnología.

10.3.2. Factibilidad Comercial

El servicio público domiciliario de electricidad es uno de los servicios de mayor cobertura a nivel nacional, llegando en diciembre de 2016 a un nivel de 97,02%³²⁶. La mayor proporción de usuarios se encuentra en las cabeceras urbanas; no obstante, en las zonas rurales se ha realizado un esfuerzo importante por incrementar la oferta de este servicio, que dadas las condiciones geográficas no han tenido acceso a la red.

La energía eléctrica se produce localmente y el país cuenta con la suficiente capacidad instalada para generar la energía que se requiere para atender la demanda. Desde el punto de vista de la expansión de la oferta, existen mecanismos concretos en la regulación vigente (como el cargo por confiabilidad), que aseguran la instalación de nueva capacidad cuando el país lo requiera. Y, desde el punto de vista de la demanda, el comportamiento es estable y se puede afirmar que el país no es intensivo en el uso de energía, lo cual se concluye

³²⁵ Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios, y Sociedad Española de Cardiología. “Guía del paciente portador de marcapasos”.

³²⁶ Tomado de los indicadores de cobertura para el año 2016, los más recientes publicados por la UPME en el Sistema de Información Eléctrico Colombiano (SIEL).

cuando se analiza el indicador de consumo per cápita, donde Colombia se registró un consumo per cápita en 2014 de 1.312 kWh/per cápita, en comparación con 7.819 y 12.994 kWh/per cápita de Japón y Estados Unidos, respectivamente para el año 2014.

En Colombia, la Energía Eléctrica para cocción de alimentos y calentamiento de agua fue el energético más utilizado hasta la última parte del siglo pasado. Sin embargo, los altos costos al usuario final, junto con elevados subsidios en materia de tarifas, sugirió la conveniencia de migrar hacia otro energético como el gas natural y GLP.

Esta política quedó definida en el Plan de Masificación de Gas, que ha tenido un desarrollo exitoso desde la década del 90 hasta la fecha. Aunque las estufas de inducción no son muy conocidas en el país, a medida que estas se vayan masificando y promocionando, es posible que se hagan más económicas, puesto que los volúmenes de producción deben aumentar. En este sentido, industrias en el territorio nacional como Haceb y almacenes de cadena como Homecenter, Éxito, Alkosto, Falabella y demás, cuentan con la disponibilidad de la tecnología para abarcar un programa de sustitución progresiva de la leña.

El Estudio ha planteado que la demanda de potencia de una estufa de inducción plantea exigencias sobre la red por parte de usuarios que utilicen la electricidad para cocción, que normalmente estarían ubicados al final de un sistema de distribución, típicamente radial.

En estas áreas donde la energía eléctrica se utiliza principalmente en iluminación y refrigeración, las nuevas demandas para cocción podrían sobrecargar el sistema y producir salidas de línea y pérdida del servicio. Por consiguiente, sin descartar el uso de energía eléctrica, un programa de sustitución de leña a partir de este energético requiere de una evaluación cuidadosa del sistema de redes de distribución para asegurar que el sistema radial soporte las nuevas cargas.

Por otro lado, las políticas cuyo objetivo sea mejorar tanto la calidad como la cantidad en servicios energéticos, deben estar respaldadas por políticas que promuevan la inversión, el crecimiento y el empleo productivo³²⁷. En el ámbito rural, se incluye el desarrollo de infraestructuras rurales, la capacitación y el apoyo mediante programas de micro-créditos, que son posibles en la medida que se fortalezca el marco general legal e institucional.

10.3.3. Factibilidad Económica

Actualmente en el país se cuenta con la tecnología disponible en almacenes de cadena con un costo estimado de \$1.500.000 con batería de ollas. Como se observa en la sección 9.1.2, se asumió un costo promedio mensual de electricidad para cocción de \$66.000 equivalentes a 132 kWh a \$500 el kWh (8,3% del ingreso promedio de un hogar que consume leña para cocción como energético principal- \$793.549). Los hogares están dispuestos a pagar no más del 6% de sus ingresos en pago por energéticos. De esta manera, y al igual que el GLP, la energía eléctrica para cocción debe ser subsidiada en un promedio de \$33.000, equivalente al 50% del que sería su consumo mensual.

³²⁷ PNUD, 2005

El subsidio se entrega a los usuarios de menores ingresos en zonas del país donde no se ofrece el servicio de gas natural por red, esto es los departamentos de Caquetá, Nariño, Putumayo y San Andrés, Providencia y Santa Catalina y a las comunidades indígenas, comunidades indígenas que actualmente son consumidoras de leña potenciales en el territorio nacional.

Este energético no se ha potencializado como una alternativa para la cocción en los hogares colombianos dado que requiere de una mayor potencia para poder funcionar, lo que implicaría cambios en la red y aumentos en el subsidio de la tecnología para que ésta sea adquirida por la población objeto de estudio. Pero, teniendo en cuenta los valores estimados de ahorro económico en los rubros de salud, ambientales y sociales, el retorno de la inversión de la aplicación de la tecnología sería de 7,8 meses.

Tabla 70. Ahorros mensuales por hogar por la de implementación de estufas de inducción

Tecnología	Costo mensual de inversión inicial estufa	Costo del energético	Costo en salud	Costo ambiental	Costo Total
Fogón tradicional	\$0	\$160.000	\$ 184.976	\$ 8.935	\$ 353.912
Estufa eléctrica	\$12.500	\$59.400	\$ 0	\$ 802	\$ 72.702
Ahorro	-\$12.500	\$100.600	\$ 184.976	\$ 8.133	\$ 281.210

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

10.3.4. Factibilidad Ambiental

Dando una valoración costo-ambiental de cada tecnología, para este caso la de implementar estufas de inducción para el reemplazo del fogón tradicional, los ahorros monetarios serían de un valor de \$8.133 mensuales, equivalente al ahorro ambiental del costo de oportunidad por no mitigar emisiones de CO₂.

Tabla 71. Ahorro mensual en costos ambientales (costo de oportunidad por no mitigar emisiones de CO₂) con la implementación de estufas de inducción

Tecnología	Costo ambiental
Fogón tradicional	\$ 8.935
Estufa de inducción	\$ 802
Ahorro	\$ 8,133

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

10.3.5. Factibilidad en Salud

El sistema de salud se ahorraría por cada hogar atendido para el caso de la sustitución con estufas de inducción, \$184.976 mensuales.

Tabla 72. Ahorro en costos de salud por hogar con la implementación de estufas de inducción

Tecnología	Costo en salud
Fogón tradicional	\$ 184.976
Estufa de inducción	\$ 0
Ahorro	\$ 184.976

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

10.3.6. Factibilidad Social

La cocina de inducción evita el contacto con el calor que puede producir un fogón tradicional, que hace que se eviten quemaduras, emisión de material particulado y olor a humo que queda impregnado en la ropa. Dado que el tiempo de cocción es muy reducido, se ahorraría tiempo de cocción para dedicar a otras labores del hogar o de mejora de bienestar. Al no existir ningún riesgo de explosión fortuita, mejora la seguridad y el confort de los hogares que hacen uso de esta tecnología.

10.4. Biogás

10.4.1. Factibilidad Técnica

China produjo 13 millones de metros cúbicos de biogás a partir de instalaciones de digestores para cocinar en 2016, e India 2 millones de metros cúbicos³²⁸. Los digestores domésticos rurales operan principalmente con estiércol de ganado, residuos de comida y residuos agrícolas. El biogás se usa para cocinar y calentar el ambiente, sustituyendo así leña, carbón y otras biomásas sólidas que afectan negativamente la calidad del aire; salud y calidad de vida. Además, el biogás se puede almacenar para su uso cuando sea necesario, actuando como una "batería" para acompañar las energías renovables intermitentes, como la eólica y la solar.

Para la producción de biogás se puede tratar una amplia gama de materia orgánica, como desperdicios de alimentos domésticos y comerciales, aguas residuales municipales e industriales, material agrícola y estiércol de ganado; en tales plantas de digestión, el biogás se utiliza para producir energía, tanto a pequeña escala en hogares y granjas, como a gran escala para ciudades enteras.

En Colombia, muchos agricultores, debido a la baja productividad de los suelos, se ven obligados a trasladarse a las ciudades; sin embargo, en el marco del Decreto 926 de 2017, se certifica 'ser carbono neutro' cuando se neutralizan las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) generadas por el uso de los combustibles fósiles a los cuales se les obliga a pagar el impuesto nacional al carbono, ley 1819 de 2016.

³²⁸ Sarika Jain (2019). Global potential of biogas.

Este impuesto puede ser evitado cuando se realiza la transacción con el carbono evitado al utilizar biogás como combustible térmico a cambio del uso de combustible fósil. Bajo este concepto, se puede ayudar a rentabilización del campo mediante la venta de certificados de carbono neutro por la producción y uso de biogás, agrupando a los diferentes usuarios. Además, individualmente existen otros incentivos como la exclusión de IVA para compra de equipos y los demás beneficios de la ley 1715 de 2014, lo cual puede proporcionar a los agricultores un ingreso adicional. Por lo tanto, en el sector agrícola, la implementación de tecnologías de digestión anaeróbica puede obtener importantes beneficios económicos, ambientales, sociales y energéticos; también permite una gestión mejorada de los suelos al utilizar el biofertilizante (producto residual del proceso), a cambio de fertilizantes químicos de mayor costo.

Las plantas de biogás a escala de granja tienen varios tamaños, diseños y tecnologías. Algunas son muy pequeñas y tecnológicamente simples, mientras que otras son bastante grandes y complejas, similares a las plantas de codigestión centralizadas. Sin embargo, todos tienen un diseño de principio común: el estiércol se recoge en un tanque de prealmacenamiento, cerca del digestor y se bombea al digestor, que es un tanque hermético a los gases, aislado para mantener un proceso a temperatura constante. Los digestores pueden ser horizontales o verticales, generalmente con sistemas de agitación, responsables de mezclar y homogeneizar el sustrato, y minimizar los riesgos de capas de natas y la formación de sedimentos.

El tamaño de los digestores determina la escala de las plantas de biogás y varía desde unos pocos metros cúbicos, en el caso de pequeñas instalaciones domésticas hasta varios miles de metros cúbicos, como en el caso de grandes plantas comerciales, a menudo con varios digestores que usan residuos agroindustriales como materia prima³²⁹.

Los reactores de biogás más utilizados en las zonas rurales a pequeña escala son de cúpula y reactores de tambor flotante, de los cuales no ha habido mayor innovación en el diseño durante los últimos años³³⁰. Adicionalmente, estos reactores requieren una gran habilidad técnica para la construcción y también son propensos a fugas. Los reactores tubulares construidos con geo-membranas son en la actualidad de los más utilizados a nivel individual en el campo.

Antes de realizar el diseño de una planta de biogás para el medio rural, es necesario estimar el potencial de producción y las necesidades de biogás, para definir su factibilidad, considerando la forma de manejo del ganado y, por lo tanto, cual es la cantidad mínima de residuos que permita producir el biogás requerido para cubrir las necesidades planteadas.

Tabla 73. Necesidades de biogás para una familia compuesta por 5 personas

Requerimiento	Factor	Consumo (m ³ /día)
Cocción (5 horas)	0,30 * 5	1,50
Iluminación (3 lámparas, 3 horas)	0,15 * 3 * 3	1,35

³²⁹ M. Dumitru and M. Bibu, "Researches on the digesters and reactors which can be used in a farm scale biogas plant," vol. 14, no. 3, pp. 63–68, 2014.

³³⁰ M. Dumitru and M. Bibu, "Researches on the digesters and reactors which can be used in a farm scale biogas plant," vol. 14, no. 3, pp. 63–68, 2014.

Refrigeración (nevera)	2,20 * 1	2,20
Total		5,05

Fuente: M. Dumitru and M. Bibu, "Researches on the digesters and reactors which can be used in a farm scale biogas plant," vol. 14, no. 3, pp. 63–68, 2014.

Para cubrir estas necesidades se requiere disponer de un determinado número de animales. El número de animales necesarios para una familia de 5 personas son: 13 bovinos, o 39 porcinos, o 365 aves, o sus mezclas proporcionales. Si las necesidades se reducen a la producción de biogás, únicamente para la cocción de alimentos, el número de animales para 1,5 m³, se reduce a 4 bovinos, los cuales se pueden sostener en una parcela de dos hectáreas de terreno.

10.4.2. Factibilidad Comercial

Aunque no se ha potencializado el uso de biogás en el país para el sector residencial, su potencial de implementación es alto en zonas cálidas y templadas donde cualquier materia orgánica biodegradable o desecho orgánico del campo se puede utilizar en la generación de biogás, pero dependiendo del tipo de residuo su rendimiento en biogás y el control del proceso pueden ser exigentes y de cuidado.

Las necesidades de una familia campesina (para la cocción de alimentos) se satisfacen con un metro cúbico de biogás diario. La materia prima utilizada y que contiene los microorganismos necesarios para la producción de biogás son las excretas de animales, en especial la bovinaza, porcínaza, gallinaza, y la de los humanos; el uso continuo de antibióticos en los humanos puede inhibir la producción de biogás, por lo que no es una práctica aconsejable utilizar estos excrementos. En estas condiciones, 30 kilos de excrementos de bovinos o 20 kilos de cerdos suministran la materia prima necesaria para la producción de un metro cúbico de biogás.

En cuanto a la tecnología, se recomienda iniciar con digestores tubulares, los cuales se deben proteger mediante cercas o paredes para evitar ser dañados por animales; también es importante iniciar en zonas calientes como los llanos y la costa o los valles interandinos por debajo de los 1.000 msnm, que poseen temperatura ambiente cercana a la ideal para el sostenimiento de los microorganismos mesofílicos de 35°C, el proceso se puede realizar en condiciones más frías pero es necesario calentar el biodigestor con ayuda de la radiación solar y aislarlo para evitar pérdidas de calor.

Muchos de los usuarios potenciales van a querer utilizar el biogás para satisfacer otras necesidades como tener una lámpara de alumbrado o una nevera para la conservación de alimentos. En estos casos, el costo del biodigestor es más alto y también las necesidades de materia prima son mayores, por lo cual es importante evaluar la situación de cada uno de los servicios extra solicitados y hasta dónde puede el programa colaborar con los costos extras.

Cuando se trata de pequeños asentamientos como poblaciones veredales o poblaciones asiladas se puede evaluar la viabilidad para la instalación de biodigestores tipo laguna con sistemas de distribución de biogás por redes. Como resultado, los costos individuales pueden ser menores. El planteamiento de esta alternativa plantea la posibilidad de realizar

pilotos que demuestren el potencial de mercado existente para el surgimiento de un nicho comercial en el mediano plazo.

10.4.3. Factibilidad Económica

Este energético no se ha potencializado como una alternativa para la cocción en los hogares colombianos, pero sí en procesos industrializados, dado que requiere de cantidades de biomasa importantes para poder funcionar, lo que implicaría que los hogares sujetos a sustitución cuenten con animales o cultivos que proporcionen la materia prima necesaria para su funcionamiento.

Se considera una medida factible económicamente al momento de identificar el grupo de hogares que serían aptos para la implementación de la tecnología, teniendo en cuenta factores como el clima y la disponibilidad del recurso primo. Desde esta perspectiva, la alternativa sería viable dado que el costo promedio de un biodigestor que permita suplir la necesidad de cocción de un hogar oscila alrededor de \$1'500.000, con una vida útil promedio de 10 años, bajo un régimen de mantenimientos periódicos que garanticen su durabilidad.

Teniendo en cuenta los valores estimados de ahorro económico en los rubros de salud y ambientales, el retorno de la inversión de la aplicación de la tecnología sería de 7,9 meses.

Tabla 74. Ahorros mensuales de implementación de biogás por hogar

Tecnología	Costo mensual de inversión inicial estufa	Costo del energético	Costo en salud	Costo ambiental	Costo Total
Fogón tradicional	\$0	\$160.000	\$ 184.976	\$ 8.935	\$ 353.912
Estufa biogás	\$12.500	\$160.000	\$0	\$0	\$172.500
Ahorro	-\$12.500	0	\$184.976	\$8.935	\$181.412

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

10.4.4. Factibilidad Ambiental

Dando una valoración costo- ambiental de cada tecnología, para este caso la de implementar estufas con biogás para el reemplazo del fogón tradicional, los ahorros monetarios serían de un valor de \$8.935 mensuales, que es equivalente al ahorro ambiental en emisiones de CO₂.

Tabla 75. Ahorro en costos ambientales con la implementación de biogás

Tecnología	Costo ambiental
Fogón tradicional	\$ 8.935

Biogás	\$ 0
Ahorro	\$ 8.935

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

10.4.5. Factibilidad en Salud

El sistema de salud se ahorraría para el caso de la sustitución con biodigestores por hogar atendido \$184.976 mensuales.

Tabla 76. Ahorro en costos de salud con la implementación de biogás

Tecnología	Costo en salud
Fogón tradicional	\$ 184.976
Biogás	\$ 0
Ahorro	\$ 184.976

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo consultor

10.4.6. Factibilidad Social

Para el caso del biogás, los hogares pasarían de recolectar leña a grandes distancias a almacenar los residuos y excrementos producidos por sus animales en un área más cercana e identificada por las familias. No se podría decir que se reduce el tiempo empleado para adquirir el energético, pero sí que la implementación de los biodigestores mejoraría su calidad de vida en el sentido que no habrá exposición al humo que genera el fogón tradicional de leña. De esta manera, podrían hacer uso de una estufa moderna que funciona con gas gratuito producido por ellos mismos.

11. Instituciones Responsables y Mapa de Actores

Una vez terminado el Contrato *UPME C-031-2019*, se dará inicio a la etapa de implementación de la Estrategia definida por el estudio en sus tres etapas: corto plazo (2020-2022), mediano plazo (2023-2030) y largo plazo (2030-2050). Para asegurar el éxito en las etapas de implementación, es necesario diseñar el marco institucional adecuado que defina todos los elementos de un programa de esta naturaleza tales como objetivos y metas, costos del Plan, subsidios que conlleva su implementación, entidades de Gobierno que participarán con sus correspondientes responsabilidades, y el o los agentes que asumirán la Gerencia y Operación del Programa de Sustitución de Leña.

El Plan de Sustitución de Leña tiene características particulares que requieren acciones coordinadas de diferentes instancias del Gobierno Nacional para asegurar el éxito en la implementación de la estrategia a corto, mediano y largo plazo. De ese tema trata el presente capítulo.

11.1. El Plan de Sustitución Progresiva de Leña como política pública

Para el diseño de la Política y del marco institucional, conviene tener en cuenta las siguientes características del *Plan de Sustitución Progresiva de Leña*:

1. El Plan impactará positivamente a un número importante de familias colombianas. Se estima que 1,66 millones de hogares, equivalente a más de 5 millones de personas, verán los beneficios del Plan y experimentarán un cambio en sus hábitos de cocción de alimentos, y más importante aún, verán una mejora significativa en su salud y la calidad de vida de su entorno familiar.
2. La ejecución del Plan de Sustitución trasciende el periodo del actual Gobierno y, de hecho, abarcará varios cuatrienios más. Además, mientras algunas de las tecnologías como el GLP están listas para entrar en acción de manera inmediata, a lo que ayuda el hecho de haber sido la base de programas similares en el pasado, otras como el biogás requieren de un proceso de capacitación de los usuarios potenciales y pruebas piloto para potenciar su capacidad de ser una solución a gran escala.
3. La efectividad del Plan dependerá de la acción de varias entidades del Gobierno, lo que conlleva un exigente trabajo de coordinación inter institucional a fin de que cada actor en el programa ejecute su tarea según los objetivos establecidos.
4. Además de la coordinación interinstitucional mencionada, es fundamental que el Plan cuente con un liderazgo de tipo político de tal manera que sea claro para todos los participantes que éste es un programa de prioridad para el Gobierno. Recomendamos que la guía y el liderazgo estén en cabeza del Gobierno Nacional y eventualmente de un Consejero con funciones específicas para el Programa de Sustitución de Leña. Como caso de ejemplo, los análisis que se han hecho del programa de sustitución de leña por GLP en la India, consideran que el liderazgo del Primer Ministro Narendra Modi y el tratamiento de este programa como Política de Estado, ha sido fundamental para los resultados alcanzados hasta la fecha.

5. La ejecución del Programa debe estar apoyada en una Agencia Implementadora con alcance y objetivos precisos, que no conlleve la creación de un nuevo ente estatal, sino la contratación de una Organización o Equipo de Trabajo para cada uno de los periodos de ejecución del Plan: corto, mediano y largo plazo. Dicha Agencia Implementadora será la encargada de diseñar los procesos de contratación con los diferentes agentes que llevarán los diferentes energéticos a las familias beneficiadas según la Estrategia del Plan de Sustitución.
6. La Sustitución de Leña va más allá de un simple cambio de energético de cocción y calefacción en algunas zonas del país. Sus impactos comprenden el mejoramiento de las condiciones de salud, bienestar y calidad de vida, y la influencia de los aspectos culturales, por lo cual se requiere contar con la participación de las comunidades que se beneficiarán del Programa. Para ello, es necesario que las etapas de implementación vayan acompañadas de un programa de acercamiento con las comunidades. De lo contrario, puede ocurrir que las soluciones brindadas no se inserten en las dinámicas de los hogares y con el tiempo se regresen a la cocción con leña si no sienten el proceso de cambio como propio.
7. El Programa de Sustitución Progresiva de Leña es un programa de interés público orientado a solucionar una problemática de impacto nacional tanto en vidas humanas y condiciones de salud como en su costo económico. Por consiguiente, la Sustitución de Leña se enmarca en una Política Pública orientada a resolver una problemática específica.

En conclusión, la política de sustitución de leña contempla decisiones orientadas al logro del bienestar para las familias consumidoras de leña, con propuestas de cambio de la energía tradicional por otros recursos energéticos, a fin de mejorar su actual situación de salud y entrar por el camino de una mayor prosperidad y calidad de vida. Esto conlleva construir un proceso de coordinación institucional entre las agencias del Estado que deben intervenir en este proceso y contratar la ejecución con una Agencia Implementadora, todo lo anterior en el marco de una Política de Gobierno que permita lograr el cumplimiento de los objetivos.

11.2. La aprobación del Plan – Documento CONPES

Considerando lo anterior, el Plan de sustitución de Leña debe ser elevado a la categoría de política pública y por lo tanto considerado, evaluado y aprobado en las más altas instancias del Gobierno. Para ello, la instancia que debería conocer del Plan de Sustitución de Leña y proponer su aprobación como Política Pública es el CONPES.

Algunas de las funciones del Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES, aplicables al caso que nos ocupa son³³¹ :

1. Presentar, para su aprobación, las políticas, estrategias, planes, programas y proyectos del Gobierno Nacional.

³³¹ Fuente: dnp.gov.com

2. Presentar, para su análisis, estudios sobre la ejecución del Plan Nacional de Desarrollo y sobre las políticas, estrategias, programas y proyectos del Gobierno nacional.
3. Someter, para su estudio y aprobación, las bases y criterios de la inversión pública.
4. Presentar, para su estudio y aprobación, el plan operativo anual de inversiones.
5. Los miembros del CONPES según lo señala el Decreto 2148 de 2009 son permanentes y no permanentes, invitados y asistentes, lo que permite contar con la participación de todas las entidades del Gobierno involucradas en el Plan de Sustitución de Leña.

La Secretaría del CONPES la ejerce el Departamento Nacional de Planeación y por consiguiente debe ser la entidad encargada de conocer del Plan y preparar la documentación necesaria para la consideración del CONPES. En el documento que presente el DNP se deberán establecer los mecanismos de ejecución del Plan de Sustitución, con una asignación de responsabilidades y las definiciones sobre los recursos que deben ser presupuestados para su ejecución en las diferentes etapas, comenzando con la primera fase de corto plazo 2020-2022.

11.3. Entidades que participan en la ejecución del Plan

A continuación, se presentan aquellas entidades cuya participación se considera necesaria por parte del Equipo de la Consultoría por su contribución a los objetivos del Plan.

1. Ministerio de Minas y Energía: Es el organismo Rector de la Política Energética del país. Estas decisiones de política pueden impactar la oferta y demanda de energéticos sustitutos de la leña como el GLP y la Energía Eléctrica.
2. Departamento Nacional de Planeación: El DNP es la entidad que le propone al Gobierno y al Congreso de la República el Plan Nacional de Desarrollo, analiza los subsidios a los servicios públicos y evalúa los requerimientos de inversión pública con miras a determinar el Presupuesto Nacional. De igual manera armoniza los planes sectoriales con el Plan Nacional de Desarrollo.
3. Unidad de Planeación Minero Energética UPME: Es la entidad responsable de la contratación del Estudio para definir la Estrategia de Sustitución de Leña y además participa en temas como el Plan Nacional de Biogás. En su calidad de Unidad de Planeación elabora los estudios y propuestas para la adopción de políticas por parte del Ministerio de Minas y Energía. Además la UPME tiene a su cargo la administración y gestión de los Fondos a la oferta como el FAER, PRONE entre otros los cuales se consideran un elemento esencial en los esquemas de financiación del Plan de Sustitución
4. El Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas, IPSE: Como entidad adscrita al Ministerio de Minas y Energía y por sus funciones y área de trabajo en las Zonas No Interconectadas es una entidad muy relevante para la ejecución del Programa de Sustitución de Leña como se señalará más adelante.
5. Ministerio de Salud: Siendo el mejoramiento en las condiciones de salud de las familias afectadas por el consumo de leña, el pilar y eje de la estrategia para la sustitución de leña a largo plazo, es fundamental la participación del Ministerio en las etapas siguientes del programa en temas como la concientización de los

impactos del consumo de leña en la salud de las familias, en particular de las mujeres y los niños. Se propone además que el Ministerio de Salud promueva, a través de las Entidades Prestadoras de los Servicios de Salud, programas de promoción y prevención a fin de reducir el impacto del consumo de leña en la salud de las familias.

6. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: La implementación de la estrategia, además de priorizar el tema de salud, debe ser compatible con las políticas que se tracen desde la política ambiental y de desarrollo sostenible. Además, el Ministerio va a desarrollar el Plan Nacional de Estufas Eficientes, que es uno de los ejes del Plan de Sustitución de Leña.
7. Ministerio de Agricultura: El Biogás es otro de los elementos del Plan de Sustitución de Leña a largo plazo y, por consiguiente, la participación del Ministerio de Agricultura como líder del Plan Nacional de Biogás es fundamental.
8. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio: La política nacional de vivienda debe incorporar en sus diseños el concepto energético en temas como la eficiencia energética y el uso de energías limpias por parte de las familias beneficiadas por los nuevos programas de vivienda y, en general, en programas de vivienda de interés social, VIS y Vivienda de Interés Prioritario, VIP, especialmente vivienda rural.
9. Ministerio de Educación Nacional y Ministerio de Trabajo - SENA: El Programa de Sustitución de Leña debe estar acompañado de un ejercicio educativo y formativo en los siguientes temas: a) Campañas de divulgación acerca de los efectos en las familias por cocinar con leña, en particular en las mujeres y los niños. b) Elaborar programas educativos a nivel de primaria y secundaria sobre la energía, eficiencia energética, impactos en salud, entre otros. Y c) Estructurar programas en el SENA para el diseño e instalación de soluciones energéticas en temas como Estufas Eficientes, Biogás y Energías Renovables, orientadas a atender las necesidades de cocción de alimentos y calefacción de las viviendas.
10. Ministerio del Interior: Se considera importante el acompañamiento de este Ministerio en el relacionamiento con las comunidades y grupos étnicos que hacen parte del Plan de Sustitución.
11. Ministerio de Cultura: El Ministerio de Cultura en lo relacionado con prácticas y tradiciones culturales del fuego y la cocina, para las cuales el uso de leña deba respetarse.
12. Alta Consejería Presidencial para la Mujer: Su participación se considera importante dado que cualquier programa de sustitución de leña pasa por considerar los asuntos de género, como una estrategia para lograr la sustitución enfocada a mejorar las condiciones que en la actualidad afectan principalmente el bienestar de las mujeres.

11.4. La Agencia Implementadora

Una vez el Gobierno Nacional tome la decisión de poner en marcha el Plan de Sustitución de Leña, hay que establecer el modelo organizacional apropiado para la ejecución del Plan. Antes de plantear opciones específicas, es necesario saber cuáles serían las actividades que tendrá que realizar la entidad que se encargue de la ejecución del Plan. Al respecto se plantea lo siguiente:

1. Ejecutar las metas previstas en el Plan de Sustitución para el periodo 2020-2022 en lo que respecta a:
 - a. Definir en detalle el portafolio de energéticos que hará parte del Programa de Sustitución en ese periodo y los esquemas de subsidios que se aplicarán al proceso.
 - b. Definir la cobertura en términos de áreas geográficas, número de familias a sustituir y los criterios para identificar a los usuarios finales beneficiados. Se espera que para el año 2020 se cuente con información de la nueva versión ajustada del SISBEN, del cual podría salir la información requerida.
 - c. Definir el Presupuesto del Programa de Sustitución.
 - d. Proponer el esquema de asignación de áreas que podría ser: concesión o áreas de servicio exclusivo, aprovechando la experiencia de programas anteriores como el Plan de Gas y otros modelos que se evalúen para la etapa de implementación.
 - e. Una vez definido el esquema de asignación de áreas, la Agencia Implementadora deberá abrir los procesos de convocatoria para seleccionar los agentes o entidades que llevarán los energéticos a las familias beneficiadas según lo dispuesto en el plan de sustitución.
 - f. Desarrollar la promoción del Programa ante las entidades de cooperación técnica y fondos de apoyo internacional y/o nacional.
 - g. Diseñar los programas de acercamiento con líderes, mujeres, comunidades y etnias que se beneficiarán del Programa de Sustitución.
 - h. Definir los cronogramas del proceso.

Por tratarse de un Programa cuya ejecución se plantea en un amplio periodo de tiempo, se propone que en cada fase se tenga una Agencia Implementadora diferente. No obstante, a fin de facilitar la continuidad del programa en sus diferentes etapas, al terminar el periodo 2020-2022, se hará una evaluación de los esquemas propuestos de asignación de áreas, las lecciones aprendidas y recomendaciones a seguir para definir el esquema aplicable en el periodo 2023-2030.

En resumen, la Agencia Implementadora que se encargue de la ejecución del programa en la primera fase, además de adelantar las tareas indicadas en el numeral anterior, deberá dejar el camino listo para que un agente que será seleccionado hacia el 2022, tome la información y proyecte la ejecución del programa para el periodo 2023-2030.

Ahora bien, se pregunta ¿Cuáles son las opciones para escoger el agente o lo que se llamará la Agencia Implementadora? Se plantean las siguientes:

1. Seleccionar a uno de los ministerios o entidades identificadas en el numeral 11.3.
2. Plantear un proceso de contratación mediante el esquema APP (Asociación Público Privada) a fin de vincular capital privado para la ejecución de infraestructura pública y servicios asociados según lo indica el DNP.
3. Desarrollar un proceso de contratación estatal para seleccionar la Agencia Implementadora que asumirá esta responsabilidad para el primer periodo de corto plazo (2020-2022).

Asignar un programa de esta naturaleza a una entidad del sector público implica un riesgo de no tener un alto lugar en la escala de prioridades frente a otros temas de corto plazo y

de mayor urgencia que copan la agenda de las entidades públicas involucradas. Por otro lado, que un Departamento Administrativo como el DNP o la UPME como Unidad de Planeación adscrita al Ministerio de Minas y Energía asuman responsabilidades de operación y ejecución, podría distraer recursos y energía de su misión, que es la planeación en sus respectivas áreas de actividad.

La propuesta es contratar a una organización con dedicación exclusiva para cada periodo de desarrollo del Plan de Sustitución de Leña y por un término fijo que permita ejecutar las tareas de estructuración y contratación, comenzando por el primer periodo de corto plazo (2020-2022). Los términos de la contratación serían los siguientes:

1. Durante el primer semestre del 2020, se propone que el MINENERGÍA presente la solicitud ante el DNP para aprobación por el CONPES del Plan de Sustitución;
2. El CONPES designará la entidad que tendrá a su cargo la contratación de la Agencia Implementadora. Por la experiencia y conocimiento del tema, la UPME sería la entidad responsable de estructurar los términos de referencia, adelantar los procesos de convocatoria y proceder a la contratación.
3. Se estima un periodo de contrato de 30 meses que iniciaría a partir de julio de 2020 e iría hasta diciembre de 2022.
4. Como se indicó anteriormente, a partir de 2023, una nueva Agencia Implementadora tomaría la responsabilidad de la ejecución del Programa para el periodo 2023-2030 para lo cual la Agencia que se contrate para el primer periodo haría la entrega formal del Programa de Sustitución con los resultados de la Primera Etapa y las lecciones aprendidas, a fin de garantizar la continuidad en las actividades.

Como se ha indicado reiteradamente en el presente capítulo, el éxito de la Agencia Implementadora estará relacionado con la efectividad de su interacción con las diferentes entidades del Estado con las cuales debe interactuar en cumplimiento de sus objetivos.

En tal sentido, deberá diseñar los esquemas de coordinación tales como Consejos Directivos o Comités Ejecutivos. Igualmente, se podrá suscribir Convenios Interadministrativos con entidades del Estado cuyo mandato institucional contribuya al éxito del Programa. Es el caso del IPSE, como ejemplo, para aprovechar sus fortalezas y experiencia en programas similares en Zonas No Interconectadas que pueden ser aplicables a otras regiones del país, además de ser un vínculo con entidades internacionales para canalizar recursos de cooperación técnica y financiación para la ejecución del Plan de Sustitución de Leña.

12. Estrategia del Plan de Sustitución Progresiva de Leña

12.1. Elementos de la estrategia

El Plan de Sustitución de Leña es función de la población objetivo que se pretende cubrir en las diferentes etapas:

- Corto Plazo (2020-2022)
- Mediano Plazo (2023-2030)
- Largo Plazo (2031-2050)

La población objetivo resulta del análisis de escenarios realizado en el Entregable II, en la sección que responde al objetivo 7 de este proyecto, con respecto al análisis de la información y cifras existentes con respecto al consumo de leña, para definir referencias y unificación de información, cuyos resultados se encuentran en el capítulo 6.

En esta sección se identificaron y propusieron dos escenarios de cifras sobre consumo de leña: un primer escenario “Escenario A” en el cual se toma la cifra total de los hogares que afirman que su principal combustible para cocción es la leña, según la Encuesta Nacional de Calidad de Vida -ECV- de 2018, y el consumo de leña total del sector residencial presentado en el BECO 2018, y se determina el consumo de leña promedio por hogar y/o por persona, según el número de personas por hogar de la ECV 2018.

Como se presenta en la Tabla 77, según la ECV 2018, hay 1.664.229 hogares que respondieron a la pregunta “¿qué energía o combustible utilizan principalmente para cocinar?” R: con “leña, madera”. Por otro lado, el Balance Energético Colombiano BECO realizado para el año 2018 presenta un consumo de leña para el sector residencial de 6.123 kilo toneladas, lo que equivale a 10,1 kg de leña al día por hogar, o a 3,1 kg de leña por persona al día, considerando hogares promedio de 3,2 personas.

Tabla 77. Resumen cifras de hogares con cocción con leña “Escenario A”

Hogares	15.493.441	N° Hogares
Hogares que cocinan con leña	1.664.229	N° Hogares
Porcentaje de hogares que cocina con leña	11%	
Leña consumida sector residencia al año I	6.123	kTon
Personas por hogar	3,2	N° Personas
Consumo de leña por hogar	3,7	Ton/año
Consumo de leña por hogar	10,1	kg/día
Consumo de leña por persona	3,1	kg/día

Fuente: Cálculos propios con base en DANE (2019)³³² y UPME (2019)³³³.

Un segundo escenario “Escenario B”, se propuso a partir de las cifras registradas en la ECV 2018, específicamente considerando la respuesta a la pregunta “adicionalmente, ¿utilizan

³³² DANE (2019). Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2018.

³³³ UPME (2019). Balance Energético Colombiano -BECO- 2018.

otro combustible para cocinar?”. Al respecto, de los 1.664.000 hogares que cocinan principalmente con leña, **el 30% respondió afirmativamente a la pregunta sobre el uso de otro combustible adicional para cocinar**. Tomando en cuenta esta información y con base en los talleres regionales sobre cocción con leña, en los que se obtuvo que el consumo de leña por menú cocinado es de 1,1 kg, se segmentan los hogares que cocinan con leña en dos grupos.

Tabla 78. Resumen cifras del “Escenario B” de hogares que usan leña para cocinar

Hogares total	15.493.441	N° Hogares
Hogares que cocinan principalmente con leña*	1.664.229	N° Hogares
Hogares que cocinan solamente con leña	70%	Porcentaje
Hogares que cocinan solamente con leña	1.164.421	N° Hogares
Hogares que cocinan con leña y diversifican**	30%	Porcentaje
Hogares que cocinan con leña y diversifican**	499.809	N° Hogares
Personas por hogar	3,2	N° Personas
Consumo de leña por menú	1,1	kg/menú/día

*En la ECV se pregunta, “¿qué energía o combustible utilizan principalmente para cocinar?” Estos son los datos que responden a esta pregunta con: “leña, madera”.

**En la pregunta de la ECV “Adicionalmente, ¿utilizan otro combustible para cocinar?” Este es el número de hogares que respondió afirmativamente. De estos hogares, el 93% tiene como combustible secundario el GLP.

Fuente: Cálculos propios con base en DANE (2019)³³⁴ y datos del equipo consultor.

De otra parte, por información de la propia Encuesta de Calidad de Vida del DANE se conoce un total aproximado de 252.765 familias que cocinan solamente con leña y no tienen el servicio de energía eléctrica por encontrarse en Zonas no Interconectadas ZNI o por estar localizadas en áreas aisladas en el Sistema Interconectado Nacional.

El análisis detallado de la información del Escenario B permite configurar 3 grupos de usuarios de leña para cocción que se deben considerar en el planteamiento de la estrategia:

- **Grupo 1:** Los hogares que cocinan únicamente con leña y tienen acceso al servicio de energía eléctrica (911.656).
- **Grupo 2:** Los hogares que cocinan únicamente con leña y no tienen acceso al servicio de energía eléctrica (252.765).³³⁵
- **Grupo 3:** Los hogares que cocinan con leña y diversifican con otro energético, principalmente el GLP (499.809).

Este análisis que se realiza a partir del Escenario B nos brinda los elementos de juicio para la definición de la estrategia que se presentará en la sección 12.2. Algunos de estos elementos son los siguientes:

³³⁴ DANE (2019). Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2018.

³³⁵ La suma de familias de los Grupos 1 y 2 es de 1.164.229 que corresponde al 70% del total que cocinan únicamente con leña.

- El Grupo 1 está integrado por familias que cocinan únicamente con leña y tienen acceso al servicio de energía eléctrica. Al estar localizados en el área de influencia del Sistema Interconectado Nacional, es de esperarse que se cuente con facilidades de transporte que les permita recibir GLP por vía terrestre y también podrán disponer de opciones de sustitución como las Estufas Mejoradas, Biogás y Energía Eléctrica, lo cual permite contar con todas las opciones de sustitución disponibles. En resumen, este Grupo por su localización tiene acceso a todas las opciones energéticas que se han planteado en la estrategia de sustitución de leña.
- El Grupo 2 está integrado por las familias que solo consumen leña y no cuentan hoy en día con el servicio de energía eléctrica, es decir están localizadas en Zonas no Interconectadas o en áreas aisladas del Sistema Interconectado Nacional, SIN. En estas zonas hay dificultades para disponer de sustitutos de leña por los costos de transporte y la logística necesaria, como es el caso del GLP, el cual debe ser transportado largas distancias y en diferentes sistemas de transporte, lo que encarece el producto al usuario final. Al no contar en la actualidad con el servicio de energía eléctrica, se propone que las opciones de sustitución sean fijas, ya sea Estufas Mejoradas o Biogás. Es de señalar que de acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible se proyecta que al año 2030, el 100% de la población colombiana tendrá acceso a energía eléctrica. Sin embargo, a pesar de acceder en un futuro a este servicio, estas familias continuarán teniendo las mismas dificultades para disponer de tecnologías que permitan la sustitución de leña por estar localizadas en zonas aisladas por lo cual las soluciones fijas como Estufas Mejoradas y Biogás seguirían siendo las opciones preferidas.
- El Grupo 3 presenta una estructura de consumo de energía en la cual el GLP es utilizado en una o dos comidas al día, dejando las restantes para cocción con leña. Los testimonios obtenidos en los Talleres Regionales señalan la preferencia de utilizar el GLP, en particular en la primera comida del día cuando se requiere una rápida cocción de los alimentos. En general, las familias buscan moderar el uso del GLP a fin de que el cilindro de 15 kg, tenga la mayor duración posible considerando su costo. Teniendo en cuenta que las familias de este Grupo cuentan con el equipo de cocción a base de GLP, se considera que la opción preferente es mantener e incrementar el consumo de este energético a fin de incentivar una mayor sustitución de leña con GLP.

12.2. La Estrategia del Plan de Sustitución

La Estrategia debe señalar las acciones a seguir en cada uno de los 3 periodos señalados a comienzo del capítulo (corto, mediano y largo plazo), para los tres Grupos de hogares definidos en la sección anterior y considerando los cuatro energéticos o alternativas tecnológicas que se han identificado como opciones en el Plan de Sustitución. Es decir, la estrategia comprende tres ejes a saber:

- Plazo de implementación
- Grupo poblacional al (los) que se dirige el Plan
- Energético (s) sustituto (s)

Sobre estos ejes, que determinarán la estrategia a seguir, hay algunos comentarios:

- En cuanto al plazo, el Plan contempla un periodo de ejecución entre el 2020 y el 2050. La estrategia planteará las propuestas de sustitución y los costos estimados a lo largo de dicho periodo, con carácter indicativo considerando que a medida que se avance en los diferentes periodos, podrá haber opciones de sustitución que no hayan sido identificadas en el presente y que resulten viables más adelante o lo contrario, es decir, que algunos de los energéticos propuestos a la fecha pudieran no ser viables más adelante.
- En el horizonte de corto plazo (2020-2022), que coincide con el periodo del actual Plan Nacional de Desarrollo -PND-, la estrategia debe plantear resultados de sustitución para al menos 100.000 familias según lo postulado por el PND en el programa *Consolidación el servicio público domiciliario de gas combustible* del Pacto por la calidad y eficiencia de servicios públicos.

El Ministerio de Ambiente, en coordinación con las autoridades ambientales, tiene la responsabilidad de establecer el programa nacional de sustitución de estufas de leña por estufas eficientes o mejoradas, según el PND 2018-2022. Lo anterior quiere decir que, al menos para el periodo de corto plazo (2020-2022), no se va a contar con un Plan formal que permita escalar la solución de Estufas Mejoradas hasta un nivel industrial que haga posible su comercialización de manera masiva. Sin embargo, aún sin conocer los resultados de ese programa a cargo del MADS, la presente Estrategia para la sustitución de leña estima una contribución importante de Estufas Mejoradas en el corto plazo y considera que a mediano y largo plazo será una contribución significativa para el Plan de Sustitución de Leña.

- En particular, se considera que las Estufas Mejoradas tienen un nicho de mercado natural en familias del Grupo 2, en el que la falta de energía eléctrica en la actualidad y las dificultades de movilización del GLP sugieren soluciones fijas en la zona. De hecho, hay entidades como Cornare, que continuarán sus esfuerzos de promover el uso de Estufas Mejoradas y, por otra parte, a nivel regional como el caso de Boyacá, existe un emprendimiento para la construcción de Estufas Mejoradas a base de carbón, la cual corrige parcialmente la contaminación intramural mediante ductos de evacuación de los humos de combustión de leña. Como se indicó en el numeral 12.1, aunque la meta nacional es contar para el año 2030 con el 100% de la población colombiana con acceso al servicio de energía eléctrica, las familias del denominado grupo 2 continuarán sufriendo condiciones de aislamiento similares a las actuales, por lo cual las soluciones fijas como Estufas Mejoradas y Biogás seguirían siendo las opciones preferidas.
- En cuanto al Biogás, a la fecha no existe un Plan Nacional de Biogás elaborado por el Ministerio de Agricultura u otra entidad que permita contar con un escalamiento a nivel de producción industrial de los elementos y materiales para el desarrollo del Biogás de manera que este energético se convierta en una solución masiva para la sustitución de

leña. De hecho, en la sección 12.3, se contempla que en una primera fase del Biogás se deberá hacer énfasis en la capacitación y el desarrollo de Proyectos Piloto en el periodo de corto plazo (2020-2022). Se espera que, en los siguientes periodos, una vez se conozcan los resultados de los Pilotos y la capacitación a los usuarios finales, se podrá lograr una mayor cobertura. Para efectos del diseño de la estrategia se consideran los siguientes valores de soluciones de Biogás: 1.500 pilotos en la fase de corto plazo; 15.000 en el mediano plazo y 100.000 en el periodo de largo plazo.

- En lo que se refiere a la Energía Eléctrica, en la sección 9 se presentó un cálculo de los costos que conlleva el uso de este tipo de energético para efectos de cocción. Sin embargo, pese a las ventajas en costos y al hecho comprobado de la eficiencia de la energía eléctrica y de las nuevas estufas de inducción, la potencia que demanda una estufa de inducción plantea exigencias sobre la red por parte de usuarios que utilicen la electricidad para cocción, normalmente ubicados al final de un sistema de distribución típicamente radial. En estas áreas donde la energía eléctrica se utiliza principalmente en iluminación y refrigeración, las nuevas demandas para cocción pueden sobrecargar el sistema y producir salidas de línea y pérdida del servicio. Por consiguiente, sin descartar el uso de energía eléctrica, un programa de sustitución de leña a partir de energía eléctrica requiere una evaluación cuidadosa del sistema de redes de distribución para asegurar que el sistema radial soporte las nuevas cargas.
- Si bien todos los usuarios de leña presentan condiciones de pobreza con grandes dificultades para adquirir los energéticos sustitutos de la leña, el grado de pobreza resulta ser diferente entre los Grupos mencionados en el presente capítulo. El Grupo 2 comprende aquellas familias más alejadas de los centros urbanos y con menor disponibilidad de servicios de energía y altos costos de suministro de GLP, mientras que las familias del Grupo 1 cuentan con el servicio de electricidad, y las del Grupo 3 ya disponen de GLP. Luego, aquellas familias más dependientes del uso de leña para cocción sufren un nivel de pobreza mayor que aquellas localizadas en zonas menos aisladas con más posibilidad de contar con recursos energéticos para sustituir la leña.
- Los análisis de costos de las opciones tecnológicas de sustitución, cuando se internalizan además los costos en salud, ambientales y sociales mostraron ventajas de la energía eléctrica y del GLP sobre las soluciones como Estufas Mejoradas y Biogás. Sin embargo, el planteamiento estratégico del Plan de Sustitución es combinar todas las opciones propuestas a fin de lograr un portafolio incluyente que además incentive los desarrollos tecnológicos en estufas mejoradas y el biogás y permita considerar las características culturales de los hogares, presentados en la sección 5.

Con los elementos de los análisis anteriores se plantea la estrategia de sustitución así:

12.2.1. Metas de sustitución por cada fase

A partir de los datos de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2018 se han definido tres grupos de hogares, en los cuales se deberían emplear diferentes estrategias para lograr la sustitución de la leña para cocción en los hogares colombianos en 2050.

Tabla 79. Número de hogares por grupo

Grupo	Número de hogares	Características
G1	911.656	Leña, no diversifican y tienen electricidad
G2	252.765	Leña y NO tienen actualmente electricidad ni GLP
G3	499.809	Leña y diversifican con GLP
	1.664.230	

Fuente: Elaboración propia con base en DANE 2019.

A partir de estos grupos y los plazos definidos anteriormente para el plan, se han definido metas de hogares con sustitución de leña para cada fase, los cuales se presentan en la Tabla 80.

El **periodo de corto plazo 2020-2022** presenta los **mayores retos** por ser la etapa de **arranque del programa**, en la cual es necesario definir las modalidades de ejecución en campo y los esquemas de coordinación interinstitucional. En esta primera etapa de corto plazo se propone una **cobertura del 10% aproximadamente (160.000)** sobre el número total de hogares a sustituir, superior a la meta del Plan Nacional de Desarrollo.

Posteriormente, en la etapa de **mediano plazo (2023-2030)** que comprende un periodo de 8 años, se propone la sustitución de **650.000 hogares**, que corresponde al **39%** del total.

Finalmente, para el periodo **2031-2050** quedarían **854.230 hogares** por sustituir que consumen actualmente leña, lo que equivale al **51%** del número de hogares contemplados en el Plan.

Tabla 80. Metas de sustitución de leña por fase y por grupo de hogares

Grupo	Fase			Total
	2020-2022	2023-2030	2031-2050	
G1	100.000	300.000	511.656	
G2	30.000	150.000	72.765	
G3	30.000	200.000	269.809	
Total Fase	160.000	650.000	854.230	1.664.230

Fuente: Elaboración propia.

En el periodo 2020-2022, las razones que fundamentan la estrategia de sustitución con un Plan de Cobertura de 160.000 familias son las siguientes:

- a. Se privilegia el cumplimiento de las metas mínimas del Plan Nacional de Desarrollo con un cubrimiento de 100.000 hogares en el periodo de corto plazo en el Grupo 1.
- b. Se inicia la sustitución de leña en los grupos 2 y 3, con 30.000 familias del Grupo 2 (12% del total de hogares del grupo) y 30.000 familias del Grupo 3 (6% del total de hogares del grupo).
- c. Al cabo de la primera etapa, con la cobertura propuesta de 160.000 hogares, quedan pendientes 1.504.230 familias por sustituir en las Fases II y III.

Para el periodo 2023-2030, se plantea sustituir 650.000 hogares, distribuidos de la siguiente manera:

- a. En el Grupo 1, que comprende los hogares consumidores de leña y con acceso al servicio de energía eléctrica, se propone la meta de sustituir el energético de cocción en 300.000 hogares, lo que representa aproximadamente el 37% del número de hogares aún por sustituir en este grupo.
- b. En el Grupo 2, es decir, aquellos hogares que consumen leña y no tienen servicio de energía eléctrica en la actualidad, se sustituirán 150.000 hogares, aproximadamente el 67% de los hogares por sustituir en este grupo, lo cual mantiene la directriz de política de acelerar su salida de una situación de solo leña a diversificar con otro energético.
- c. En el Grupo 3, que comprende las familias que consumen leña y diversifican con otro energético que generalmente es GLP, se propone un total de 200.000 hogares, aproximadamente el 43% del número de hogares por sustituir en este Grupo.

Como resultado de la etapa de mediano plazo, se sustituyen 650.000 hogares y quedan 854.230 para la sustitución completa en la Fase III o de largo plazo, que comprende el periodo 12031-2050.

12.2.2. Alternativa tecnológica por fase y por grupo

En esta sección se propone la contribución de cada opción tecnológica por fase, para lo cual se determinan las necesidades de cada uno de los 3 Grupos. En la Tabla 81, se presenta el total de cada tecnología y/o energético a implementar en cada fase del Plan, donde el **GLP sería la alternativa de sustitución propuesta para aproximadamente el 53% de los hogares, las estufas mejoradas para el 22%, la energía eléctrica para el 18%, y el biogás para el 7%.**

Tabla 81. Distribución de las tecnologías o energéticos de sustitución propuestos por fase y Grupo de hogares.

Tecnología	2020-2022	2023-2030	12031-2050	Total
GLP	100.000	350.000	436.465	886.465
Estufas mejoradas	29.250	150.000	182.765	362.015

Energía Eléctrica	29.250	135.000	135.000	299.250
Biogás	1.500	15.000	100.000	116.500
Total Fase	160.000	650.000	854.230	1.664.230

Fuente: Elaboración propia.

Los criterios de asignación de estas tecnologías y/o energéticos para cada Grupo de hogares descritos en la Tabla 79 son los siguientes:

1. Las Estufas Mejoradas se utilizarán preferentemente en el Grupo 2 cuando las familias no cuenten en la actualidad con acceso a energía eléctrica y se encuentren en zonas aisladas, bien sea en ZNI o en el Sistema Interconectado Nacional, por lo cual se requieren soluciones fijas considerando que no se cuenta con el servicio de energía eléctrica y que el GLP presenta costos de transporte altos.
2. Para el Biogás, se considera una evolución progresiva en el tiempo, a partir de la capacitación a los usuarios y el desarrollo de Proyectos Piloto (presentados en la sección 12.3). En el presente informe se plantea su contribución así:
 - a) 1.500 unidades en el corto plazo, en el periodo 2020-2022 (pilotos).
 - b) 15.000 unidades en el mediano plazo, en el periodo 2023-2030.
 - c) 100.000 unidades en el largo plazo, en el periodo 2031-2050.

Se propone que las soluciones con Biogás se utilicen preferentemente en los Grupos 1 y 2, donde no se cuenta en la actualidad con sustitutos para la leña utilizada para cocción.

3. El GLP se utilizará preferentemente en los Grupos 1 y 3. En este último Grupo se encuentran los hogares que consumen leña y diversifican con GLP; de este modo, considerando que las familias ya hicieron el esfuerzo de adquirir el kit de cocción con GLP, se haría un esfuerzo adicional para lograr una mayor penetración y permanencia hasta la sustitución completa y sostenida en el tiempo de la leña en este segmento.
4. La Energía Eléctrica podrá utilizarse en grupos de población y en zonas cuando se determine que las redes pueden atender la demanda que resulte del uso de estufas eléctricas. Para tal efecto se propone su uso esencialmente en el Grupo 1. En caso que en algunas zonas no se puedan desarrollar soluciones de energía eléctrica, se utilizarán los demás energéticos disponibles que ofrezcan el menor costo como el biogás o las estufas mejoradas donde la condiciones lo determinen. Incluyendo las estufas mejoradas las que podrían ser una solución cuando las redes de energía eléctrica no puedan soportar la demanda adicional.

5. A medida que se consolidan los proyectos de biogás, los cuales se utilizan en el Grupo 2, las Estufas Mejoradas podrán utilizarse también en el Grupo 1.

La Tabla 82 presenta las alternativas tecnológicas por Fase, bien sea de corto, mediano o largo plazo, para cada uno de los 3 Grupos de hogares en los cuales se ha planteado el análisis.

Tabla 82. Distribución de alternativas por Grupos de hogares y fases

Grupo	Tecnología	2020-2022	2023-2030	12031-2050
G1	Biogás	750	7.500	50.000
	Energía Eléctrica	29.250	135.000	135.000
	Estufas Mejoradas	-	7.500	160.000
	GLP	70.000	150.000	166.656
	Total Grupo	100.000	300.000	511.656
G2	Biogás pilotos	750	7.500	50.000
	Energía Eléctrica	-	-	-
	Estufas Mejoradas	29.250	142.500	22.765
	GLP	-	-	-
	Total Grupo	30.000	150.000	72.765
G3	Biogás pilotos	-	-	-
	Energía Eléctrica	-	-	-
	Estufas Mejoradas	-	-	-
	GLP	30.000	200.000	269.809
	Total Grupo	30.000	200.000	269.809
Total Fase		160.000	650.000	854.230

Fuente: Elaboración propia.

12.2.3. Metas del Plan de Sustitución por regiones

Con el fin de ampliar el detalle de estas metas de número de hogares con sustitución de leña para cocción por otros energéticos o tecnologías, se ha hecho una aproximación a las metas planteadas en lo corrido de la sección 12 a nivel regional. En la siguiente tabla se presenta la agrupación de departamentos considerada para cada una de las regiones propuestas.

Tabla 83. Departamentos de Colombia agrupados por Región

Región	Departamentos
Caribe	Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena, Sucre y San Andrés.
Central	Antioquia, Caldas, Caquetá, Huila, Quindío, Risaralda y Tolima.

Oriental	Boyacá, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander, Santander y Bogotá.
Orinoquia–Amazonia	Amazonas, Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Putumayo, Vaupés y Vichada.
Pacífica	Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca.

Fuente: Elaboración propia con base en DANE (2019b)³³⁶.

Para las tres fases, se distribuyeron los hogares planteados para la sustitución de leña en la sección anterior, tomando en cuenta los departamentos en los cuales se podría dar su sustitución en cada fase del tiempo y se agruparon por regiones según la Tabla 83.

Esta distribución se realizó partiendo de las tecnologías identificadas de acuerdo con sus características. En la primera fase, presentada en la Tabla 84, se distribuyen las soluciones para los 160.000 hogares propuestos.

- **Biogás:** En esta fase, que corresponde a proyectos piloto, la localización de las soluciones se enfoca en zonas cálidas bajas donde hay mayores probabilidades de éxito y se espera tener facilidad de desplazamiento para mantener un control permanente sobre la evolución de los pilotos. En el grupo 1 (hogares que tienen acceso a energía eléctrica), los pilotos se centrarán en la zona central y en los llanos orientales. En el grupo 2 (hogares sin acceso a energía eléctrica), las soluciones se centrarán en los departamentos de la región caribe con mayor número de hogares consumidores de leña para cocción.
- **Energía eléctrica:** Se asigna a los departamentos del grupo 1 con el mayor número de hogares con consumo de leña para cocción, en los cuáles se cuenta con sistemas eléctricos robustos. No se asignan soluciones de energía eléctrica al grupo de departamentos de Electricaribe por la problemática que se afronta en la actualidad en esta región.
- **Estufas mejoradas:** Se asignan en el grupo 2 (hogares sin acceso a energía eléctrica), en los departamentos con el mayor número de hogares en esta categoría.
- **GLP:** Se asigna a hogares de los grupos 1 y 3; considerando que la cadena comercial del GLP tiene amplio cubrimiento nacional se realizó la distribución proporcional entre los departamentos de ambos grupos, sin participación de las ZNI, donde los costos podrían ser muy elevados.

Tabla 84. Número de hogares con sustitución de leña por tecnología, grupo y región Fase I (2020-2022)

Región	Biogás pilotos			Estufas mejoradas			Energía Eléctrica			GLP		
	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3
Caribe	-	750	-	-	24.030	-	-	-	-	25.748	-	3.584
Central	188	-	-	-	-	-	12.796	-	-	15.592	-	9.660

³³⁶ DANE (2019b). Comunicado de prensa Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) 2018. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/CP_ECV_2018.pdf

Oriental	374	-	-	-	-	-	7.829	-	-	13.179	-	8.230
Orinoquia– Amazonia	188	-	-	-	-	-	-	-	-	1.198	-	548
Pacífica	-	-	-	-	5.220	-	8.625	-	-	14.283	-	7.978
	750	750	-	-	29.250	-	29.250	-	-	70.000	-	30.000
												160.000

Fuente: Elaboración propia.

En la segunda fase se asume que se ha dado fin a las pruebas piloto de biogás y se ha dado una solución satisfactoria a la problemática de Electricaribe. En la Tabla 85 se presenta la distribución de hogares

- **Grupo 1:** Los esfuerzos en biogás se siguen repartiendo en departamentos de zonas bajas, incluyendo a los del periodo 2020-2022 para mantener la continuidad del esfuerzo inicial. El número de soluciones de estufas mejoradas (7.500) se reparte entre los departamentos con mayor necesidad de sustitución y las soluciones de energía eléctrica se asignan a los departamentos con mayor robustez en su sistema eléctrico, incluyendo los de Electricaribe para lo cual se supone que en ese periodo el sistema ha superado sus dificultades y ha recobrado robustez. Las soluciones de GLP se distribuyen de manera proporcional al saldo de hogares por atender, considerando el criterio expresado anteriormente sobre la eficiencia de la cadena comercial del GLP en todos los departamentos, excepto los de las ZNI.
- **Grupo 2:** La suma de las soluciones de estufas mejoradas y biogás se distribuyó proporcionalmente entre el número de hogares del Grupo 2 y después, según la contribución de cada energético al total, se hizo la distribución entre estufas mejoradas y biogás.
- **GLP:** el GLP en el grupo 3 se distribuye de manera proporcional al saldo de hogares por atender, considerando el criterio expresado anteriormente sobre la eficiencia de la cadena comercial del GLP en todos los departamentos, excepto los de las ZNI.

Tabla 85. Número de hogares con sustitución de leña por tecnología, grupo y región Fase I (2023-2030)

Región	Biogás			Estufas mejoradas			Energía Eléctrica			GLP		
	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3
Caribe	3.500	3.826	-	3.000	72.680	-	54.087	-	-	53.918	-	23.623
Central	1.000	861	-	3.000	16.377	-	30.681	-	-	32.839	-	63.682
Oriental	1.500	611	-	-	11.638	-	27.692	-	-	27.700	-	54.273
Orinoquia– Amazonia	1.000	1.082	-	-	20.540	-	-	-	-	2.931	-	5.823
Pacífica	500	1.120	-	1.500	21.265	-	22.540	-	-	32.612	-	52.599
	7.500	7.500	-	7.500	142.500	-	135.000	-	-	150.000	-	200.000
												650.000

Fuente: Elaboración propia.

En la tercera fase

- **Biogás:** Las soluciones de biogás se distribuyen proporcionalmente entre los dos grupos G1 y G2. En el periodo de largo plazo, se considera que las soluciones de Biogás ya están en fase comercial, con canales de distribución en todo el país.
- **GLP:** Se aplica un mecanismo de distribución proporcional al número de hogares del grupo que no han tenido sustitución de leña del grupo 1 y el grupo 3.
- **Estufas mejoradas y energía eléctrica:** Para asignar las soluciones de energía eléctrica y estufas mejoradas en el Grupo 1, la suma de ambas soluciones se distribuye proporcionalmente entre el número de hogares aún por atender y después, según la contribución de cada energético al total, se hace la distribución entre estufas mejoradas y energía eléctrica. Las soluciones de estufas mejoradas cubren el resto de hogares del grupo 2.

Tabla 86. Número de hogares con sustitución de leña por tecnología, grupo y región Fase I (12031-2050)

Región	Biogás			Estufas mejoradas			Energía Eléctrica			GLP		
	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3
Caribe	17.387	25.503	-	52.537	11.625	-	48.107	-	-	59.904	-	31.867
Central	10.591	5.742	-	32.000	2.604	-	29.298	-	-	36.486	-	85.911
Oriental	8.932	4.085	-	26.991	1.858	-	24.715	-	-	30.774	-	73.216
Orinoquia– Amazonia	2.572	7.208	-	16.694	3.281	-	3.783	-	-	3.257	-	7.853
Pacífica	10.518	7.462	-	31.778	3.397	-	29.097	-	-	36.235	-	70.961
	50.000	50.000	-	160.000	22.765	-	135.000	-	-	166.656	-	269.809
												854.229

Fuente: Elaboración propia.

12.3. Propuesta de un Programa Nacional de Biogás en Colombia³³⁷

Con el fin de formular e implementar un programa de sustitución de leña es muy importante entender los procesos actuales de cocción y las características de su utilización, las cuales

³³⁷ Este apartado es de autoría de José María Rincón Martínez y Diana Marcela Durán Hernández, del Centro de Desarrollo Industrial- Tecsol. Bogotá- Colombia

se mencionaron en el primer informe de esta consultoría, que es necesario resaltar de nuevo para evaluar la sustitución adecuada.

La leña y los residuos forestales están constituidos por ramas, cortezas, virutas, aserrín, hojas, tocones y raíces, que han sido durante siglos la fuente energética más importante de la humanidad para la cocción de sus alimentos, calefacción de los hogares, y aplicaciones en pequeñas industrias, en especial en la de alimentos³³⁸.

Para tener una buena combustión es necesario estandarizar, tanto la cocina como el combustible; por esto, de nada sirve tener la mejor cocina si el combustible no es el adecuado: por ejemplo, se puede tener leña húmeda o con contenido variable de cenizas o humedad.

El biogás es un combustible homogéneo que, en la actualidad, a nivel internacional, es el combustible más adecuado para zonas rurales aisladas y zonas urbanas marginales, razón por la cual varios países en vías de desarrollo de Latinoamérica, África y Asia, en colaboración con otros países, en especial los europeos o mediante colaboración sur-sur, han establecido Programas Nacionales de Biogás (PNB).

A continuación, se presenta algunos lineamientos para establecer un Programa Nacional de Biogás en Colombia (PNBC)

12.3.1. Objetivo General

El objetivo general del PNBC es establecer un programa de producción de biogás que sirva como alternativa sostenible a la leña, ayude a la fertilización del suelo y a la mitigación de gases de efecto invernadero.

12.3.2. Objetivos específicos

1. Organizar un grupo interinstitucional e interdisciplinario que promueva el uso del biogás como sustituto de leña, que no cause problemas ambientales y mejore la calidad de vida de los habitantes de las zonas rurales.
2. Diseñar y construir plantas piloto para realizar ensayos demostrativos de producción y utilización de biogás como sustituto de leña en sus diferentes usos a nivel rural y evaluar los resultados según el piso térmico: caliente, templado y frío.
3. Instalar plantas demostrativas y establecer redes de biogás en zonas de poblados marginales del campo.

El programa se desarrollará por etapas, las cuales se realizarán en forma consecutiva e independiente.

³³⁸ D. C. C. Concha, María Cecilia; Pabón, Giovanni; Cerón Viviana. -- Bogotá and 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, "Lineamientos Para Un Programa Nacional De Estufas Eficientes Para Cocción Con Leña," 2015.

- Etapa 1 o de formación del recurso humano y evaluación del potencial de uso de biogás. Diseño, construcción, evaluación de materias primas y selección de la tecnología mediante ensayos pilotos en diferentes pisos térmicos y evaluación del potencial de familias para la instalación de plantas de digestión anaeróbicas. Duración: 2 años
- Etapa 2 o de transferencia. Divulgación de la tecnología en cuanto a sus beneficios socioeconómicos y ensayos demostrativos en diferentes zonas y pisos térmicos del país. Tiempo: Permanentemente durante la duración del programa.
- Etapa 3 o de escalamiento comercial. Diseño y construcción de plantas modulares a diferentes usuarios, incluyendo además pequeños poblados, con redes de distribución del biogás.

En la Ilustración 15 se puede visualizar las entidades participantes de los diferentes sectores como gobierno, entidades de investigación y desarrollo, participantes en la financiación y transferencia de la tecnología y los beneficiarios, incluyendo a los emprendedores. Estos participantes conformarían una mesa ejecutiva; el sector de investigación y desarrollo, en conjunto con las entidades de financiación, serán los encargados de ejecutar las actividades desde ensayos de banco hasta plantas comerciales en zonas urbanas marginales.

Ilustración 15. Esquema de organización para la ejecución del Plan Nacional de Biogás en Colombia, PNBC



Fuente: Elaboración propia por los autores de la sección

Finalmente, a continuación, se describen las actividades por objetivo, las cuales están vinculadas a cada etapa.

- Para el objetivo 1: Organizar un grupo interinstitucional e interdisciplinario que promueva el uso del biogás como sustituto de leña que no cause problemas ambientales y mejore la calidad de vida de los habitantes de las zonas rurales. Este es un objetivo transversal en el cual participan los diferentes ministerios interesados como el MINENERGÍA, MADS, MADR, MINVIVIENDA, sector investigativo público y privado, así como posibles inversionistas como invitados especiales y podrá ser diferente de acuerdo a la etapa de desarrollo del proyecto. Es obvio que el sector gobierno tendrá a su cargo la organización inicial, mientras que el sector industrial tendrá mayor influencia en la etapa de escalamiento. Se estima que el programa se puede desarrollar en un tiempo de 6 años.
- Para el objetivo 2: Diseñar y construir plantas piloto para la producción de biogás como sustituto de leña en sus diferentes usos a nivel rural y evaluar los resultados según el piso térmico: caliente, templado y frío: se deben realizar las siguientes actividades, las cuales se pueden completar en un tiempo prudencial de 2 años. Para este periodo de 2 años se considera que se debe iniciar en clima cálido, ya que a estas condiciones de altas temperaturas la velocidad de producción del biogás es prácticamente el doble de la del clima frío por lo que el tiempo de residencia es más corto y lo mismo el tamaño de planta.
 - o Seleccionar una tecnología confiable y que tenga un tiempo de duración de mínimo 15 años.
 - o Construir pilotos demostrativos que sirvan para mostrar los beneficios ambientales en la cocción de alimentos en los diferentes pisos térmicos.
 - o Establecer sistemas de divulgación en la zona de influencia.
 - o Evaluación socioeconómica de los resultados de los pilotos y selección de la tecnología.
 - o Realizar cursos de divulgación de la tecnología y la formación de personal de las zonas para la construcción de plantas de biogás.
 - o Establecer procesos de mantenimiento y aprendizaje de las familias que han instalado plantas de biogás
- Para el objetivo 3: Diseño y construcción de plantas modulares a diferentes usuarios, incluyendo además pequeños poblados, con redes de distribución del biogás. Se estima que este objetivo se puede cumplir en 4 años, para una cobertura mínima de 100.000 familias rurales, incluyendo 2 poblaciones marginadas en las cuales se construirán redes de biogás. En realidad, la principal limitante para este objetivo, que corresponde en buena parte a la etapa 3 o de escalamiento, es la parte financiera y la organización financiera para los proyectos en los poblados. En este objetivo, el modelo de negocio es fundamental para los avances del proyecto. En el modelo de negocios se puede considerar la venta de emisiones bajas en carbono por los ahorros del programa, por ejemplo, a Ecopetrol o a compañías productoras de petróleo o a las térmicas que generan con carbón.

Como actividades específicas, a continuación, se mencionan algunas:

- Selección de la tecnología de acuerdo al piso térmico, materias primas y tamaño de la población.
- Diseñar la red de distribución del biogás.
- Instalar mínimo 2 plantas demostrativas en cada uno de los pisos térmicos seleccionados.
- Hacer la evaluación de los ensayos realizados y establecer un programa de construcción de plantas, de acuerdo con la evaluación realizada.
- Desarrollar un programa de divulgación

El tiempo estimado del programa es de 10 años.

13. Costos Estimados para la Implementación del Plan

Una vez planteada la estrategia en tecnologías y hogares objetivo para cada una el Plan de Sustitución Progresiva de Leña, se identifican los costos que tendría la implementación de este plan, no solamente en cuanto a las tecnologías implementadas, sino considerando los subsidios que se requerirían para su operación, y las demás componentes que permitirán que el Plan logre sus objetivos, llegue a todos los hogares que se han propuesto y permanezca en el tiempo.

13.1. Costos de las tecnologías

En la sección 9.1.1 se presentan los costos de inversión requeridos para cada una de las cuatro tecnologías propuestas para implementar el Plan de Sustitución Progresiva de Leña.

Con el fin de conocer los costos totales de la implementación del programa, se toman estos valores por tecnología y se aplican al total de beneficiarios que tendría el programa por tecnología, de acuerdo con la sección 12, específicamente con lo presentado en la Tabla 81 con respecto a las tecnologías que se recomienda se implementen en cada fase (corto plazo, mediano plazo y largo plazo) del desarrollo del Plan.

En la primera fase, que corresponde al **periodo 2020 – 2022**, según la estrategia presentada anteriormente, **se sustituirá la cocción con leña en 160.000 hogares**, utilizando las cuatro alternativas energéticas disponibles. En la sección 9.1.1. se muestra los costos unitarios de los equipos de cocción en las diferentes tecnologías. En este numeral se agregan los costos según el cubrimiento de cada tecnología en las diferentes fases del Proyecto de Sustitución. De esa manera, el costo por las tecnologías que entregaría el Plan a los hogares, para esta primera fase, es de aproximadamente \$154.625 millones de pesos.

Tabla 87. Costo por las tecnologías de sustitución en la fase 2020-2022 (pesos)

Tecnología	Costo por kit	Número de hogares	Costo Total
Biogás	1.500.000	1.500	2.250.000.000
Estufas mejoradas	2.000.000	29.250	58.500.000.000
Energía Eléctrica	1.500.000	29.250	43.875.000.000
GLP	500.000	100.000	50.000.000.000
			154.625.000.000

Fuente: Elaboración propia.

En la segunda fase, que corresponde al **periodo 2023 - 2030**, según la estrategia presentada en la sección 12, se sustituirá la cocción con leña en **650.000 hogares**, de acuerdo con las cuatro tecnologías presentadas en la siguiente tabla. El costo por las tecnologías que entregaría el Plan a los hogares para esta segunda fase, es de aproximadamente **\$700.000 millones de pesos para lo cual se toman los valores unitarios de la sección 9.1.1.**

Tabla 88. Costo por las tecnologías de sustitución en la fase 2023-2030 (pesos)

Tecnología	Costo por kit	Número de hogares	Costo Total
Biogás	1.500.000	15.000	22.500.000.000
Estufas mejoradas	2.000.000	150.000	300.000.000.000
Energía Eléctrica	1.500.000	135.000	202.500.000.000
GLP	500.000	350.000	175.000.000.000
			700.000.000.000

Fuente: Elaboración propia.

Para la tercera fase, que se desarrollará entre los años 2031 y 2050, se ha planteado la sustitución de la leña para cocción en **854.230 hogares**, discriminando las tecnologías a utilizar de acuerdo con lo presentado en la Tabla 89. El costo por las tecnologías que entregaría el Plan a los hogares, para esta fase, es de aproximadamente **\$936.262,5 millones de pesos.**

Tabla 89. Costo por las tecnologías de sustitución en la fase 2031-2050 (pesos)

Tecnología	Costo por kit	Número de hogares	Costo Total
Biogás	1.500.000	100.000	150.000.000.000
Estufas mejoradas	2.000.000	182.765	365.530.000.000
Energía Eléctrica	1.500.000	135.000	202.500.000.000
GLP	500.000	436.465	218.232.500.000
			936.262.500.000

Fuente: Elaboración propia.

En total, en términos de las tecnologías por las cuales se sustituirá la cocción tradicional con leña, **la estrategia tendrá un costo aproximado para sus tres fases de 1.790.887,5 millones de pesos o 1,791 billones de pesos** en sus treinta años de desarrollo.

Tabla 90. Costo por las tecnologías de sustitución en el Plan de Sustitución progresiva de Leña por fase (millones de pesos)

Tecnología	2020 - 2022	2023 - 2030	12031 - 2050	Costo Total
Biogás	2.250,0	22.500,0	150.000,0	174.750,0
Estufas mejoradas	58.500,0	300.000,0	365.530,0	724.030,0
Energía Eléctrica	43.875,0	202.500,0	202.500,0	448.875,0
GLP	50.000,0	175.000,0	218.232,5	443.232,5
	154.625,0	700.000,0	936.262,5	1.790.887,5

Fuente: Elaboración propia.

13.2. Costos de los subsidios en energía

Adicional a los costos de las tecnologías a implementar para sustituir progresivamente la leña, el Plan deberá tener recursos para los subsidios brindados a los hogares en los costos mensuales de algunos de los energéticos propuestos para la sustitución de la leña. Puntualmente, se ha propuesto la inclusión de un subsidio al GLP y a la energía eléctrica en los hogares en los cuales se sustituya el fogón de leña tradicional por estufas a GLP o energía eléctrica, de acuerdo con las características de acceso a energía de los hogares.

De las cuatro opciones tecnológicas para sustituir progresivamente la cocción con leña, el biogás y las estufas mejoradas no tienen costos económicos establecidos en el consumo de energéticos para cocción (leña o biomasa), aunque en la sección 9.1.2 se presenta unos componentes de costos que generalmente los hogares no valoran económicamente.

Sin embargo, las alternativas de sustitución de la cocción con fogón tradicional de leña referidas a estufas a GLP o a energía eléctrica, sí tienen unos costos de adquisición del energético utilizado para la cocción. Según lo presentado en dicha sección, el costo mensual del GLP para la cocción de un hogar promedio se encuentra en aproximadamente \$60.000 pesos, y el de la energía eléctrica en \$66.000 pesos para estufas convencionales, por lo que se propone incentivar su uso con un subsidio del 50% del costo del energético requerido para su funcionamiento cada mes, que sería de \$33.000 pesos para la energía eléctrica y de \$30.000 pesos para el GLP, como se observa en la Tabla 91.

Tabla 91. Subsidios mensuales sugeridos para la operación de las alternativas energéticas y/o tecnológicas propuestas (pesos)

Tecnología	Subsidio Mensual
Biogás	-
Estufas mejoradas	-
Energía Eléctrica	33.000
GLP	30.000

Fuente: Elaboración propia.

Tomando en cuenta el número de hogares en los cuales se implementarían tecnologías con estos dos energéticos para la sustitución de la cocción con leña en las tres fases de desarrollo del Plan, se presenta en la *Tabla 92. Subsidios requeridos por fase opción A (millones de pesos)* el **valor de los subsidios por el consumo de energía eléctrica y GLP que se propone subsidiar a los hogares beneficiados por el Plan con este tipo de soluciones para incentivar su transición a energéticos más limpios**. Es importante considerar que **el otro 50% del consumo de energía será asumido por los usuarios, por un costo total igual al costo de los subsidios**.

En total, los costos en subsidios a la energía para este Plan a treinta años son de \$10.711.701 millones de pesos (\$10,71 billones de pesos). Este valor surge de considerar el subsidio anual de estas tecnologías hasta el año 2050, tomando en cuenta el número de equipos sustituidos en cada fase.

Tabla 92. Subsidios requeridos por fase opción A (millones de pesos)

Tecnología	2020 - 2022	2023 - 2030	12031 - 2050	Costo Total
Energía Eléctrica	34.749,0	520.344,0	2.370.060,0	2.925.153,0
GLP	108.000,0	1.296.000,0	6.382.548,0	7.786.548,0
	142.749,0	1.816.344,0	8.752.608,0	10.711.701,0

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, con el fin de plantear otra alternativa que reduzca estos costos, se presenta una “opción B”, en la cual se aplica este subsidio sólo durante 10 años a todos los hogares en los cuales se haga sustitución con estas tecnologías. A fin de lograr una aplicación efectiva del subsidio es necesario diseñar los mecanismos para que los subsidios estén focalizados a la población objetivo del Programa de Sustitución. Se considera que este tiempo es suficiente para hacer un cambio en los hábitos de cocción de los hogares y hacer que la sustitución de la leña perdure, aun cuando no haya más subsidio.

Bajo esta opción, el total de los costos en subsidios a la energía para este Plan a treinta años sería de \$4.376.304 millones de pesos (\$4,37 billones de pesos), con una reducción de aproximadamente el 59% con respecto a la opción A.

Tabla 93. Subsidios requeridos por fase opción B (millones de pesos)

Tecnología	2020 - 2022	2023 - 2030	12031 - 2050	Costo Total
Energía Eléctrica	34.749,0	508.761,0	641.520,0	1.185.030,0
GLP	108.000,0	1.260.000,0	1.823.274,0	3.191.274,0
	142.749,0	1.768.761,0	2.464.794,0	4.376.304,0

Fuente: Elaboración propia.

13.3. Otros costos de la implementación del Plan

Además de la adquisición de las tecnologías que se proveerá a los hogares en los que se realice la sustitución de leña y del subsidio a los energéticos que lo requieren, la implementación de un Plan de estas dimensiones requiere asumir costos por otros conceptos necesarios para que se pueda implementar efectivamente y perdure en el tiempo. Algunos de los costos que deben ser considerados adicionalmente son:

- Divulgación del Plan.
- Logística de misiones y eventos.
- Coordinación de la implementación del Plan.
- Asesores para la ejecución del Plan.
- Programa de monitoreo, reporte y verificación de las metas.

Con el fin de realizar estas actividades y las demás presentadas en la sección 11.4, se recomienda la **contratación de una Agencia Implementadora del Plan**, con un equipo de trabajo idóneo y la capacidad de coordinar e implementar este Plan. Algunos de los aspectos recomendados entre los costos de financiación, son:

- **Recursos humanos:** La principal variable para tomar en cuenta en la operación del programa son los recursos humanos necesarios para desarrollar el proceso descrito en el capítulo anterior. Este recurso depende del alcance que se defina para el programa y de los tiempos esperados para el cumplimiento de los objetivos. En esta propuesta se considera en estos recursos, un gerente del programa, dos consultores (un economista y un ingeniero) y una secretaria para los aspectos administrativos y asistenciales.
- **Gastos de administración:** Entre los gastos de administración se incluyen aspectos como el alquiler de una oficina o de un espacio de trabajo para el personal requerido, los servicios públicos necesarios y gastos de mobiliario y equipamiento de las oficinas.
- **Gastos de operación:** Los gastos de operación consideran por un lado el componente de comunicación con la página web del programa y otros aspectos de difusión. Por otro lado, se incluyen las necesidades de transporte de los consultores hacia las regiones en las que se hará la sustitución de leña en cada fase del Plan.

Tomando en cuenta estos factores, el costo aproximado de estas actividades es en promedio de \$100 millones de pesos mensuales, lo que equivaldría a un total de \$37.200 millones de pesos en el desarrollo de las tres fases del plan hasta 2050, como se muestra en la Tabla 94.

Tabla 94. Otros costos de Implementación del Plan (millones de pesos)

Tecnología	2020 - 2022	2023 - 2030	12031 - 2050	Costo Total
Meses	36	96	240	
Costo Mensual	100	100	100	
	3.600	9.600	24.000	37.200

Fuente: Elaboración propia.

13.4. Costo total de la implementación del Plan de Sustitución Progresiva de Leña

Opción A

Al tomar en cuenta los tres tipos de costos analizados previamente para la implementación del Plan de Sustitución Progresiva de Leña, se obtienen los costos de cada fase de implementación del Plan. Para la primera fase, que se refiere a las metas de corto plazo para el periodo 2020 – 2022, el Plan tiene unos costos estimados de \$300.974 millones de pesos, tomando en cuenta subsidios de los energéticos por todos los años de duración del Plan.

Tabla 95. Costo total en pesos de implementación de la fase I (2020-2022)

Tecnología y/o energético	Número Hogares	Costo Tecnología	Subsidio Energético	Implementación
Biogás pilotos	1.500	2.250.000.000	-	
Estufas mejoradas	29.250	58.500.000.000	-	
Energía Eléctrica	29.250	43.875.000.000	34.749.000.000	
GLP	100.000	50.000.000.000	108.000.000.000	
Total Fase	160.000	154.625.000.000	142.749.000.000	3.600.000.000
				300.974.000.000

Fuente: Elaboración propia.

Los costos totales de la segunda fase, referida a las metas de mediano plazo correspondientes al periodo 2023-2030 son de aproximadamente \$2.525.944,0 millones de pesos.

Tabla 96. Costo total en pesos de implementación de la fase II (2023-2030)

Tecnología y/o energético	Número Hogares	Costo Tecnología	Subsidio Energético	Implementación
Biogás pilotos	15.000	22.500.000.000	-	
Estufas mejoradas	150.000	300.000.000.000	-	
Energía Eléctrica	135.000	202.500.000.000	520.344.000.000	
GLP	350.000	175.000.000.000	1.296.000.000.000	
Total Fase	650.000	700.000.000.000	1.816.344.000.000	9.600.000.000
				2.525.944.000.000

Fuente: Elaboración propia.

Por último, la tercera fase presenta unos costos totales estimados de \$ 9.712.870,5 millones de pesos en el periodo correspondiente a 2031- 2050 que corresponden al largo plazo.

Tabla 97. Costo total en pesos de implementación de la fase III (2030-2050)

Tecnología y/o energético	Número Hogares	Costo Tecnología	Subsidio Energético	Implementación
Biogás pilotos	100.000	150.000.000.000	-	

Estufas mejoradas	182.765	365.530.000.000	-	
Energía Eléctrica	135.000	202.500.000.000	2.370.060.000.000	
GLP	436.465	218.232.500.000	6.382.548.000.000	
Total Fase	854.230	936.262.500.000	8.752.608.000.000	24.000.000.000
				9.712.870.500.000

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, el costo total del Plan de Sustitución Progresiva de Leña para el periodo de treinta años, está estimado en \$12.539.788,5 millones de pesos (\$12,54 billones de pesos).

De este costo total, los costos por la adquisición de las alternativas tecnológicas corresponden al 14,3%, los costos por los subsidios durante todo el plazo del Plan a los hogares en los cuales se implementen soluciones con base en GLP o electricidad, a 85,4%, y la implementación del programa a 0,3%.

Tabla 98. Costo total estimado para la implementación del plan (millones de pesos)

Fase	I (2020 - 2022)	II (2023 - 2030)	III (2031 - 2050)	Total Plan
Costo Total	300.974,0	2.525.944,0	9.712.870,5	12.539.788,5

Fuente: Elaboración propia.

Opción B

Por otro lado, en la “opción B” en la que los subsidios se darían únicamente por 10 años, para la primera fase del Plan se mantienen los costos estimados de \$ 300.974 millones de pesos, tomando en cuenta que los subsidios de los energéticos se entregan durante el periodo de corto plazo.

Tabla 99. Costo total de implementación de la fase I (2020-2022) Opción B

Tecnología y/o energético	Número Hogares	Costo Tecnología	Subsidio Energético	Implementación
Biogás pilotos	1.500	2.250.000.000	-	
Estufas mejoradas	29.250	58.500.000.000	-	
Energía Eléctrica	29.250	43.875.000.000	34.749.000.000	
GLP	100.000	50.000.000.000	108.000.000.000	
Total Fase	160.000	154.625.000.000	142.749.000.000	3.600.000.000
				300.974.000.000

Fuente: Elaboración propia.

Los costos totales de la segunda fase, referida a las metas de mediano plazo correspondientes al periodo 2023-2030 son de aproximadamente \$ 2.478.361 millones de pesos.

Tabla 100. Costo total de implementación de la fase II (2023-2030) Opción B

Tecnología y/o energético	Número Hogares	Costo Tecnología	Subsidio Energético	Implementación
Biogás pilotos	15.000	22.500.000.000	-	
Estufas mejoradas	150.000	300.000.000.000	-	
Energía Eléctrica	135.000	202.500.000.000	508.761.000.000	
GLP	350.000	175.000.000.000	1.260.000.000.000	
Total Fase	650.000	700.000.000.000	1.768.761.000.000	9.600.000.000
				2.478.361.000.000

Fuente: Elaboración propia.

Por último, la tercera fase presenta unos costos totales estimados de \$ 3.425.057,5 millones de pesos en el periodo correspondiente a 2031- 2050 que corresponde al largo plazo.

Tabla 101. Costo total de implementación de la fase III (2031-2050) Opción B

Tecnología y/o energético	Número Hogares	Costo Tecnología	Subsidio Energético	Implementación
Biogás pilotos	100.000	150.000.000.000	-	
Estufas mejoradas	182.765	365.530.000.000	-	
Energía Eléctrica	135.000	202.500.000.000	641.520.000.000	
GLP	436.465	218.232.500.000	1.823.274.000.000	
Total Fase	854.230	936.262.500.000	2.464.794.000.000	24.000.000.000
				3.425.056.500.000

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, considerando en la **Opción B** los costos de los subsidios, **el costo total del Plan de Sustitución Progresiva de Leña para el periodo de treinta años se estima en \$ 6.204.391,5 millones de pesos (\$ 6,2 billones de pesos)**. De este costo total, los costos por la adquisición de las alternativas tecnológicas corresponden al **28,9%**, los costos por los subsidios durante 10 años a los hogares en los cuales se implementen soluciones con base en GLP o electricidad, a **70,5%**, y la implementación del programa a **0,6%**.

Tabla 102. Costo total estimado para la implementación del plan (millones de pesos)

Opción B

Fase	I (2020 - 2022)	II (2023 - 2030)	III (2030 - 2050)	Total Plan
Costo Total	300.974,0	2.478.361,0	3.425.056,5	6.204.391,5

Fuente: Elaboración propia.

14. Fuentes de Financiación Disponibles

El desarrollo del *Plan de Sustitución Progresiva de Leña en Colombia*, requiere recursos para sustentar la operación de su implementación en el país, tanto en las ZNI como en áreas rurales dentro del sistema interconectado nacional. A continuación, se describen los requerimientos generales para la formación del Programa en Colombia, y los mecanismos financieros disponibles en la actualidad para su financiamiento.

14.1. Descripción general de los costos del Plan

Las variables consideradas en la propuesta de costos para la operación del programa sustitución de leña en Colombia, se presentan en la sección 13. De acuerdo con este funcionamiento, se propone un flujo de caja en el cuál el Programa de sustitución de leña, tendrá un enfoque en ZNI con estufas eficientes y BIOGAS, otro en SIN con GLP y otras tecnologías ya mencionadas.

Al finalizar los primeros tres primeros años, cuando se contaría con aproximadamente 160.000 soluciones implementadas como parte del programa, se tendría una fase 2 de mayor envergadura, con 650.000 soluciones, y aproximadamente 10 años después de iniciada la implementación del Plan, se daría inicio a la fase 3, que tendría una duración de 20 años en los cuales se implementarían cerca de 854.230 soluciones.

Los resultados del análisis de costos del Plan, indican un costo de implementación del sistema de 100.324,7 millones de pesos colombianos por año en la primera fase, que va de 2020 a 2022, considerando los costos de las tecnologías, de los subsidios y de la operación del Plan. Sin embargo, en la segunda fase que va de 2023 a 2030, el costo anual de la implementación del Plan sería de aproximadamente 309.795,1 millones de pesos, si se consideran subsidios por hogar hasta 10 años desde que se implementa la tecnología para sustitución de leña (en los casos de GLP y energía eléctrica). Finalmente, en la tercera fase del plan que va de 2030 a 2050, se tendría un costo anual de aproximadamente 171.252,8 millones de pesos, tomando en cuenta que el hogar

14.2. Descripción de mecanismos disponibles

El enfoque de financiación que se propone, parte de las múltiples iniciativas en mejoramiento de los procesos de cocción, y que resultan en esfuerzos aislados sin las ventajas de las economías de escala, lecciones aprendidas y facilidad de réplica. En los mecanismos disponibles se consideran inicialmente las siguientes alternativas para la financiación de la operación del Programa.

- Fondo de apoyo para zonas no interconectadas FAZNI, administrado por el Ministerio de Minas y Energía.
- Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía -FENOGE-, creado mediante el Artículo 10 de la Ley 1715 de 2014.
- Programas en Beneficio de las Comunidades, PBC - Acuerdo 02 de 2017 de la Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH.

- Cooperación internacional.
- Sistema General de Regalías –SGR.
- Impuesto nacional al carbono y la solicitud de no causación por carbono neutralidad, Decreto 926 de 2017 del Ministerio de Medio Ambiente.
- Fondo Colombia en paz- [Decreto 691 del 27 de abril de 2017](#) y [Documento CONPES 3850 Fondo Colombia en Paz](#)
- Otras iniciativas privadas.

14.2.1. Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía - FENOGE-,

Entre las funciones del FENOGE se encuentran:

- Financiar planes, proyectos y/o programas que promuevan, estimulen o fomenten el desarrollo y la utilización de FNCE principalmente aquellas de carácter renovable, para la diversificación del abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección del ambiente, el uso eficiente de la energía y la preservación y conservación de los recursos naturales renovables.
- Financiar la Gestión Eficiente de Energía, mejorando la eficiencia energética y desarrollando mecanismos de respuesta de la demanda.
- Promover y maximizar la eficiencia energética, a través de buenas prácticas y reconversión tecnológica o sustitución de combustibles en cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, respetando la normatividad vigente sobre el ambiente y los recursos naturales renovables.
- Incentivar una mayor penetración de las FNCE, así como procesos de gestión eficiente de la energía en las ZNI.
- Lograr la interacción de varios actores entre los cuales está el sector público, privado, la academia, los gremios, la banca local, banca internacional, banca multilateral y los organismos internacionales, en términos de financiación, cooperación, asistencia técnica y de aporte de recursos, entre otros.
- Financiar otros propósitos tales como auditorías energéticas, estudios, administración, interventoría, sistemas de información, sistemas de monitoreo, proyectos de investigación, transferencia tecnológica, capacitación, centros de eficiencia energética, esquemas empresariales para procesos productivos, aprovechamiento de calor en la industria minero energética, y disposición final de equipos sustituidos.
- Realizar seguimiento a los planes, programas y proyectos implementados.

14.2.2. Programas en Beneficio de las Comunidades, PBC - Acuerdo 02 de 2017 de la Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH

El acuerdo 02 de 2017 de la Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH en sus artículos 78, 79 y 80 contempla:

Artículo 78. Responsabilidad Social Empresarial: En forma acorde con las disposiciones nacionales e internacionales sobre adopción y ejecución de políticas corporativas en esta materia, los Interesados, Proponentes y Contratistas deben desarrollar las actividades y Operaciones de Exploración y Producción de Hidrocarburos a su cargo, fundados en valores éticos; el respeto al Estado, sus trabajadores y contratistas; la sociedad, las comunidades y el ambiente, y la protección de la diversidad e identidad cultural de Grupos Étnicos, así como emprender acciones que contribuyan al progreso económico y social de unas y otros, y al desenvolvimiento sostenible e incluyente.

Artículo 79. Inversión Social: En desarrollo de Contratos celebrados para la ejecución de actividades de Exploración, Evaluación, Desarrollo y Producción de Hidrocarburos, deben emprenderse obras, trabajos y/o labores en beneficio de las comunidades de la Zona de Influencia de las Operaciones, en Áreas Continentales, o del Área de Interés resultado de estudios de línea base social, tratándose de Contratos Costa Afuera, en las que tengan repercusión o efectos tales actividades, para cuyo desarrollo el Contratista debe destinar recursos que contribuyan al mejoramiento de la calidad y las condiciones de vida de sus habitantes. En cumplimiento de este compromiso, los Contratistas deben diseñar y desarrollar Programas en Beneficio de las Comunidades, PBC, establecidas o asentadas en el Área de Influencia de las Operaciones a su cargo, o en el Área de Interés, tratándose de Contratos Costa Afuera, destinados a fomentar el desenvolvimiento sostenible, el fortalecimiento del entorno social, cultural y económico, y a mejorar las condiciones de bienestar, de acuerdo con el Artículo siguiente. Corresponde a la ANH acompañar a los Contratistas en los procedimientos de presentación y concertación de tales Programas con las autoridades que representen dichas comunidades o con personeros de las mismas.

Artículo 80. Programas en Beneficio de las Comunidades, PBC: Han de consistir en el desarrollo de iniciativas de infraestructura, salud y saneamiento básico y/o educación, así como en el desarrollo de proyectos productivos. La inversión en tales Programas debe corresponder a suma equivalente al uno por ciento (1%) del Valor Total del Programa Exploratorio, incluidos Mínimo y Adicional; de eventuales Programas Exploratorio Posterior y de Evaluación, así como al uno por ciento (1%) de la cuantía del Programa Anual de Operaciones de todos los Campos Comerciales del Área o Áreas en Producción, durante el Período correspondiente. Ha de tratarse de proyectos y actividades diferentes de aquellos que el Contratista está en el deber de acometer en cumplimiento de Licencias y de Planes de Manejo Ambiental, o en ejecución de Medidas de Manejo acordadas en Procedimientos de Consulta Previa para prevenir, corregir, mitigar y/o compensar impactos derivados de la ejecución del Contrato en comunidades y grupos étnicos, todo ello con sujeción al ordenamiento superior

Ya los beneficios planteados por el Artículo 80, han implementado programas de masificación de gas. La fundación Entretejiendo y su programa de gas, se realizará en alianza con Canacol Energy y Surtigas. Se busca beneficiar a más de 7.500 personas con

servicio de gas natural, a través de redes de distribución, conexiones e instalaciones internas de gas natural en siete veredas del municipio de Sahagún. Este proyecto, además de mejorar las condiciones de salud y calidad de vida de los beneficiarios, contribuirá positivamente con los ecosistemas, buscando erradicar la deforestación que se genera mediante el uso recurrente de madera para la cocina con leña. Es por tanto una fuente de financiación ya probada y con resultados concretos.

14.2.3. Multilaterales o cooperación bilateral

Los recursos de cooperación internacional son otro mecanismo para financiar el funcionamiento del Programa. En este caso se deberían tomar en cuenta las entidades de cooperación económica de diferentes países, y su interés en financiar programas que contribuyan a objetivos ambientales y de productividad, como la gestión energética en este tipo de iniciativas.

La financiación a partir de cooperación internacional se podría sustentar con base en el vínculo del Programa con las acciones frente al cambio climático debido a la reducción de emisiones que producen los proyectos de energías renovables y de eficiencia energética. En este caso, se debería considerar la incidencia que tendría la entidad de cooperación en las acciones llevadas a cabo por parte de la coordinación del Programa, y el horizonte temporal de la financiación que dicha entidad estaría dispuesta a brindar al Programa.

Entre los mecanismos financieros para la realización de proyectos relacionados con energías renovables y eficiencia energética, se pueden encontrar diversas fuentes de entidades multilaterales o de cooperación bilateral. Un ejemplo de estas es la Embajada de Suiza - Cooperación Económica y Desarrollo -SECO- que ha realizado un aporte económico fundamental para varias iniciativas en materias ambientales en el país.

A continuación, se presentan algunas agencias que han contribuido a proyectos de energías renovables, eficiencia energética y/o planeación en el país.

- **BID:** El Banco Interamericano de desarrollo es una organización financiera que tiene el objetivo es alcanzar el desarrollo de una manera sostenible y respetuosa con el clima. Sus intereses prioritarios incluyen tres retos de desarrollo – inclusión social e igualdad, productividad e innovación e integración económica – y tres temas transversales – igualdad de género y diversidad, cambio climático y sostenibilidad ambiental. Entre las actividades que han contado con financiamiento para sector público el BID cuenta con tres categorías de préstamos: de inversión, de apoyo a reformas de política, y de financiamiento especial para el desarrollo.
- **IFC:** La Corporación Financiera Internacional (IFC), entidad del Grupo Banco Mundial, es la principal institución internacional de desarrollo dedicada exclusivamente al sector privado en los países en desarrollo. El IFC ofrece préstamos diversos para el sector privado de acuerdo con el sector y país en que se encuentren. Esta podría ser una fuente de financiación para proyectos liderados por el sector privado.

- CAF: El Banco de Desarrollo de América Latina promueve un modelo de desarrollo sostenible, mediante operaciones de crédito, recursos no reembolsables y apoyo en la estructuración técnica y financiera de proyectos de los sectores público y privado de América Latina. Los préstamos son la principal modalidad operativa de CAF, y pueden ser de corto plazo (1 año), mediano plazo (de 1 a 5 años) y largo plazo (más de 5 años), entre los cuales puede haber diferentes tipos: Préstamos para comercio (Preembarque y Post embarque) y capital de trabajo, préstamos para proyectos y de garantía limitada.
- USAID: La Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, apoya los esfuerzos del gobierno de Colombia para reducir las amenazas a la biodiversidad y los ecosistemas, y fortalecer la gobernabilidad ambiental para conservar las áreas protegidas y los territorios étnicos. Los programas de USAID fortalecen la capacidad del gobierno, las organizaciones comunitarias y la sociedad civil para manejar, proteger y asegurar la sostenibilidad de los medios de vida basados en los recursos naturales, mitigar, adaptar y/o reducir la vulnerabilidad a los impactos de largo plazo del cambio climático, y promover el uso de energía limpia y renovable, así como el crecimiento económico con baja emisión de carbono.
- Otras agencias a las cuales se podría postular proyectos del Plan de Sustitución de Leña para obtener recursos de cooperación bilateral, son:
- IKI (*International Climate Initiative of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety*): Es una iniciativa alemana que ha financiado proyectos relacionados con el clima y la biodiversidad en países en desarrollo, recientemente industrializados y en transición. Los fondos se centran en proyectos relacionados con: mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, adaptación a los impactos del cambio climático, conservación de los sumideros de carbono naturales, con un enfoque en la reducción de emisiones por deforestación (REDD+), y conservación de la diversidad biológica.
- DANIDA (Agencia Danesa de Desarrollo Internacional): Operada por el gobierno de Dinamarca, apoya iniciativas para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero, incluyendo la promoción de la energía sostenible y, en un plano más general, la organización de un crecimiento económico verde. Como parte de esto, Dinamarca apoya, entre otras, las actividades sobre el clima adaptadas a la agricultura, limitando la protección de la deforestación, la reforestación y prevención de desastres.
- NORAD (Agencia Noruega de Cooperación al Desarrollo): Las áreas temáticas de cooperación de esta agencia que se relacionan con las temáticas del Plan de Sustitución de Leña, son el área de energía que considera que el acceso a servicios de energía asequibles y confiables es crucial para el desarrollo económico y social, y la de clima, medio ambiente y recursos naturales que parte de que el cambio climático global y la pérdida de biodiversidad son las mayores amenazas ambientales que enfrenta el mundo.

- GIZ – Alemania: Por encargo del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de Alemania, la GIZ ejecuta en Colombia un número de proyectos y programas financiados con fondos de la Iniciativa Internacional de Protección del Clima (IKI). Desde octubre de 2016, la GIZ apoya los esfuerzos del Gobierno colombiano por establecer la paz, también por encargo de la Unión Europea, que aporta fondos al programa de fomento de la paz financiado por el BMZ.

Sin embargo, el número de agencias de cooperación internacional es bastante amplio, y podrían surgir otras alternativas a considerar en este campo. De acuerdo con la entidad y/o el programa específico en el cual participe el proyecto, los recursos asignados a los proyectos pueden ser de financiación o de cofinanciación. Por lo tanto, se pueden considerar estos mecanismos de financiación para proyectos que generen o no generen retornos financieros, siempre y cuando estén alineados con las metas de quien los financie.

14.3. Propuesta de financiación

Sobre estas fuentes de financiación se establecen unas que serían la base del programa y otras que fortalecerían las acciones encaminadas en el mismo.

Tabla 103. Propuesta de financiación

Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía -FENOGE-	Bases del Programa de Sustitución Progresiva de Leña En Colombia	Oficina de Implementación del Programa de Sustitución Progresiva de Leña
Fondo de apoyo para las zonas no interconectadas FAZNI		
Programas en Beneficio de las Comunidades, PBC - Acuerdo 02 de 2017 de la Agencia Nacional de Hidrocarburos — ANH		
Cooperación internacional	Otras Soluciones Implementadas en el Marco del Programa	
Sistema General de Regalías -SGR		
Impuesto nacional al carbono y la solicitud de no causación por carbono neutralidad, Decreto 926 de 2017 del Ministerio de Medio Ambiente		
Fondo Colombia en paz- Decreto 691 del 27 de abril de 2017 y Documento CONPES 3850 Fondo Colombia en Paz		
Otras iniciativas privadas		

1.1.1. Programa base

De acuerdo con el análisis previo, se propone como base financiera del programa al FENOGÉ, en conjunto con recursos del Programas en Beneficio de las Comunidades, PBC, el cual se contempla en acuerdo 02 de 2017 la ANH. De esta forma sería la Unidad De Planeación Minero Energética -UPME-, que en conjunto con la Agencia Nacional de Hidrocarburos -ANH-, presentarían una propuesta de financiación al FENOGÉ para el financiamiento de la Agencia Implementadora del Plan de Sustitución de Leña en Colombia - FENIX (Asociado con el Sol, un fénix obtiene nueva vida al surgir de las cenizas de su predecesor).

Esta agencia implementadora lideraría una ventanilla única, que como lo contempla el FENOGÉ, logrará la interacción de varios actores entre los cuales está el sector público, privado, la academia, los gremios, la banca local, banca internacional, banca multilateral y los organismos internacionales, en términos de financiación, cooperación, asistencia técnica y de aporte de recursos, entre otros.

Bajo esta directriz, la agencia implementadora por medio del programa FENIX se encargaría del acercamiento de los operadores de áreas de exploración y producción, responsables de la ejecución de recursos del Artículo 80 del acuerdo 02 de ANH. De la misma forma, presentaría el programa a diferentes actores de cooperación internacional para obtener recursos de apoyo, asistencia técnica, acceso a lecciones aprendidas, entre otros. Esta labor llevaría el primer año de operación y garantizaría recursos para la implementación de las soluciones de esta fase, mediante la combinación de estas 3 fuentes de financiación (FENOGÉ, ANH y Cooperación Internacional).

1.1.2. Implementación de otras fases y ampliación de cobertura del programa

Una vez esté en funcionamiento la agencia implementadora (con el Programa FENIX³³⁹), este tendrá dentro de sus obligaciones la vinculación de las otras fuentes de financiación mencionadas anteriormente:

Sistema General de Regalías -SGR

El proyecto de acto legislativo Número 40 de 2019 Senado, aprobado el 15 de octubre de 2019, define que se destinará 1% para la protección de áreas ambientales, los ecosistemas estratégicos y la lucha nacional contra la deforestación; estos recursos no estaban contemplados en el artículo 361 de la constitución.

Impuesto Nacional al Carbono y la solicitud de no causación por carbono neutralidad, Decreto 926 de 2017 del Ministerio de Medio Ambiente

Pueden acceder a la no causación, total o parcial, del impuesto al carbono todos los sujetos pasivos del impuesto que están obligados a pagarlo y que estén interesados en demostrar reducciones de emisiones o remociones de GEI, siguiendo los lineamientos

³³⁹ Se propone este nombre, como alusión al Ave Fenix, que revive desde sus cenizas, invocando en este caso las cenizas producto de la combustión de la leña.

procedimentales establecidos en el Decreto 926 de 2017 (Ver sección 4.4). En este sentido, todos los actores de la cadena de valor del combustible fósil, incluyendo los consumidores o usuarios finales, en el marco de la reglamentación mencionada podrán optar por la no causación.

Fondo Colombia en paz- Decreto 691 del 27 de abril de 2017 y Documento CONPES 3850 Fondo Colombia en Paz

El Fondo Colombia en Paz (FCP) es un patrimonio autónomo que tiene como objeto servir de instancia de ejecución y articulación de recursos para la implementación del Acuerdo Final de Paz. Creado a través del Decreto Ley 691 de 2017, está adscrito al Departamento Administrativo de la Presidencia de la República y tiene una duración de 10 años.

El Fondo bajo el Conpes 3850, incluye proyectos orientados a la adaptación y aumento de la resiliencia de las comunidades al cambio climático, (infraestructura, sistemas productivos), a la recuperación y mantenimiento de la resiliencia de los, ecosistemas (conservación, restauración, ordenamiento territorial) y a la adaptación de ecosistemas al cambio climático. También incluye proyectos de carbono forestal, tecnologías y proyectos productivos bajos en carbono, etc.

14.4. Actividades a realizar para el acceso a financiación

- Convenio de cooperación UPME- ANH.
- Estructuración propuesta FENOGE.
- Presentación y Viabilización de la propuesta.
- Convocatoria Agencia Implementadora – Programa FENIX.
- Contratación Organización implementadora.
- Sondeo y consecución de recursos Cooperación Internacional.
- Divulgación y convocatoria a Operadores (ANH Acuerdo 02) para hacer parte del programa.
- Vinculación donantes Cooperación Internacional.
- Diseño e implementación de Victorias tempranas.
- Estructuración de nuevos proyectos para financiación en SGR y recursos impuesto al carbono y Fondo Colombia en Paz
- Estructuración de proyectos para presentar a otras iniciativas, o fondos.

14.5. Generación de Bonos de Carbono

Una posible fuente de financiación para el Plan de Sustitución Progresiva de Leña es la generación de bonos de carbono, que se podrían vender a quienes requieran mitigar emisiones, ya sea para los aportes requeridos como pago por la no causación del impuesto al carbono o por compromisos internacionales asumidos. Comercialmente, se ha estimado que la reducción de una tonelada de CO₂ puede tener un costo de \$16.000 pesos, valor que se utilizará para estimar la posible financiación a la implementación del Plan que se podría lograr con la venta de bonos de carbono, aunque se debe tener en cuenta los costos de transacción que podrían ser elevados debido a lo disperso del programa. Una vez definida la estrategia que guiará el Plan de Sustitución Progresiva de Leña, se ha realizado una estimación de las emisiones que se ahorrarían con su implementación. Se articulará con el Min ambiente el tipo de actividades que podría ser sujeta a esta financiación para evitar la doble contabilidad.

Por otra parte, se debe realizar un ejercicio de cuantificación de emisiones, y en el caso de la primera parte del programa en donde se propone como financiadores a los operadores que contempla el Acuerdo 02 de la ANH, llegarían a ser los “propietarios” de dichas emisiones evitadas. Este programa tendría entonces un carácter de complementariedad con los programas y esfuerzos del Ministerio de Medio Ambiente.

14.5.1. Emisiones de CO₂

Los factores que determinan las emisiones de CO₂ son los siguientes:

- **Combustible.** El combustible está caracterizado por el LHV (Lower Heating Value) expresado como la energía (MJ) por unidad de medida del combustible, sea ésta kg o m³. Para electricidad, el HV en kWh. La tabla siguiente muestra estos poderes caloríficos expresados en MJ/kg, MJ/m³ y MJ/kWh.

Tabla 104. Poderes caloríficos inferiores (LHV) de los combustibles

Combustible	LHV	LHV	HV
	MJ/kg	MJ/m ³	MJ/kWh
Biogás genérico		24,433	
Carbón genérico	28,76		
Electricidad			3,6
GLP genérico	45,415		
Leña genérica	16,993		

Fuente: SIAME.³⁴⁰

³⁴⁰ <http://www.siame.gov.co/Inicio/C%C3%A1lculofactordeemisi%C3%B3n/tabid/77/Default.aspx>

- Emisiones de los combustibles. Las emisiones de los combustibles se han considerado por unidad de energía, en producción como se describió en el LCA, más las emisiones correspondientes al transporte del combustible hasta el consumidor, llamado emisiones por transporte / distribución. Estas emisiones se expresan en tCO₂/GJ.

Tabla 105. Emisiones de los combustibles

Combustible	Producción (t CO ₂ / GJ)	Transporte/ Distribución (t CO ₂ / GJ)	Total (t CO ₂ / GJ)
Biogás genérico	0,0844	despreciable	0,0844
Carbón genérico	0,0881	-	0,0881
Electricidad	0,1056	0,0116	0,1172
GLP genérico	0,0672	0,00028	0,50675
Leña genérica	0,0895	-	0,0895

Fuente: Estimados de transporte y distribución. Para Producción³⁴¹.

- **Consumo de combustibles.** Para las actividades de cocción a nivel de familia se tiene información sobre el consumo de los combustibles cuando solamente se emplea uno de ellos y también de forma combinada (por ejemplo, leña 3 piedras y GLP). Estos consumos de combustible están asociados a las tecnologías de cocción empleadas y a la eficiencia de los dispositivos.

La eficiencia de los dispositivos corresponde a estufas actuales (no de última tecnología) y en el caso de la leña, se trata tanto de la estufa tradicional “Leña 3 piedras” de fuego abierto y la estufa “Leña mejorada”, la cual se ha supuesto que consume 70% del consumo de leña de la tradicional “Leña 3 piedras”. La eficiencia se emplea para verificar que todos los combustibles entreguen la misma energía útil.

Tabla 106. Consumo mensual de combustibles y eficiencias de estufas

Combustible	Consumos			Energía		Eficiencia	Energía útil
	m3/mes	kg/mes	kWh/mes	MJ/día	MJ/mes	MJ útil/MJ	MJ útil/mes
Biogás genérico	30			24,43	732,98	37,2%	272,67
Carbón genérico		100,00		95,87	2876,00	9,5%	273,22
Electricidad			120,00	14,40	432,00	63,0%	272,16
Electricidad - Estufa Inducción			90,00	10,80	324,00	84,0%	272,16
GLP genérico		15,00		22,71	681,22	40,0%	272,49
Leña genérica - 3 piedras		367,20		207,99	6239,83	4,4%	274,55
Leña genérica - Mejorada		257,04		145,60	4367,88	6,3%	272,99

Fuente: Elaboración propia.

³⁴¹ <http://www.siame.gov.co/Inicio/C%C3%A1lculofactordeemisi%C3%B3n/tabid/77/Default.aspx>

El cálculo de las emisiones por hogar está entonces dado por la siguiente expresión:

$$\text{Emisiones (tCO}_2\text{/a)} = \text{Consumo (unidad/a)} * \text{Poder calorífico (MJ/unidad)} * \text{Emisiones (tCO}_2\text{/MJ)}$$

14.5.2. Emisiones de la estrategia de sustitución de leña

La estrategia de sustitución de estufas de leñas tradicionales, denominadas “Leña 3 piedras”, está estructurada para ser ejecutada durante tres periodos de tiempo que comienzan en 2020, 2023 y 2031, y hasta los años 2022, 2030 y 2050, respectivamente.

El primer periodo termina con el periodo de vigencia del Plan Nacional de Desarrollo, el segundo termina en 2030, año para el cual se han suscrito compromisos de reducción de emisiones de CO₂ en la COP 21 de París; y el tercero termina en 2050.

Los grupos de usuarios son tres: G1, G2 y G3, a quienes se les sustituirá el uso de leña con opciones de tecnología de cocción *Estufas mejoradas, energía eléctrica, biogás y GLP*. El número total de usuarios “Leña 3 piedras” a reemplazar por cada grupo y tecnología se dan en la tabla siguiente. Es de observar que el G3 se compone en la actualidad de usuarios que emplean de manera mixta las estufas “Leña 3 piedras” y GLP en igual proporción energética.

Tabla 107. Grupos de sustitución y número de estufas a reemplazar por periodo

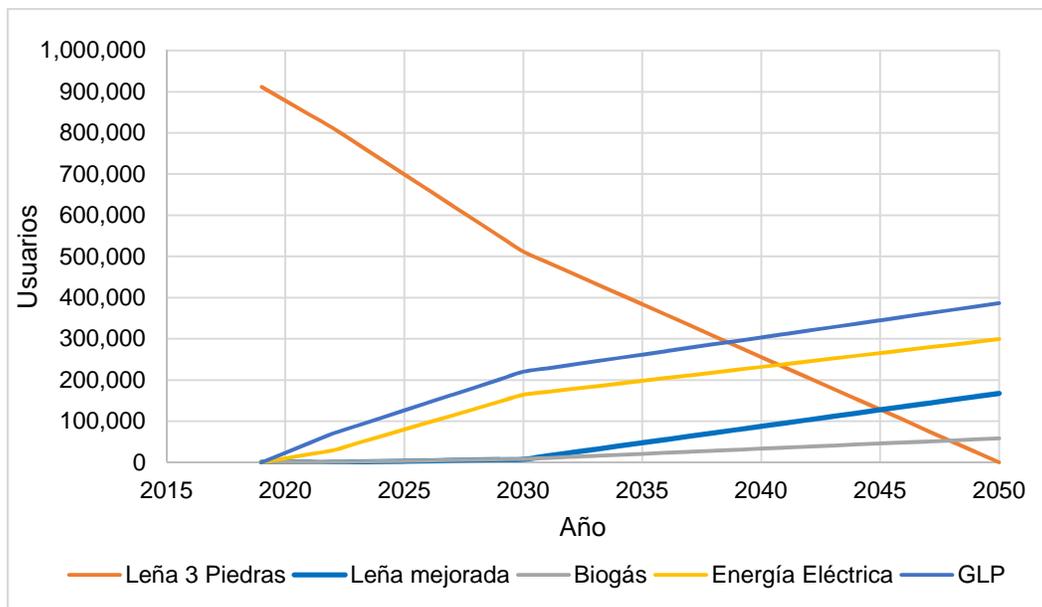
Grupo	Tecnología	2020-2022	2023-2030	2030-2050
G1	Biogás pilotos	750	7.500	50.000
	Energía Eléctrica	29.250	135.000	135.000
	Estufas Mejoradas	-	7.500	160.000
	GLP	70.000	150.000	166.656
	Total Grupo	100.000	300.000	511.656
G2	Biogás pilotos	750	7.500	50.000
	Energía Eléctrica	-	-	-
	Estufas Mejoradas	29.250	142.500	22.765
	GLP	-	-	-
	Total Grupo	30.000	150.000	72.765
G3	Biogás pilotos	-	-	-
	Energía Eléctrica	-	-	-
	Estufas Mejoradas	-	-	-
	GLP	30.000	200.000	269.809
	Total Grupo	30.000	200.000	269.809
Total Fase		160.000	650.000	854.230

Fuente: Elaboración propia.

Emisiones de CO₂ del G1

En este grupo de usuarios, se trata de reemplazar 911.656 “Leña 3 piedras” por estufas a biogás, energía eléctrica, GLP y estufas de leña mejoradas. La Gráfica 26 muestra como es la propuesta de evolución del número de usuarios para G1. Para cada periodo, el número de sustituciones por tecnología, se ha supuesto lineal durante el periodo.

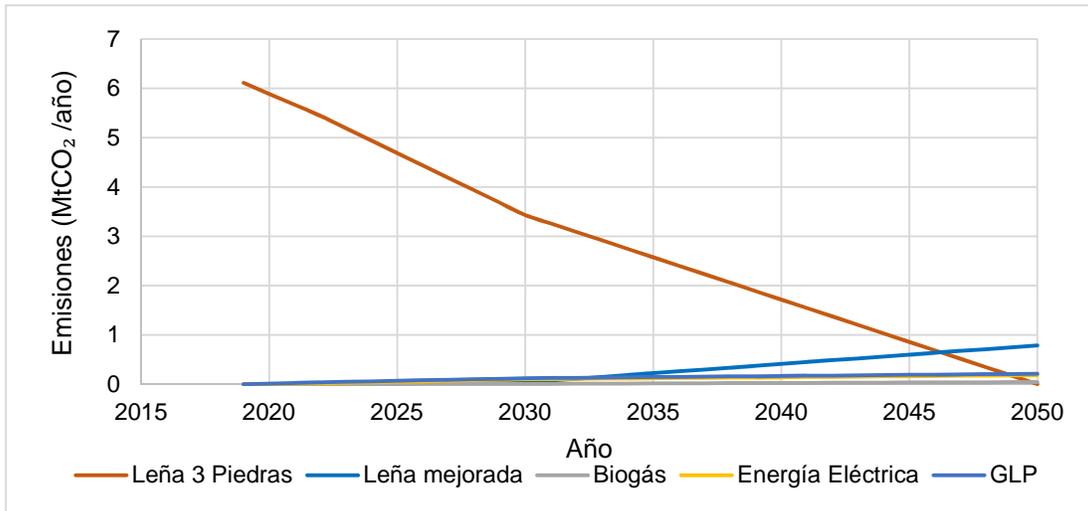
Gráfica 26. Evolución del número de usuarios por Grupo G1



Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones actuales por cuenta de los 911.656 usuarios de las estufas “Leña 3 piedras” ascienden a 6.11 MtCO₂/a. La Gráfica 27 muestra la evolución de las emisiones de CO₂ por la penetración de las diferentes tecnologías hasta quedar las emisiones de las estufas de “Leña 3 piedras” reducidas a 0 en el 2050.

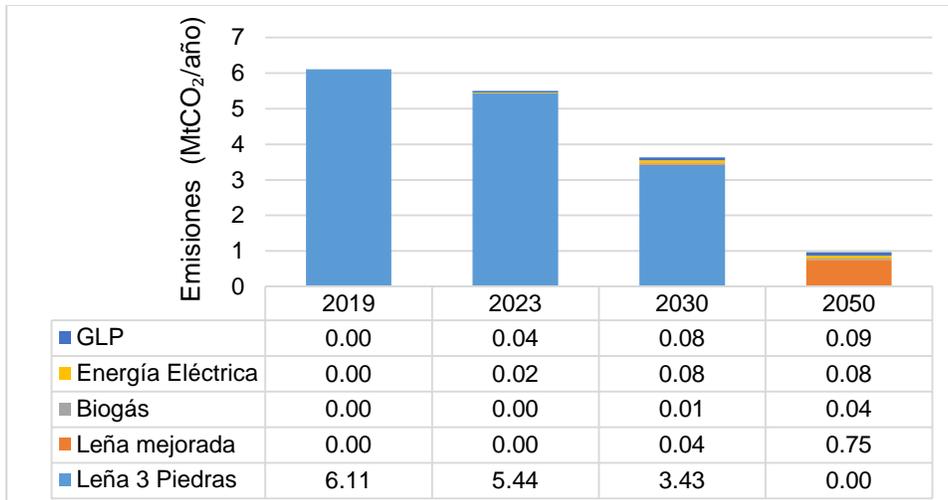
Gráfica 27. Emisiones de CO2 de las estufas - G1



Fuente: Elaboración propia.

La siguiente gráfica muestra las emisiones anuales de este G1, al finalizar los años de 2022, 2030 y 2050.

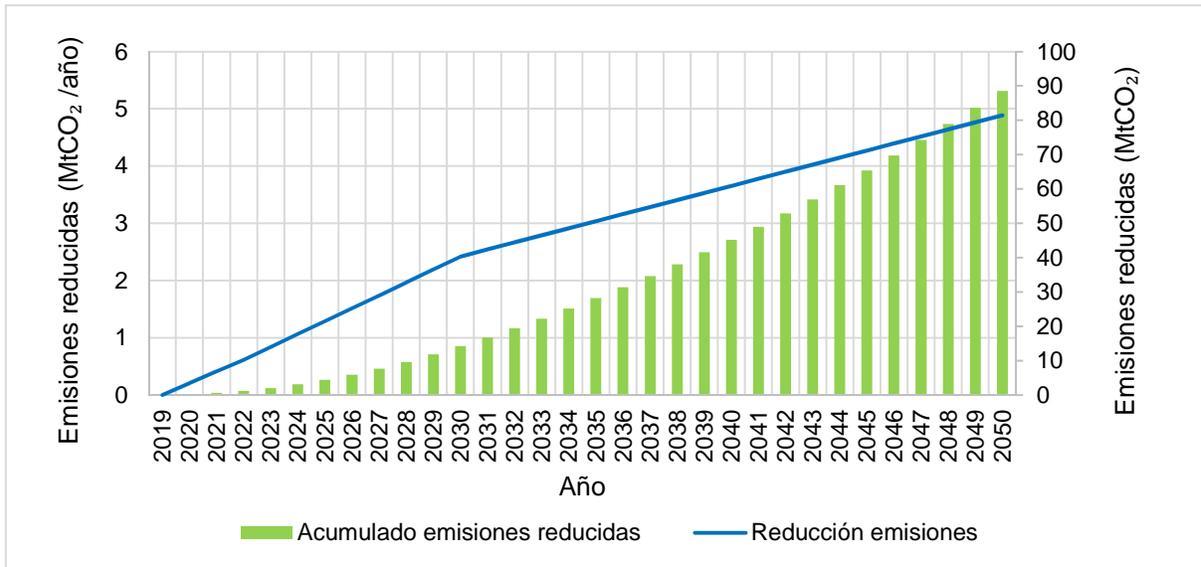
Gráfica 28. Emisiones de CO2 – Grupo G1



Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones actuales de CO₂ de estas 911.656 estufas son 6.11 MtCO₂/a. Para el Grupo G1, la reducción de emisiones comienza en 0 en el 2019, se incrementa anualmente a medida que van penetrando las diversas tecnologías y alcanza un máximo de 4.89 MtCO₂/a en el 2050, cuando se termina de ejecutar esta estrategia. Durante todo el periodo 2020-2050, las emisiones acumuladas del caso base son 195.56 MtCO₂, las emisiones del G1 son **106.99** MtCO₂. Por tanto, se habrán reducido **88.57** MtCO₂.

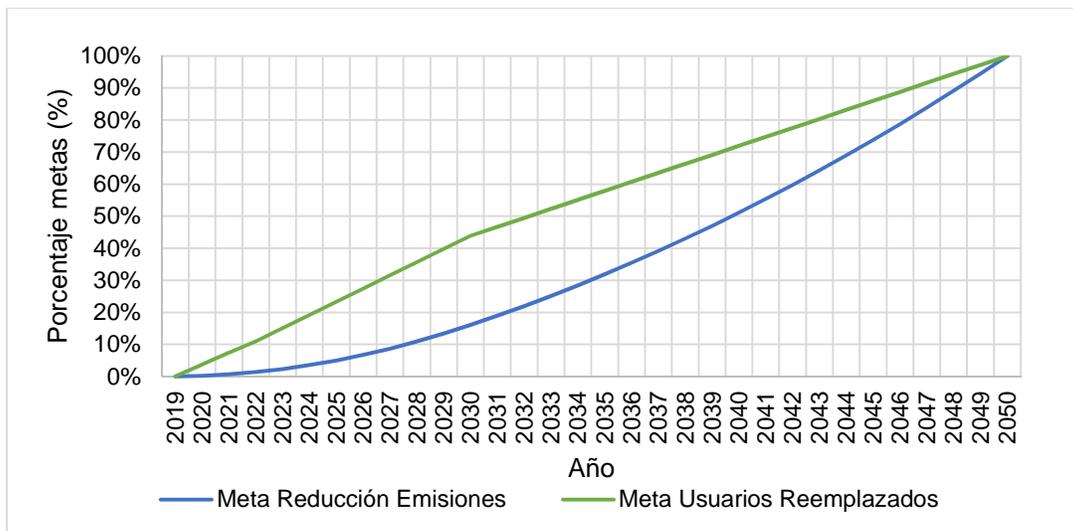
Gráfica 29. Reducción de emisiones de CO2 – G1



Fuente: Elaboración propia.

La evolución de la meta de usuarios que reemplazan estufas tradicionales de leña y la de reducción de emisiones se muestra en la gráfica siguiente.

Gráfica 30. Metas de usuarios G1

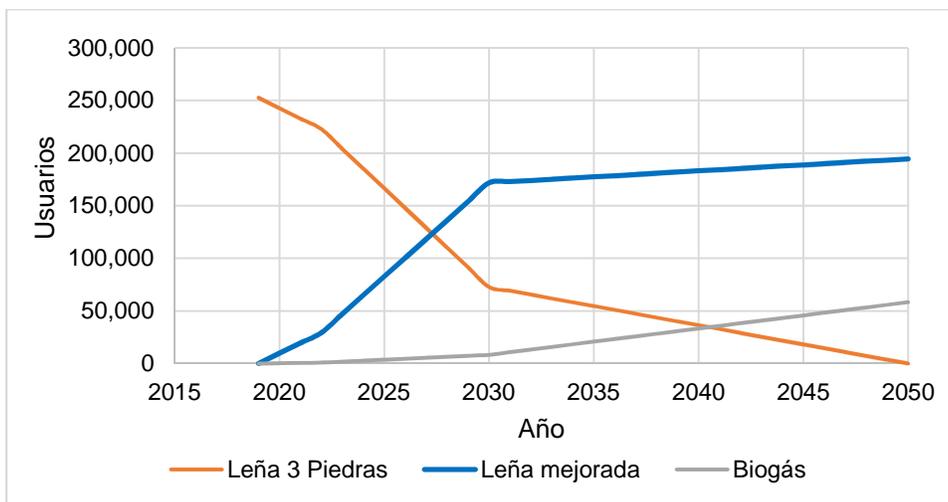


Fuente: Elaboración propia.

Emisiones de CO₂ del G2

En este grupo G2, se trata de reemplazar 252.765 estufas “Leña 3 piedras” por estufas a biogás y estufas de leña mejoradas. La Gráfica 31 muestra como es la evolución del número de usuarios para G2.

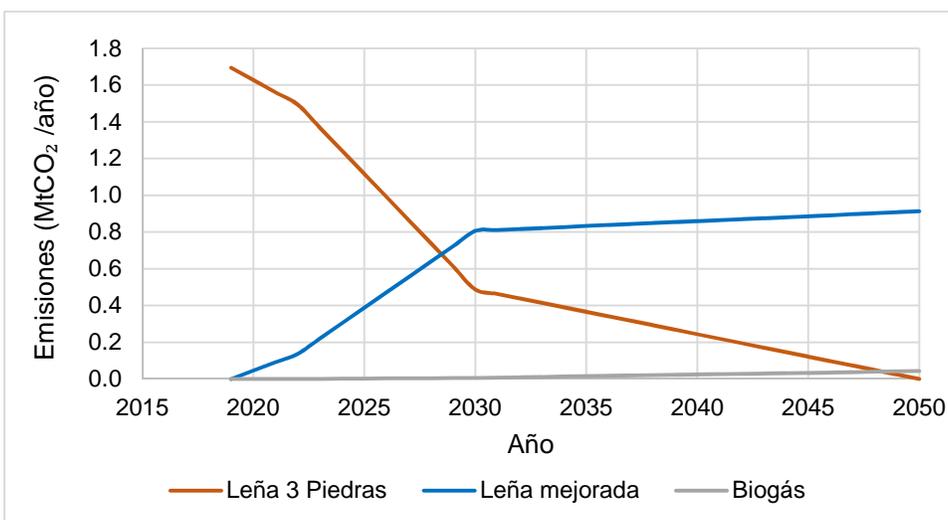
Gráfica 31. Evolución del número de usuarios por Grupo G2



Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones actuales de CO₂ por cuenta de estas 252.765 estufas “Leña 3 piedras” en el G2 ascienden a 1.69 MtCO₂/a. La Gráfica 32 muestra la evolución de las emisiones de CO₂ por la penetración de las diferentes tecnologías hasta quedar las emisiones de las “Leña 3 piedras” tradicionales reducidas a 0 en el 2050.

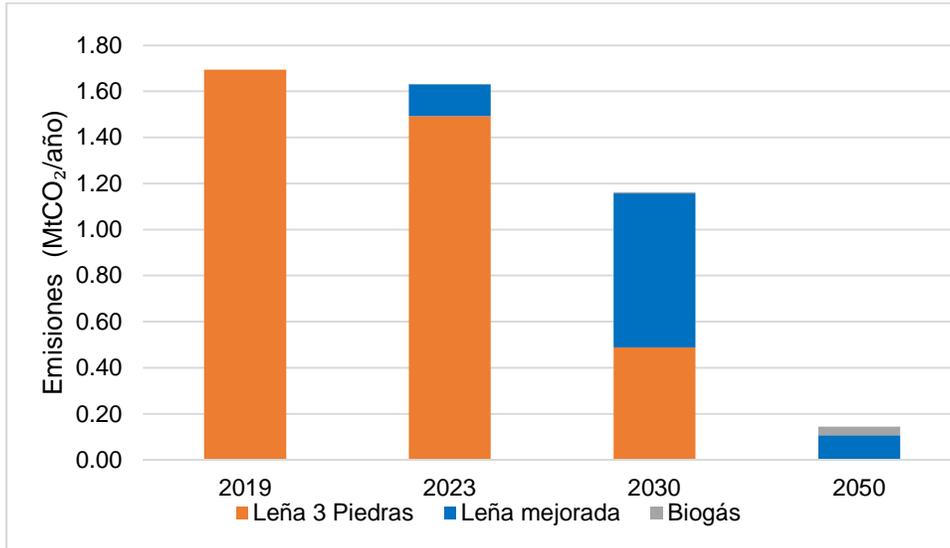
Gráfica 32. Emisiones de CO₂ de las estufas – G2



Fuente: Elaboración propia.

La gráfica siguiente muestra las emisiones anuales de este grupo G2, al finalizar los años de 2022, 2030 y 2050.

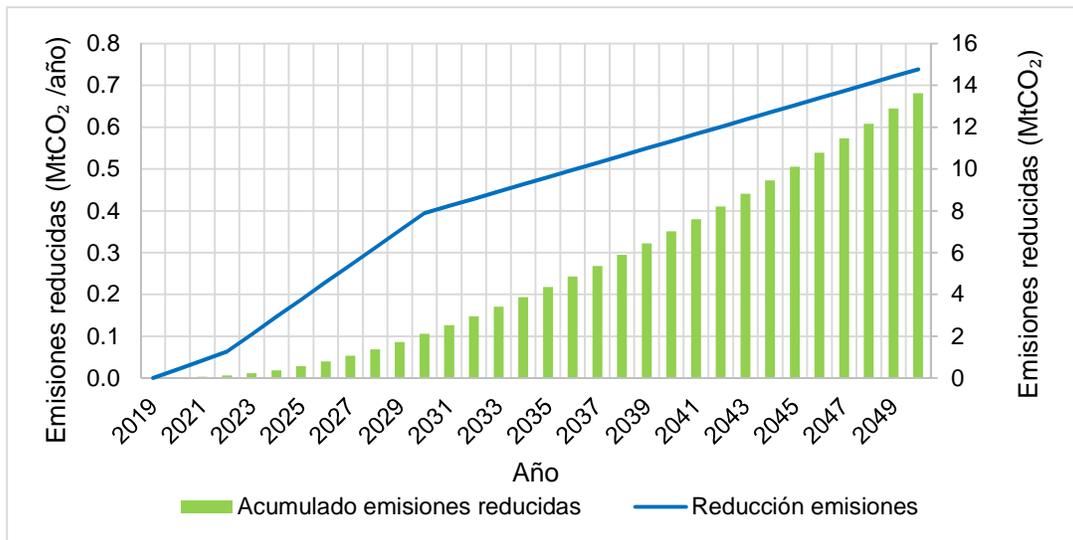
Gráfica 33. Emisiones CO2 – Grupo G2



Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones actuales de CO₂ de estas 252.765 estufas “Leña 3 piedras” son 1.69 MtCO₂/a en la actualidad. Si estas estufas continúan su operación actual, al año 2050 habrán emitido 54.22 MtCO₂. Durante todo el periodo 2020-2050, las emisiones del caso base son 54.22 MtCO₂, las emisiones de G2 son 40.60 MtcO₂. Por tanto, las emisiones se reducirán en 13.62 MtCO₂.

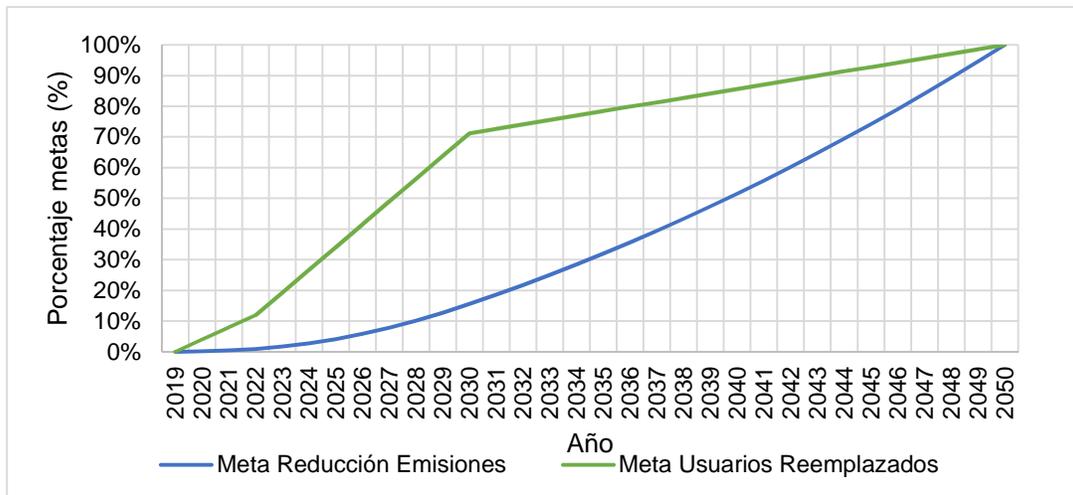
Gráfica 34. Reducción de emisiones de CO2 – G2



Fuente: Elaboración propia.

La evolución de la meta de usuarios que reemplazan estufas “Leña 3 piedras” y la de reducción de emisiones se muestran en la gráfica siguiente.

Gráfica 35. Metas G2



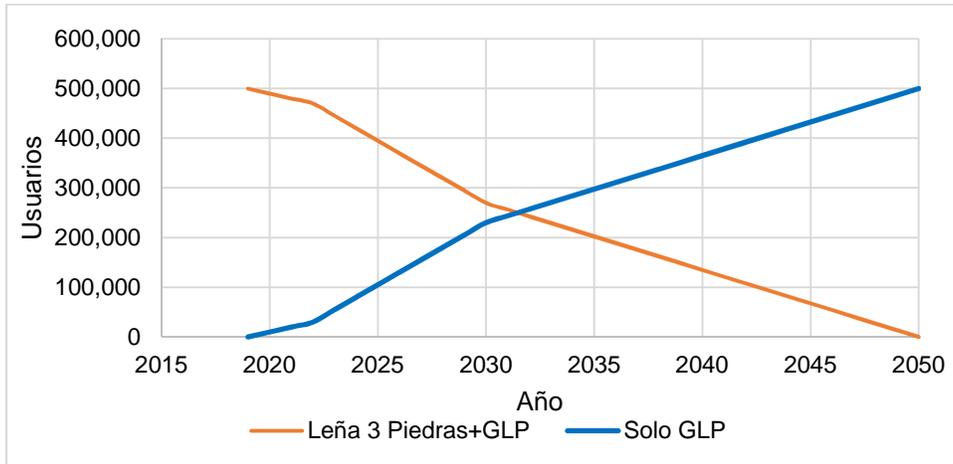
Fuente: Elaboración propia.

Emisiones de CO₂ de G3

En este Grupo se trata de aumentar el uso del GLP en 499.809 usuarios. Estos emplean actualmente tanto estufas “Leña 3 piedras” como estufas a GLP (por igual en términos de

energía) y se busca que empleen solamente GLP. La Gráfica 36 muestra como es la propuesta de evolución del número de usuarios para el G3.

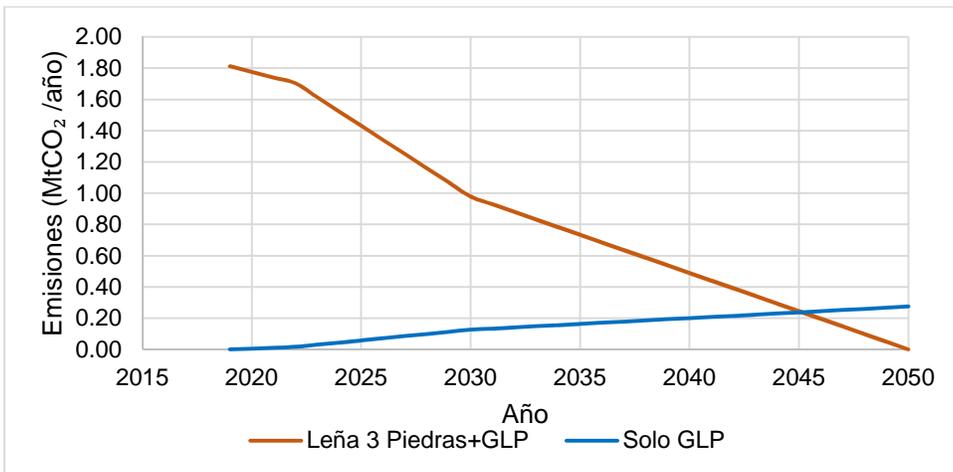
Gráfica 36. Evolución del número de usuarios por Grupo G3



Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones actuales de CO₂ de estos 499.809 usuarios ascienden a 1.81 MtCO₂/a. La Gráfica 37 muestra la evolución de las emisiones de CO₂ por la penetración del uso del GLP hasta quedar las emisiones de estos usuarios “Leña 3 piedras”+GLP reducidas a 0 en el 2050.

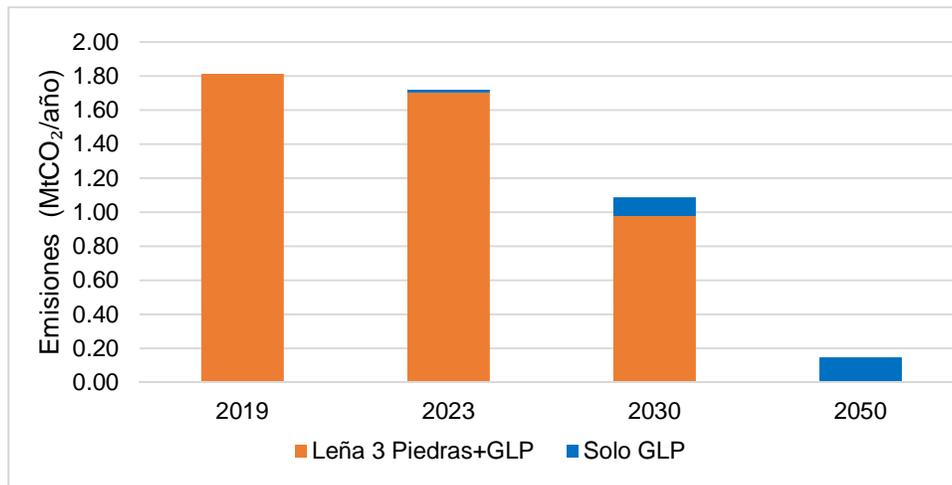
Gráfica 37. Emisiones de CO2 de las estufas – G3



Fuente: Elaboración propia.

La gráfica siguiente muestra las emisiones anuales de este G3, al finalizar los años de 2022, 2030 y 2050.

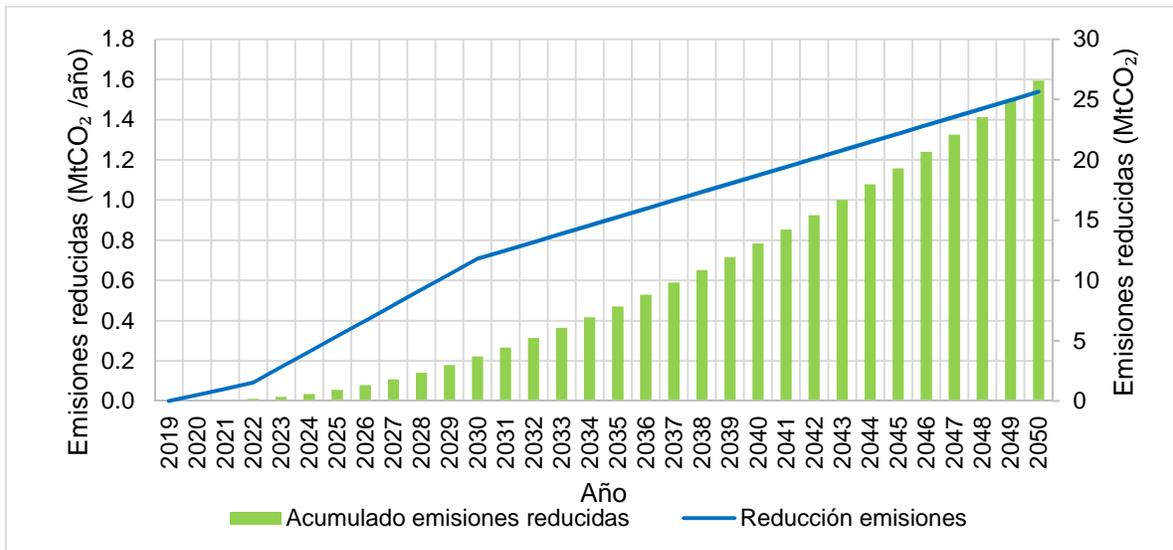
Gráfica 38. Emisiones CO2 – Grupo G3



Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones de CO₂ de estos 499.809 usuarios de “Leña 3 piedras” + GLP son 1.81 MtCO₂/a en la actualidad. Durante todo el periodo 2020-2050, las emisiones acumuladas del caso base son 58.0 MtCO₂, las emisiones de G3 son 31.43 MtCO₂. Por tanto, las emisiones acumuladas se reducirán en 26.57 MtCO₂.

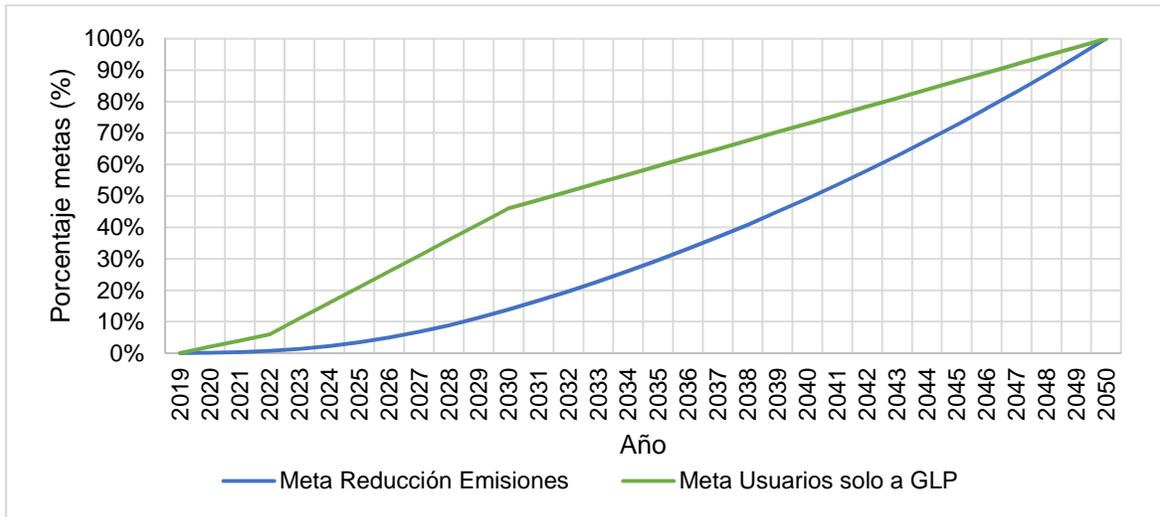
Gráfica 39. Reducción de emisiones de CO2 – G3



Fuente: Elaboración propia.

La evolución de la meta de usuarios que emplean solamente GLP y la de reducción de emisiones se muestran en la gráfica siguiente.

Gráfica 40. Metas G3

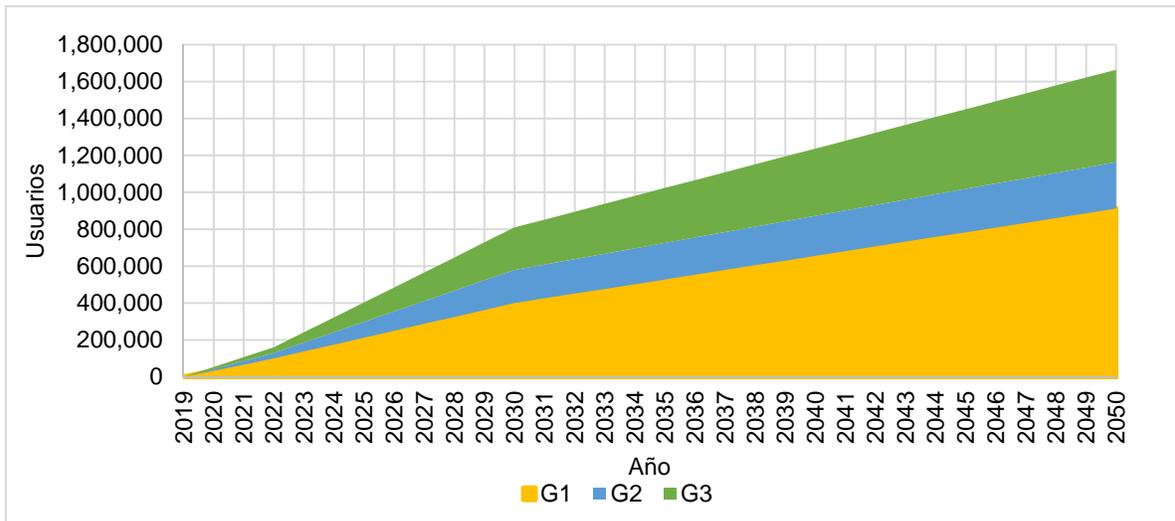


Fuente: Elaboración propia.

Resumen de las emisiones de CO₂ de los grupos G1, G2 y G3

En total, la estrategia se propone reducir el consumo de leña 1.664.230 usuarios, con las tecnologías y combustibles dados para cada uno de los tres Grupos. La Gráfica 41 muestra la evolución del número total de usuarios.

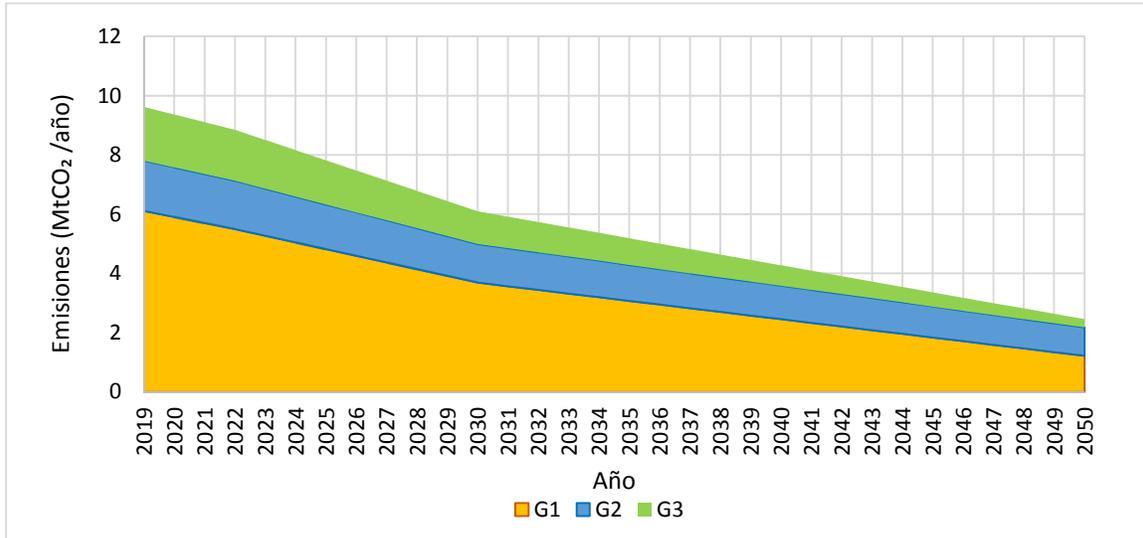
Gráfica 41. Evolución del número de usuarios de todos los Grupos



Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones actuales de CO₂ de estos 1.664.230 usuarios ascienden a 9.62 MtCO₂/año. La Gráfica 42 muestra la evolución de las emisiones de CO₂ para cada Grupo. Al final, en 2050, de ejecutarse esta estrategia, las emisiones serían de 2.45 MtCO₂/año.

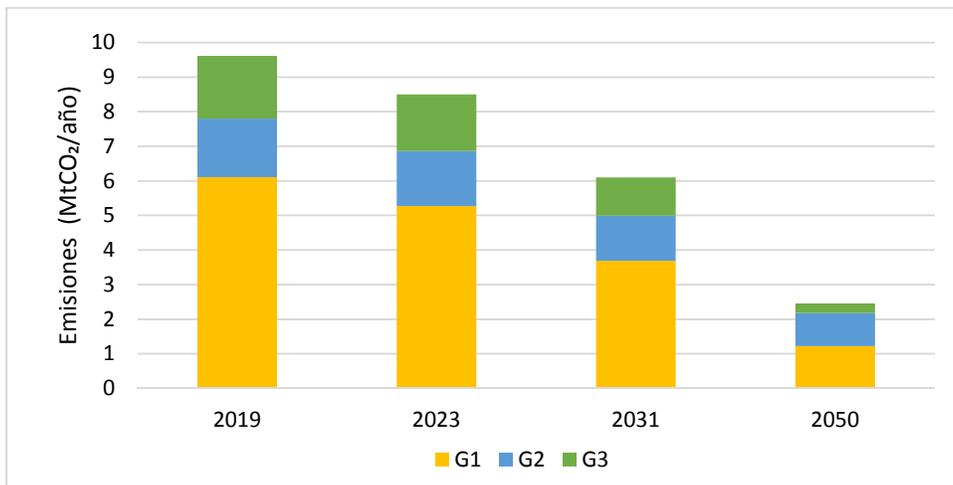
Gráfica 42. Evolución de las emisiones anuales de CO2 de todos los Grupos



Fuente: Elaboración propia.

La gráfica siguiente muestra las emisiones anuales de todos los Grupos al finalizar los períodos considerados, en los años 2022, 2031 y 2050.

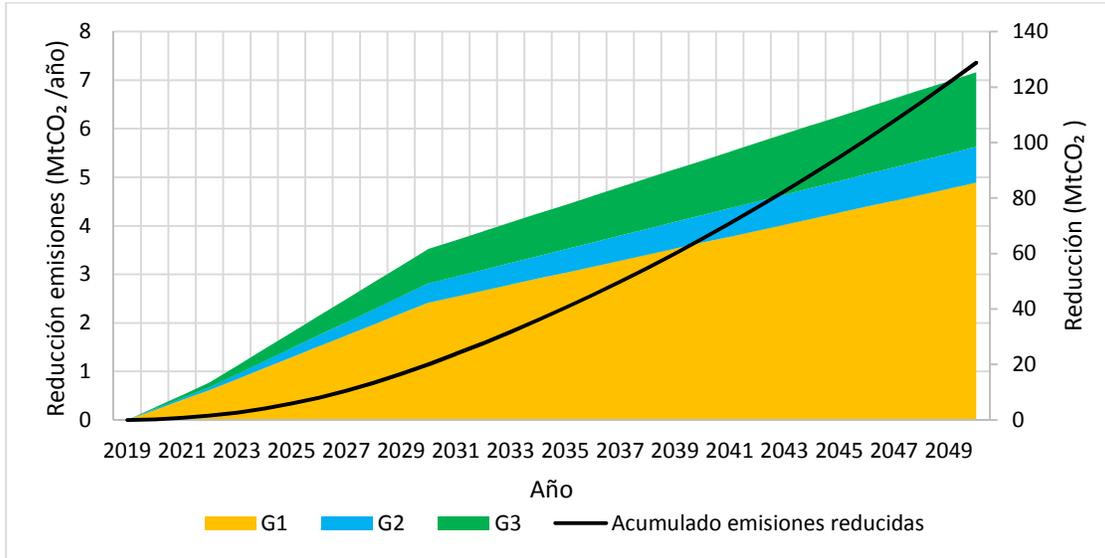
Gráfica 43. Emisiones CO2 de todos los Grupos en los años 2022, 2031 y 2050



Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones actuales de CO₂ de todos los Grupos son 9,62 MtCO₂/año. Durante todo el periodo 2020-2050, las emisiones acumuladas del caso base son 307,78 MtCO₂, las emisiones evitadas por el plan de sustitución de todos los Grupos en el mismo periodo son de 128,7676 MtCO₂. Por tanto, las emisiones se reducirán a 179179,06 MtCO₂.

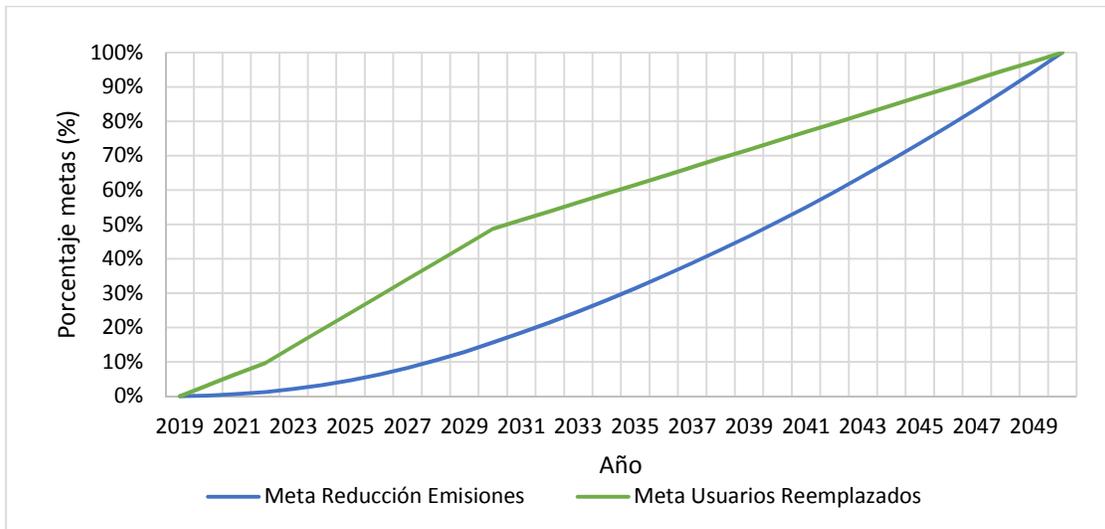
Gráfica 44. Reducción de emisiones de CO₂ de todos los Grupos



Fuente: Elaboración propia.

La evolución de la meta de usuarios de todos los Grupos y la de reducción de emisiones se muestran en la gráfica siguiente.

Gráfica 45. Metas todos los Grupos



Fuente: Elaboración propia.

14.5.3. Estimación de la emisión de bonos de carbono

Con la implementación total de la estrategia del Plan de Sustitución Progresiva de Leña presentada en la sección 12, , se espera reducir la emisión de un total de 128,76 Megatoneladas de CO₂, al sustituir la cocción en leña para lograr su reducción, en 1.664.230 hogares. En la Tabla 108 se presentan las toneladas de CO₂ que se espera reducir en cada una de las fases del Plan.

Tabla 108. Total de emisiones reducidas por fase del Plan de Sustitución Progresiva de Leña

	Toneladas de CO2 reducidas	Toneladas de CO2 acumuladas
Fase I (2020-2022)	1.538.370	1.538.370
Fase II (2023-2030)	18.540.197	20.078.567
Fase III (2030-2050)	108.682.341	128.760.908

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la reducción de emisiones que se esperaría lograr en cada fase del Plan, tomando en cuenta un valor comercial de \$16.000 pesos por tonelada de CO₂ reducida, se obtiene que en total se podrían generar bonos con un valor de 2.060.175 millones de pesos. En la Tabla 109 se presenta el valor de los bonos de carbono que se podrían generar en cada fase del Plan.

Tabla 109. Ingresos por bonos de carbono que se podrían generar por la reducción de emisiones del Plan de Sustitución Progresiva de Leña para cocción

	Bonos de Carbono por fase (millones de pesos)
Fase I (2020-2022)	24.614
Fase II (2023-2030)	296.643
Fase III (2030-2050)	1.738.917

Fuente: Elaboración propia.

Tomando en cuenta los costos totales de la estrategia del Plan de Sustitución Progresiva de Leña para cocción en el sector residencial, los ingresos que se podrían obtener de la venta de bonos de carbono, corresponden aproximadamente al 16,4% del costo total de inversión del Plan, considerando la opción A, y al 33% considerando la Opción B.

15. Bibliografía

- Aristizábal Hernández, J. D. (2014). Validación y evaluación comparativa de la eficiencia de una estufa de leña mejorada bajo condiciones controladas y prueba de campo. Informador Técnico (Colombia) Volumen 78, 12-24.
- Aristizábal, J. (2010). Improved cook stoves and fuelwood lots: an alternative of fuel self-supply for small farmers dependent of oak forests in the Colombia eastern cordillera. Colombia Forestal, 245–256.
- Aristizábal, J. “Niveles de adopción e impacto de una estufa mejorada de leña en comunidades rurales del departamento de Santander, Colombia”, 2018
- B. Del and C. Clim, Medios de implemetación de la cmnucc en colombia. 2017.
- Banco Mundial, Environmental Health Costs in Colombia: Changes from 2002 to 2010.
- Barrera Luna, Raul. El concepto de la Cultura: definiciones debates y usos sociales. Universidad Autónoma de Barcelona. 15 febrero de 2013.
- Biobolsa, “Catálogo.”.
- Biogás Nicaragua, “Programa Biogás Nicaragua,” 2018. [Online]. Available: <http://programabiogasnicaragua.org>.
- BLUNCK, M. et.al. Carbon markets for improved cooking stoves. 4º Edición. Eschborn (Alemania): GIZ – HERA, 2011. p. 5.
- C. Serrano Camacho, “Alternativas de Utilización de Biogás en Rellenos Sanitarios en Colombia,” Rds.Org. Co, p. 93, 2006.
- Censo Poblacional 2000. Instituto Nacional de Estadística (2002) Ciudad de Guatemala
- Cepal. Contribución de los servicios energéticos al cumplimiento de los objetivos del milenio y la mitigación de la pobreza en América Latina y el Caribe, 2009.
- Cid Jurado, Alfredo Tenoch. La semiótica culinaria y el patrimonio cultural: la cocina colombiana. 2018. Revista Chilena de Semiótica.
- Concha, María Cecilia; Pabón, Giovanni; Cerón Viviana. -- Bogotá and 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “Lineamientos Para Un Programa Nacional De Estufas Eficientes Para Cocción Con Leña,” 2015.
- Congreso de Colombia, “LEY 1715 DE 2014,” law, vol. 151, no. 4. pp. 1–46, 2014.
- Cooking for life, “Elementos para la formulación de una Política de Uso de Energía para Cocción en las Áreas Rurales de Colombia”. Luis Augusto Yepes G Congreso Internacional de GLP – GASNOVA agosto 2018.
- Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare Cornare. Acta de informe de gestión presentado a la contraloría general de la republica enero 1 de 2001 a junio 20 de 2010.

- Curiel. Ochi. Género, raza, sexualidad debates contemporáneos. Conferencia Universidad del Rosario.
- D. C. C. Concha, María Cecilia; Pabón, Giovanni; Cerón Viviana. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Lineamientos Para Un Programa Nacional De Estufas Eficientes Para Cocción Con Leña. Bogotá, 2015.
- D. P. Garcia, J. C. Caraschi, G. Ventorim, and F. H. A. Vieira, "Trends and challenges of Brazilian pellets industry originated from agroforestry," *Cerne*, vol. 22, no. 3, pp. 233–240, 2016.
- DANE (2007). Colombia Una Nación Multicultural. Su diversidad Étnica. Mayo 2007.
- DANE (2015). Defunciones no fetales 2014 – Preliminar. Bogotá: DANE. Cuadro 5. Archivo Excel
- DANE (2014). Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2013. Op. Cit.
- DANE (2018). Población Indígena de Colombia. Resultados del Censo Nacional de Vivienda 2018.
- DANE (2018). Población Negra, afrocolombiana, raizal y palenquera. Censo Población y vivienda 2018.
- DANE (2019). Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2018.
- DANE (2019b). Comunicado de prensa Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) 2018. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/CP_ECV_2018.pdf
- Decreto de Urgencia N° 069- 2009, Perú
- Delgado Salazar, Ramiro y Delgado Giraldo, Miguel. De Gustemas y Tecnomas. Identidad Culinaria de Saberes y Sabores.
- Díaz, R., Berrueta, V., Masera, O. 2011. Cuadernos Temáticos No. 3 sobre Bioenergía: Estufas de Leña. México D.F.
- Díaz-Jiménez. 2000. Consumo de Leña en el Sector Residencial de México. Evolución Histórica y Emisiones de CO2. Tesis Mag Sc. México D.F, MX, UNAM. P 113.
- DNP (2012). Guía para la incorporación de la variable étnica y el enfoque diferencial en la formulación e implementación de planes y políticas a nivel nacional y territorial.
- DNP (2017). "Instalación de estufas eficientes para vivienda rural", Bogotá.
- DNP (2018). "Valoración económica de la degradación ambiental en Colombia 215-Contaminación del aire urbano, contaminación del aire interior y deficiencias en el acceso al acueducto y el alcantarillado".
- E. Ponce (2016). "Métodos sencillos en obtención de biogás rural y su conversión en electricidad," *Idesia*, vol. 34, no. 5, pp. 75–79.

- Electrificadora del Meta (2018). “Construcción de estufas eco eficientes y establecimiento de bancos dendroenergéticos y aislamiento protector en el área de influencia de la línea 115 kv subestación Suria – subestación Puerto Gaitán departamento del meta”.
- Energy Information Administration. www.eia.doe.gov
- Corte Suprema (2018). Fallo de la Corte Suprema tutela Campesino. STP2028-2018 Radicación n°. 96414. 13 febrero 2018.
- FAO (2011). “Manual de biogás,”.
- FAO (2008). Bosques y energía: cuestiones clave. Roma: FAO. p. 12.
- FAS-Staff (2016). “Russian Federation Biofuels Annual Biofuels Sector Update.” p. 21.
- Fundación Misión Rural. Análisis de diferentes concepciones teóricas del campesino y sus formas de organización. 2013. Estudio financiado por el Ministerio de Agricultura.
- Fundación Natura. Estufas eficientes de leña como contribución a la calidad de vida, al uso eficiente de la energía y la reducción de emisiones de GEI en áreas rurales de Antioquia y Santander, Colombia: Documento de sistematización y Suplemento técnico / Gómez, Roberto León; Aristizábal, Javier Darío y Cárdenas, Luis Mario. Bogotá, D.C. Colombia, Fundación Natura. 2015. 130 p
- G. M. Karanja and E. M. Kiruiro, “Biogas production 107,” Statistics (Ber). pp. 107–208, 2003.
- GACC a (Global Alliance for Clean Cookstoves, US). 2012. Peru Market Assessment: Sector mapping (en línea). Consultado 02 de septiembre. 2019
- GASNOVA. “BASES PARA EL PROYECTO: REEMPLAZAR EL CONSUMO DE LEÑA, CARBÓN Y RESIDUOS POR GLP”. ASOCIACIÓN COLOMBIANA DEL GLP, 2018
- GASNOVA (2019). Informe Estadístico octubre 2019.
- GEF – ADESCOLAB – PNUD. La experiencia de Adescolab con el proyecto: Protección y recuperación del bosque La Barra y establecimiento de un Sistema Agroforestal. (2004) Colonia La Barra, Metapán, El Salvador.
- GMI, “Global Methane Initiative,” 2014. [Online]. Available: <https://www.globalmethane.org/>.
- Gómez Boas, Ana Dalila. Pueblo RRom Gitano de Colombia. Departamento de Planeación nacional. 2010.
- Government of Canada, “Biomass Program Continues to Support Transition to Renewable Energy in Manitoba - Canada,” 2016. [Online]. Available: <https://www.canada.ca/en/agriculture-agri-food/news/2016/07/biomass-program-continues-to-support-transition-to-renewable-energy-in-manitoba.html>.
- Grupo de Investigación de estudios sobre identidad. ¿Quiénes son los campesinos hoy en Colombia? Escuela de ciencias humanas. Universidad del Rosario

- HCHR, tomado de: <https://www.hchr.org.co/index.php/76-boletin/recursos/2470-ique-es-el-enfoque-diferencial>.
- ICBF (2017). Modelo de Enfoque diferencial.
- ICE, “Grupo ICE,” Programa Biogás, 2017. [Online]. Available: <http://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/669c79e9-84c9-4682-b63b-136238ebc7e2/tarifas+ice+gaceta+alcance+106+junio+27+2016.pdf?MOD=AJPERES>.
- IICA. Guía de monitoreo y evaluación de proyectos. s. l: IICA – AEA – Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia, 2012. p. 11.
- Informe final Universidad de los Andes Convenio no. 88 de 2005 Ecopetrol – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – Universidad de los Andes, mayo 2006
- J. B. CARRASCO LEAL, “Mecanismo Para La Mitigación Voluntaria De Emisiones De Gases Efecto Invernadero Para Colombia,” Corporación Ambient. Empres., pp. 1–18, 2015.
- J. M. Rincón and E. Silva, Editores; Bioenergía. Bogotá, 2014.
- J. M. Rincón Martínez, D. M. Durán Hernández, O. Quintero Montoya, C. S. Duarte González, P. O. Guevara Patiño, and M. E. Velásquez Lozano, “Disponibilidad de biomasa residual y su potencial para la producción de biogás en Colombia,” pp. 16–25, 2018.
- J. Stern, “The Future of Gas in Decarbonising European Energy Markets: the need for a new approach, no. January”. 2017.
- Johnson, M., Edwards, R., Frenk, C. A. & Masera, O. (2008). In-field greenhouse gas emissions from cookstoves in rural Mexican households. *Atmospheric Environment*, 42(6). 1206-22. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2007.10.034.
- Juan Fernando Ramírez Quirama and Adolfo León Taborda Vergara, “Consumo de leña en fogones tradicionales en familias campesinas del oriente antioqueño,” *Prod. + limpia*, vol. 9, pp. 99–114, 2014.
- K.Thoday, P. Benjamin, M.Gan, E. Puzzolo. “The Mega Conversion Program from Kerosene to LPG in Indonesia: Lessons learned and recommendations for future clean cooking energy expansion”. *Energy for Sustainable Development* 46 (2018) 71–81
- Laurent, A, “Standardism as government: voluntary carbon certification and the Peruvian cookstove sector. Tesis doctoral, Sciences-Po Paris”, 2014
- Lozano, M et al., “Estimación del potencial de conversión a biogás de la biomasa en Colombia y su aprovechamiento informe final equipo interdisciplinario conformado por los grupos de investigación Colciencias,” Bogotá, 2017.
- M. de Ambiente, “PRINCIPALES PREGUNTAS FRENTE AL IMPUESTO NACIONAL AL CARBONO Y LA SOLICITUD DE NO CAUSACIÓN POR CARBONO NEUTRALIDAD.”.

- M. Dumitru and M. Bibu, "RESEARCHES ON THE DIGESTERS AND REACTORS WHICH CAN BE USED IN A FARM SCALE BIOGAS PLANT," vol. 14, no. 3, pp. 63–68, 2014.
- Mario Enrique Velásquez Lozano et al., "Estimación del potencial de conversión a biogás de la biomasa en Colombia y su aprovechamiento informe final equipo interdisciplinario conformado por los grupos de investigación Colciencias," Bogotá, 2017.
- Masera, C. O., & Fuentes, G. A. (2006). Estado actual de la bioenergía en México. La Bioenergía en México. Un catalizador del desarrollo sustentable. Conafor, Red Mexicana de Bioenergía, 1-10.
- Mejía Barragán, Fabiola. 2011. Implicaciones ambientales del uso de leña como combustible doméstico en la zona rural de Usme. Trabajo de Grado optar título de Magister en medio ambiente y desarrollo.
- Memorando GAS-PES-079, del Área de Programas Especiales a la Vicepresidencia de Comercio Internacional y Gas. December 6 de 1997
- MEMyM, "Abastecimiento De Energía Eléctrica a Partir De Fuentes Renovables a Través De Cammesa En Representación De Los Agentes Distribuidores Y Grandes Usuarios Del Mercado Eléctrico Mayorista." 2016.
- Microsol, "Informe sobre la relación entre contaminantes climáticos de corta vida y cocción rural en el sector residencial. Estudio prospectivo aplicado a Colombia, México y Perú", 2018.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017). Resolución 2254 de 2017 Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones. Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res%202254%20de%202017.pdf>
- Ministerio de Industrias y Productividad. Convocatoria para la presentación de expresiones de interés y calificación de proveedores de cocinas de inducción para el programa cocción eficiente, 2014
- Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Encuesta Nacional de Estufas, 2014
- Ministerio de Minas y Energía, Auditoría Integral al Programa de Subsidios a Usuarios de Estratos 1 y 2 por el Consumo de Gas Licuado de Petróleo, GLP, distribuido mediante cilindros en los Departamentos de Caquetá, Nariño, Putumayo y Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina Contrato 245 DE 2016.
- Ministerio de Salud. 2017. El uso de estufas eficientes y su impacto en la promoción de la salud en el contexto colombiano.
- Ministerio del Interior Colombia. 2014. Mitos de origen pueblos indígenas de Colombia.
- Montealegre, Diana y Urrego, Jaime. 2011. Enfoques diferenciales de Genero y etnia. Universidad Nacional de Colombia.

- Moreno, A. "Webinar: "Avances en temas de cocción limpia. Red Latinoamericana y del Caribe de Cocinas Limpias", 2018.
- Murcia, G.U.G.; Huertas, M.C; Rodríguez, J.M; Castellanos, H.O. 2010. Cambios multitemporales de los bosques y otras coberturas de la Amazonia colombiana, a escala 1:100.000, en el periodo 2002 al 2007. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Bogotá, D. C., disponible online: http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=a0ec40be-0617-4ee8-8f27-1b66890bfc&groupId=762
- Muro, H. A., Paredes, J. N., & Bravo, C. A. (2010). Impacto ambiental producido por el uso de leña en el área de conservación regional Vilacota-Maure de la región Tacna. IV Conferencia Latino Americana de Energía Solar (IV ISES_CLA) y XVII Simposio Peruano de Energía Solar (XVII- SPES) (págs. 1-5). Cusco: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- NEB, "NEB - Canada's Adoption of Renewable Power Sources - Energy Market Analysis - Biomass," 2019. [Online]. Available: <https://www.neb-one.gc.ca/nrg/sttstc/lctrct/rprt/2017cnddptnrnwblpwr/bmss-eng.html>.
- Ocaña Figueroa, R. E., & Linares Castillo, É. L. (2005). Especies vegetales dendroenergéticas utilizadas por los pobladores del Encino, Santander, Colombia. Acta Biológica Colombiana Vol. 10, núm. 1, 97.
- OLADE, "Asistencia técnica sobre lecciones aprendidas y recomendaciones para el desarrollo de proyectos de estufas eficientes en guatemala, el salvador, honduras, nicaragua y panamá", 2010.
- OLADE, "Tecnologías Disponibles Para Implementar Programas Rurales De Biogas En America Latina," no. 11
- Ordoñez Caicedo, Carlos. El gran libro de la cocina colombiana. Tomo 9. Ministerio de Cultura Colombia.
- Oxford, "Biogas Contribution decarbonising gas markets," no. June 2017, 2017.
- P. Schaub, W. Ortiz, and M. Recalde, "Status and future dynamics of decentralised renewable energy niche building processes in Argentina," Energy Res. Soc. Sci., vol. 35, no. November 2017, pp. 57–67, 2018.
- Presidencia de la República de Colombia, "Presidente Duque presentó el programa 'Colombia E2_ Emprendimiento x Energía', para fortalecer industria de energías renovables," 2019.
- PROBIOMASA, "Proyecto para la promoción de la energía derivada de biomasa," 2018. [Online]. Available: <http://www.probiomasa.gob.ar>.
- Programa de GLP Rural-ECOPETROL". Consortio IG-Itansuca-Geoingeniería. Mayo de 2007
- Programa Gas para el Campo- Vicepresidencia Comercio Internacional y Gas. Informe Final. Mayo de 1999.

- R. J. Patinvoh, J. V Arulappan, F. Johansson, and M. J. Taherzadeh, “Biogas digesters from plastics and bricks to textile bioreactor — A review,” *J. Energy Environ. Sustain.*, vol. 4, pp. 31–35, 2017.
- Ramírez Quirama, J. F., & León Tabor, A. (2014). Consumo de leña en fogones tradicionales en familias campesinas del oriente antioqueño. *Producción + Limpia*, 99•114.
- Restrepo. J, Reyes. P y De Ochoa. P. 1983. Neumoconiosis por inhalación del humo de leña.
- Rodríguez Puentes, Ana Luz. 2009. El enfoque de acción sin daño. Universidad Nacional de Colombia.
- Rodríguez, H. Productive Uses of Renewable Energy in Guatemala – PURE. Fundación Solar, Guatemala City, 2013
- Rosas Pachon. Javier. La cocina un escenario para la reconstrucción de la memoria. Pontificia Universidad Javeriana.
- Sarika Jain (2019). *Global potential of biogas*.
- SEMARNAT, “Aprovechamiento energético de residuos urbanos (EnRes),” 2018. [Online]. Available: <https://www.semarnat.gob.mx/>.
- Sierra, F. Mejia F y Guerro C. 2011. La leña como combustible doméstico en zonas rurales de Usme. Bogotá. Universidad de la Rioja.
- Silva Herran, D., & Nakata, T. (2008). Renewable technologies for rural electrification in. *International Journal of Energy Sector Management*, 139 - 154.
- Smith, K; Sagar, A. Making the clean available: Escaping India’s Chulha Trap, 2014
- Sun Liying, “Status and prospect of biomass energy development in China’s rural areas,” 2016.
- T. Bond and M. R. Templeton, “History and future of domestic biogas plants in the developing world,” *Energy Sustain. Dev.*, vol. 15, no. 4, pp. 347–354, 2011.
- T. R. Preston, “Elabore su propio biodigestor de bajo costo,” 2005.
- Torres Duque C, Maldonado D, Pérez Padilla R, Ezzati M and Viegi G. Biomass Fuels and Respiratory Diseases, on behalf of the Forum of International Respiratory Societies Report, 2008.
- Tripathi A, Sagar A, 2019, Ujjwala, V2.0: What should be done next?, Policy Brief, CCAPC/2019/02, Collaborative Clean Air Policy Centre, New Delhi
- TRONCOSO, Karin. Factores asociados con una mejor adopción de estufas limpias: una perspectiva de género. Bucaramanga, 2014. p. 29.
- Unesco, tomado de: <http://www.unesco.org/new/es/culture/themes/dialogue/intercultural-dialogue/>.

Unesco. La Cultura Clave para el desarrollo sostenible. 17 mayo de 2013.

UPME (2017). Cadena del gas licuado del petróleo GLP.

UPME (2018). BECO 2017. Recuperado de:
<http://www1.upme.gov.co/InformacionCifras/Paginas/BalanceEnergetico.aspx>

UPME (2019). Balance Energético Colombiano -BECO- 2018.

UPME. Balance Minero Energético 1975 – 2012. Bogotá UPME – SIMEC, 2012. Archivo Excel.

Valderrama, E., & Linares, É. L. (2008). Uso y manejo de leña por la comunidad campesina de San José de Suaita (Santander). Revista Colombia Forestal Vol. 11, 19-34.

Varios Autores. Forum of International Respiratory Societies Report Biomass Fuels and Respiratory Diseases. 2008.

WLPGA website, 2019, <https://www.wlpga.org/cfl-mediroom/the-story-of-the-national-lpg-program-of-india/>, accessed on 27 August 2019.

WLPGA. (2018). Substituting LPG for Wood: Carbon and Deforestation Impacts. Neuilly-sur-Seine, France: WLPGA.

Wood Pellet Association of Canada, "Government organizations contribute to our success: WPAC," 2017. [Online]. Available: <https://www.pellet.org/wpac-news/wpac-government-organizations-contribute-to-our-success>.

World Biogas Association, "What does the future hold for biogas in China?" 2019. [Online]. Available: <http://www.worldbiogasassociation.org/what-does-the-future-hold-for-biogas-in-china/>. [Accessed: 14-Aug-2019].

16. Anexos

Anexo 1 – Talleres Regionales

16.1.1. Taller Regional Caribe

Motivo: Taller Regional Montería

Fecha y hora: septiembre 26 de 2019, 9:00 am – 1:00 pm.

Lugar: Montería, Córdoba.

Asistentes

N°	Nombre	Entidad	Correo electrónico
1	María Elena Pineda Castillo	CVS	ele.016@hotmail.com
2	Miguel Angel Ortiz Padilla	UPB	miguel.ortiz@ubp.edu.co
3	Carlos A. Silgado Mendoza	Sonnen Sol	carlosasilgado@gmail.com
4	Diego Miguel Piñeros	MME	dmpineros@minminas.gov.co
5	José Rafael Negrete G.	N&S Construcciones	junegeteg@nysconstrucciones.com
6	Carmelo García	N&S Construcciones	
7	Diego A. Camargo T.	UPB	diego.camargo@upb.edu.co
8	Fabián Villafañe	Universidad de Córdoba	fabianvilla@gmail.com
9	Janer Rodriguez	Corpoema	Janer_012095@hotmail.com
10	Mabel López	Usuaría de leña	
11	Carlos Márquez	ESO Ingeniería S.A.S	proyctesosas@gmail.com
12	Luis Augusto Yepes	Corpoema	layg15@gmail.com
13	Fabio González	Corpoema	fgonzalezb@unal.edu.co
14	Laura Hortúa	Corpoema	laura.hortua@corpoema.net

Objetivos

- Socializar el proyecto con interesados de las regiones con mayor consumo de leña para cocción en el sector residencial, con el fin de identificar lecciones aprendidas de programas anteriores, propuestas de las comunidades e información que permita enriquecer la propuesta de programa, además de identificar y priorizar acciones previstas para el programa de sustitución progresiva de leña.
- Discutir sobre los aspectos culturales, de género y étnicos relacionados con el uso de leña como energético para cocción en Colombia, escuchando la percepción de los asistentes sobre las costumbres y/o tradiciones que se deberían tomar en cuenta en la identificación de alternativas energéticas y tecnológicas.
- Generar un diálogo sobre las alternativas energéticas, tecnológicas e institucionales que permitirían la implementación de un nuevo programa para la sustitución y/o uso más eficiente y limpio de la leña en el sector residencial del país.

Orden del taller

Presentación

Se dio inicio al taller con una breve presentación del proyecto y sus objetivos para contextualizar a los asistentes sobre el estado del estudio y el objetivo del taller, que no era presentar unos resultados, sino por el contrario, dialogar y escuchar su percepción frente al tema del consumo de leña en la actualidad y de las alternativas para su sustitución identificadas hasta el momento, así como de los aspectos a tener en cuenta en un futuro programa de sustitución progresiva de leña como energético para cocción.

Durante la presentación, se presentó una gráfica que relaciona los energéticos utilizados para cocción con la prosperidad, desarrollo y calidad de vida, por un lado, y con la disminución de la contaminación intramural, por el otro. Con respecto a esta gráfica, un docente investigador en el tema de energías renovables, comentó sobre la importancia de incluir en esta gráfica un tercer eje referido a las energías renovables.

- En esta intervención se trató el tema de la visión frente a la biomasa, y una discusión sobre la sostenibilidad que se basa en preconceptos sobre las emisiones generadas en la combustión de leña y que se consideran nulas por algunas personas, debido a que estas plantas capturaban carbono antes de ser usadas como leña. Este es un punto que debe ser tratado a profundidad en la propuesta de plan, para evitar que este sea un argumento contra la sustitución de la leña como combustible para cocción.
- Ligado al tema de la sostenibilidad en el consumo de leña, la discusión con los asistentes llevó a afirmar que la leña podría ser sostenible siempre y cuando la madera consumida para la cocción fuera sembrada de nuevo para seguir capturando carbono, y esto llevó al tema de los huertos leñeros. Sin embargo, al discutir sobre la necesidad de ligar las estufas mejoradas, donde no se pueda sustituir el consumo de leña con otros energéticos, con estrategias como los huertos leñeros, se retomó la discusión del MinAmbiente y MinEnergía sobre la dificultad que ha tenido el DNP para dar viabilidad financiera a proyectos que ligen las estufas mejoradas a los huertos leñeros.

Las costumbres culinarias de la región

Al contar con la presencia de una mujer, usuaria de leña, del corregimiento Las Palomas ubicado cerca de la ciudad de Montería, se le hicieron algunas preguntas y se discutió sobre las costumbres regionales en cuanto a cocción. Inicialmente, la señora Mabel López comentó que las casas tradicionalmente están construidas en palma y no tienen salida para el humo, la estufa está ubicada dentro de la casa y todo se llena de humo con el fogón. Su hogar está conformado por tres adultos y tres niños y la cocción de alimentos la realiza ella.

Una de las molestias que le genera la estufa de leña es que la vivienda y sus objetos permanecen sucios y es muy difícil limpiar el hollín. Sin embargo, a sus 45 años, menciona que ha experimentado problemas de salud, especialmente problemas de visión que según

los médicos que la han atendido, podrían estar relacionados con su permanencia entre el humo.

Ilustración 16. Vivienda tradicional de palma en el caribe de colombiano



Fuente: Revista Credencial (2019) La vivienda tradicional en el caribe colombiano. Por Rodrigo Arteaga. Recuperado de: <http://www.revistacredencial.com/credencial/historia/temas/la-vivienda-tradicional-en-el-caribe-colombiano>

Sobre sus costumbres, la señora Mabel comentó que ella prefiere mantener el fogón encendido durante todo el día, desde que pone a hacer el tinto en la mañana, y que la recolección de leña la realiza ella misma aproximadamente cada tres días, cuando nota que la leña se le está acabando. Con respecto a su percepción sobre la cocción con leña, ella manifestó que cocina con ella porque es la única opción que tiene disponible y que puede mantener, y que en la zona donde ella vive todos los habitantes cocinan con leña.

Las especificaciones de la estufa o el fogón tradicional de la región fueron explicadas por los asistentes al taller. Ella lo describió como un “binde de comején” ubicado sobre la estufa o “pollo”. Por lo tanto, la cocina o “estufa” tradicional de la región consiste en un muro o mesón que da la altura, y uno o varios nidos de comején colocados sobre este que son utilizados como fogón.

Ilustración 17. Binde de comején y cocina tradicional en Córdoba, Colombia

Fuente: Luis Naranjo (2012). Blog: El Señor de la Jungla. Recuperado de: <http://elsenordelajungla.blogspot.com/2012/>

Al preguntar a esta mujer sobre la posibilidad de tener la estufa fuera de su casa o de cambiar de fuente de energía para la cocción en su hogar, respondió que construir otro rancho para tener solamente la cocina es muy costoso y no puede costearlo. Con respecto al cambio de energético, dijo que estaría dispuesta a utilizar otra tecnología, pero no se lo han ofrecido hasta el momento. Sobre este cambio de tecnología, al consultarle si estaría dispuesta a pagar cierta suma por cocinar con algo diferente a leña, dijo que estaría dispuesta, aunque no se especificó la suma.

Adicionalmente, se le preguntó por el tiempo libre que tendría si utilizara otro tipo de cocción, frente a lo cual respondió que dedicaría el tiempo a otras tareas del hogar y a ayudar a su hijo con las tareas.

Alternativas

Sobre las alternativas tecnológicas y energéticas para la sustitución de la leña como energético en el sector residencial, se consultó a los participantes sobre su experiencia con otras fuentes. El profesor Diego Camargo de la UPB, que ha trabajado desde 2004 el tema de la cocción tanto en Medellín como en Montería, mencionó que se hicieron prototipos de estufas solares en Medellín con la Universidad Nacional de Colombia, este tenía costos cercanos a los 80.000 pesos y podría tener una vida útil de 5 años, sin embargo, se dependía de las condiciones climáticas para poder cocinar.

En la UPB se han hecho algunos ejercicios con avances para mejorar la eficiencia de la cocción con leña, como quemadores de biomasa. Hasta el momento no han surgido iniciativas comerciales, pero se ha intentado formular estos proyectos para hacerlos viables económicamente. Para este docente, es preferible utilizar la leña al GLP, porque considera que la leña no genera emisiones, mientras que el GLP sí lo hace. Sin embargo, se aclara que, para la definición de las estrategias de mediano y largo plazo para sustitución de leña, por parte del equipo consultor, se tomará como eje principal la salud.

Otro docente, Fabián Villafañe de la Universidad de Córdoba, menciona que la problemática no está dada por el GLP, sino por su cadena de valor. Se debería garantizar su

disponibilidad de forma ininterrumpida a los usuarios para que los usuarios vean un beneficio en su uso frente a la leña. Además de tener en cuenta los costos de este energético para los hogares con menos recursos económicos. Los asistentes mencionan que la mayoría de los habitantes de la zona rural trabajan como jornaleros con pagos de aproximadamente 15.000 pesos diarios, así que sería muy complicado para ellos adquirir el GLP, más los demás instrumentos necesarios, a los precios de mercado.

Sobre biogás, algunos asistentes comentan que existen soluciones comerciales en el mercado y que se han implementado, sin embargo, estas no han llegado a los más vulnerables por la falta de comunicación y los costos de promoción que tendrían que asumir los productores y/o vendedores. Una iniciativa empresarial comentada por el ingeniero Carlos Silgado, consiste en estufas de leña mejoradas que además generen energía suficiente para encender 3 o 4 bombillas con el vapor que estas producen por el furgón. Se mencionó también un programa de biogás que se estaba implementando en Antioquia, pero al parecer no ha tenido continuidad.

Además de las alternativas energéticas y tecnológicas, los asistentes al taller mencionaron la importancia de implementar programas que perduren en el tiempo y que no solamente lleven una alternativa a los usuarios, sino que los haga partícipes de la solución y les capacite en su uso, mantenimiento y beneficios.

Conclusiones

Finalmente, se llegó a la conclusión de que hay cuatro factores que se deben tomar en cuenta al momento de determinar las alternativas para sustituir la cocción con leña en los hogares del país, y tomando en cuenta estos factores se podría maximizar la calidad de vida de los usuarios, tomando en cuenta que uno de los ejes principales del planteamiento de este proyecto es la salud.

- El recurso energético y su disponibilidad en la zona y para el hogar.
- El arraigo cultural y la educación, para que la comunidad tenga un rol activo en la solución.
- La cadena de distribución del energético y su cadena de valor.
- La sostenibilidad (ambiental) de la alternativa.

Las soluciones que se propongan deben garantizar la disponibilidad, la cadena de valor del energético sustituto de la leña y sostenible en el tiempo.

Imágenes Fotográficas

FOTOS TALLER REGIONAL- CARIBE



Foto: Presentación del Taller Regional



Foto: Asistentes al Taller

16.1.2. Taller Regional Nariño

Motivo: Taller Regional Pasto

Fecha y hora: octubre 3 de 2019, 2:00 pm – 6:00 pm.

Lugar: Pasto, Nariño.

Asistentes

N°	Nombre	Entidad	Correo electrónico
1	Andrés de La Vega	G.C.C. Montagas	andres.delavega@montagas.com.co
2	Rosa Myriacey Jojoa	El Búho Reserva Natural	coobuho@gmail.com
3	Concepción Matabanchoy	Red de reservas	cmatabanchoy@gmail.com
4	Javier Revelo	Universidad de Nariño	javierrevelof@udenar.edu.co
5	Erika Tumul	Mercadeo Montagas	erika.tumul@montagas.com.co
6	Karol Torres	SENA apoyo ambiental	katorresv@sena.edu.co
7	Sophia Caicedo	C&C	sofia@caicedoycaicedo.com
8	Adriana Caicedo	C&C	adriana@caicedoycaicedo.com
9	Mario Fernando Martínez	Universidad de Nariño	fercho4562@hotmail.com
10	Felipe Belalcázar	IDSN	entornossaludables.idsn@gmail.com
11	Amanda Martínez	Secretaría Agricultura	amanda.martinez207@hotmail.com
12	Julián Gómez	SEYPREC S.A.S.	juliangomez@greenpomona.com
13	Diana Bolaños	S.G.A.	dianabcabrera@hotmail.com
14	Darío Fajardo	Universidad de Nariño	dario@udenar.edu.co
15	Malory Nazareno	Universidad de Nariño	mncarchana4@gmail.com
16	Karen Delgado	Universidad de Nariño	karendps@gmail.com
17	Jesus Daniel Latorre	Universidad de Nariño	jlatorre.9009@gmail.com
18	Luis Augusto Yepes	Corpoema	layg15@gmail.com
19	Fabio González	Corpoema	fgonzalezb@unal.edu.co
20	Laura Hortúa	Corpoema	laura.hortua@corpoema.net

Objetivos

- Socializar el proyecto con interesados de las regiones con mayor consumo de leña para cocción en el sector residencial, con el fin de identificar lecciones aprendidas de programas anteriores, propuestas de las comunidades e información que permita enriquecer la propuesta de programa, además de identificar y priorizar acciones previstas para el programa de sustitución progresiva de leña.
- Discutir sobre los aspectos culturales, de género y étnicos relacionados con el uso de leña como energético para cocción en Colombia, escuchando la percepción de los asistentes sobre las costumbres y/o tradiciones que se deberían tomar en cuenta en la identificación de alternativas energéticas y tecnológicas.
- Generar un diálogo sobre las alternativas energéticas, tecnológicas e institucionales que permitirían la implementación de un nuevo programa para la sustitución y/o uso más eficiente y limpio de la leña en el sector residencial del país.

Orden del taller

Presentación

Se dio inicio al taller con una breve presentación del proyecto y sus objetivos para contextualizar a los asistentes sobre el estado del estudio y el objetivo del taller, que no era presentar unos resultados, sino por el contrario, dialogar y escuchar su percepción frente al tema del consumo de leña en la actualidad y de las alternativas para su sustitución identificadas hasta el momento, así como de los aspectos a tener en cuenta en un futuro programa de sustitución progresiva de leña como energético para cocción.

En esta presentación se mostraron datos del Departamento Nacional de Planeación donde se presentó un estudio de actualización de los costos por muertes y enfermedades asociadas a la degradación ambiental producidos por la contaminación intramural, los contaminantes que afectan la salud por unidad de energía proporcionada, (que compara diferentes energéticos), muestra cómo la leña tiene 26 veces la cantidad de material particulado que el GLP, entre otros. Esto con el fin de mostrar que el foco del plan de sustitución de leña sería disminuir los impactos sobre la salud que el cocinar con este energético trae para los hogares.

La cocción en los hogares

Tradicionalmente en los hogares se cocinaba en una Tulpa, es decir, un fogón a tres piedras. Las asistentes al taller que cocinan con leña en la zona de la laguna de La Cocha, en Nariño, mencionaron que toda la vida ha cocinado con leña, aunque en sus hogares cuentan con estufas mejoradas de leña que obtuvieron a partir de un programa de CORPONARIÑO. Dicen que esta estufa es buena, no hay mucho humo (a excepción de los momentos en que se enciende o alimenta el fuego) porque tiene una salida fuera de la vivienda y les parece útil la plancha de hierro que hace que la comida se mantenga caliente sin necesidad de alimentar el fuego todo el tiempo.

Con respecto a la recolección de la leña, comentan que esta se obtiene principalmente de las podas naturales de los árboles, de podas y de árboles que mueren. Sin embargo, en ocasiones cuando se reúnen muchas personas, como en la minga o el cabildo indígena, puede ser necesario cortar algunos árboles. Las mujeres mencionan que han sembrado algunos árboles como eucalipto o ciprés para repoblar y ser utilizados como leña más adelante. Tienen un compromiso por cuidar el bosque y sus árboles para que las futuras generaciones puedan disfrutar algo de la calidad de vida que ellas han tenido. Al respecto, mencionan que el bosque ha crecido en los últimos 30 años debido a su cuidado y a que ya no se talan árboles para luego vender carbón, como se hacía anteriormente. Sin embargo, también mencionaron un estudio hecho con estudiantes de maestría de la Universidad Javeriana, donde se concluyó que es beneficioso abrir algunos claros en el bosque en esta zona para que nazca más biodiversidad.

Sobre la posibilidad de sustituir la leña por otro energético, las asistentes al taller dicen que lo considerarían, pero tendrían que hacer un ensayo antes de migrar en conjunto con los hogares de sus asociaciones de reservas naturales. Sin embargo, comentan que ellas tienen GLP en sus hogares, calientan alimentos y cocinan algunas cosas con este energético que es muy importante, pero dicen que hay muchas familias que no pueden

comprarlo por sus costos, además tiene algunos defectos como la cantidad de combustible que a veces no es suficiente o no cubre las necesidades de grupos o familias grandes, y las estufas entregadas por Montagas (la empresa distribuidora de GLP en la zona) en su programa de responsabilidad social empresarial, son muy pequeñas para cocinar para familias grandes. También mencionan la preocupación de sustituir la leña por un energético como el gas, que no es renovable y por lo tanto se va a acabar algún día.

Otros asistentes al taller mencionaron que la leña está arraigada culturalmente a la familia, al sabor de la comida, etc. Aun cuando hay disponibilidad y acceso a otras alternativas, este energético se mantiene en uso por parte de los hogares.

En este mismo sentido, algunos asistentes al taller mencionan que en algunos hogares de estrato alto se cocina con leña, aun cuando hay recursos para pagar un energético más costoso como el gas. En este punto las costumbres culinarias también pueden jugar un rol importante.

Otras costumbres

Además de la cocción, en la zona cercana a la Laguna de La Cocha y probablemente en otras zonas con clima frío, la leña se utiliza para climatizar los hogares cuando está haciendo mucho frío y es necesario encender una fogata o chimenea. En los lugares donde se tienen iniciativas turísticas, especialmente, se utilizan chimeneas en las habitaciones. Respecto a este tema, un profesor de la Universidad de Nariño mencionó que el PERS de Nariño se encontró que tanto los hogares de ingresos bajos como los de ingresos altos utilizan la leña para calefacción.

Es importante considerar también las costumbres de los grupos étnicos, que han habitado ancestralmente esta zona, por ejemplo, la etnia quillacinga, que son “hombres de fuego” y consideran que si se apaga el fuego se apaga la vida. Además de la cocción, la leña tiene un uso cultural para estas comunidades que se reúnen alrededor de la *tulpa* como un espacio sagrado, de educación, de discusión y de realización de rituales.

Salud

Un representante del Instituto Departamental de Salud de Nariño mencionó que este es un tema relevante en la región. Aproximadamente en el 90% de los municipios de Nariño, el EPOC (enfermedad pulmonar obstructiva crónica) es una de las principales causas de muerte. Sin embargo, la población no siempre es consciente del impacto que tiene la cocción con leña en su salud, por lo cual sería importante acercar los programas de sustitución de leña con programas o proyectos de salud en los municipios.

Disposición a pagar

La disposición a pagar de los usuarios de leña para utilizar otro energético para cocción fue discutida en varios momentos del taller. Los asistentes parecían estar de acuerdo en que tener mayores ingresos no necesariamente conlleva a una sustitución del combustible para cocción. Las preferencias de las personas las llevan a comprar otras cosas como electrodomésticos o teléfonos celulares, pero culturalmente el combustible para cocinar no es una prioridad, especialmente cuando la leña tiene un costo muy reducido o no tiene

costo. El gas no hace parte de la economía del hogar, por lo tanto, pagar un recibo o comprar un cilindro de gas no es bien percibido por los usuarios.

Alternativas

Sobre las alternativas tecnológicas y energéticas para la sustitución de la leña como energético en el sector residencial, se mencionó el uso de GLP en la región, donde tiene una amplia distribución y no se cuenta con una alternativa de gas natural.

Estufas de leña mejoradas

Con respecto a las estufas de leña, estas se han difundido en la región principalmente por CORPONARIÑO y parecen tener una buena aceptación por parte de los usuarios. Sin embargo, el sector académico considera que estas estufas tienen una eficiencia menor al 20% y que hay mucho calor saliendo por las chimeneas. En este sentido, es importante que se finalice la construcción de la norma técnica para este tipo de estufas que ha estado en formulación hace un tiempo.

El proyecto de Montagas

Como parte de su programa de responsabilidad social empresarial, la empresa Montagas SA ESP ha implementado un proyecto en el cual ha entregado cerca de 16.800 kits de cocción con GLP, y aunque en muchos casos no se ha sustituido totalmente la leña, Andrés de La Vega considera que al menos se ha reducido el consumo de leña porque los hogares ahora calientan las comidas con gas y cocinan con leña. Al preguntar sobre la sostenibilidad de este proyecto en el tiempo, comentó que en la actualidad se mantiene la rotación de aproximadamente el 43% de los cilindros que se han entregado.

Otros comentarios relevantes

- Un tema tratado por el profesor Darío Fajardo de la Universidad de Nariño, fue el consumo de leña por sectores diferentes al residencial, como es el caso de las ladrilleras, los trapiches, y la producción de cal. Estos tienen eficiencias muy bajas y altos consumos de leña.
- Es importante incluir a la salud como sector en la sustitución de leña, no solamente tomarlo como una fuente de datos.
- La energía solar no tiene buena viabilidad en la región por las condiciones climáticas, su generación es muy baja.
- Una de las asistentes tuvo en su finca un biodigestor, pero un árbol cayó sobre la marranera y se dejó de generar.
- Una alternativa a considerar para subsidiar el GLP es la estrategia de tarjetas exclusivas para gas utilizadas en Ecuador.
- Se discutió el tema de las emisiones de GLP con respecto a las emisiones de la leña.

Conclusiones

- Hay un fuerte arraigo en la zona con respecto al uso de leña, tanto por factores culturales, como por la falta de interés en pagar por una fuente de energía alternativa

a la leña ya que así aumenten los ingresos se prefiere adquirir otros bienes de consumo.

- El sector salud tiene un rol importante dentro de la promoción de la sustitución de la leña por otros energéticos en el sector residencial, y debería ser tomado en cuenta en el plan.
- En la región se han dado programas de estufas mejoradas y de GLP, aunque estos no han sido parte de una estrategia nacional o regional coordinada.
- El debate sobre la sostenibilidad de la leña con respecto a otros energéticos es importante en el tema de sustitución de leña.
- Además del sector residencial, hay sectores productivos que utilizan la leña en grandes cantidades, y sus consumos también deberían ser considerados.

Imágenes Fotográficas



16.1.3. Taller Regional Antioquia

Motivo: Taller Regional

Fecha y hora: octubre 10 de 2019, 8:00 am – 12:30 pm.

Lugar: Medellín, Antioquia.

Asistentes

N°	Nombre	Entidad	Correo electrónico
1	Rosa Elvira Noreña Giraldo	Cornare	enorena@cornare.gov.co
2	Jonatan Gutierrez Vanegas	Universidad de Antioquia	jonatan.gutierrez@udea.edu.co
3	Ligia Maria Millán	EPM	ligia.millan@epm.com.co
4	Stefania Uribe Palacio	EPM	stefania.uribe@epm.com.co
5	Yenny Serrano	EPM	yenny.serrano@epm.com.co
6	Claudia C. Gómez	EPM	claudia.gomez.maya@epm.com.co
7	Jorge Ramirez	Consultor- Corpoema	jorgeramirez90@hotmail.com
8	Santiago Bernal	Excelsar	bernalsantiago@hotmail.com
9	Carlos Mario Chica Arrieta	HACEB	carlos.chica@haceb.com
10	Enrique A. Henas	Sec. Salud Medellín	enrique.henas@medellin.gov.co
11	Luisa Salazar	Sec. De las Mujeres Ant.	lsalazarga@antioquia.gov.co
12	Marylin Gomez M	Sec. De las Mujeres Ant.	desarrolloeconomicomujeres@antioquia.gov.co
13	Yuly Barrientos Gómez	Min. De Energía	yabarrientos@minenergia.gov.co
14	Luis Augusto Yepes	Corpoema	layg15@gmail.com
15	Fabio González	Corpoema	fgonzalezb@unal.edu.co
16	Ingrid Quiroga Mojica	Corpoema	Ingrid.quiroga@corpoema.net

Objetivos

- Socializar el proyecto con interesados de las regiones con mayor consumo de leña para cocción en el sector residencial, con el fin de identificar lecciones aprendidas de programas anteriores, propuestas de las comunidades e información que permita enriquecer la propuesta de programa, además de identificar y priorizar acciones previstas para el programa de sustitución progresiva de leña.
- Discutir sobre los aspectos culturales, de género y étnicos relacionados con el uso de leña como energético para cocción en Colombia, escuchando la percepción de los asistentes sobre las costumbres y/o tradiciones que se deberían tomar en cuenta en la identificación de alternativas energéticas y tecnológicas.
- Generar un diálogo sobre las alternativas energéticas, tecnológicas e institucionales que permitirían la implementación de un nuevo programa para la sustitución y/o uso más eficiente y limpio de la leña en el sector residencial del país.

Orden del taller

Presentación

Se dio inicio al taller con una breve presentación del proyecto y sus objetivos para contextualizar a los asistentes sobre el estado del estudio y el objetivo del taller, que no era presentar unos resultados, sino por el contrario, dialogar y escuchar la percepción de los invitados frente al tema del consumo de leña en la actualidad y de las alternativas que se pudieran identificar para su sustitución en el momento. También aspectos a tener en cuenta en un futuro para el programa de sustitución progresiva de leña como energético para cocción.

En esta presentación se mostraron los datos de consumo de leña por regiones en el país, donde se identificó que Antioquia ocupa el quinto lugar de consumo (7%). De igual forma, se mostraron los efectos de deforestación causados por el consumo de leña en los hogares rurales. Entre los hallazgos se evidenció que por cada 100 familias que consumen leña al año, se está degradando una hectárea de bosque denso en el planeta. La quema de árboles (leña) aumenta los niveles de concentración de CO₂ en el ambiente, contribuyendo al calentamiento global.

Por otro lado, se mostraron datos del Departamento Nacional de Planeación donde se presentó un estudio de actualización de los costos por muertes y enfermedades asociadas a la degradación ambiental producidos por la contaminación intramural, los contaminantes que afectan la salud por unidad de energía proporcionada, (que compara diferentes energéticos), muestra cómo la leña tiene 26 veces la cantidad de material particulado que el GLP, entre otros. Esto con el fin de mostrar que el foco del plan de sustitución de leña sería disminuir los impactos sobre la salud que el cocinar con este energético trae para los hogares.

De igual forma, se presentó una tabla con las eficiencias térmicas en tres prototipos de estufas eficientes (denominadas Huellas- Cornare, FN- Fundación Natura y SCE- Sistema de Cocción Eficiente), en las que se realizó la prueba de Water Bolling Test, aplicando la prueba de rendimiento de cocina (KTP). Entre los hallazgos se resaltó que, aunque la implementación de estufas mejoradas en el territorio nacional ha aumentado la eficiencia de cocción de los hogares, los porcentajes son aún muy bajos y no son significativos para determinar que haya una mejora en la calidad de vida de los hogares. Tema que se dejó a discusión por parte de los asistentes al taller. El principal cuestionamiento giró en torno a que la eficiencia de las estufas no era clara.

Para finalizar la presentación se mostraron las alternativas identificadas hasta el momento por el grupo consultor en donde se identificaron: Las estufas mejoradas, el GLP, la Biomasa y la Electricidad.

Bajo este panorama, se desarrolló el orden del día obteniendo las siguientes participaciones:

La cocción en los hogares

Con respecto a las estufas mejoradas, Rosa Elvira Noreña Giraldo, delegada asistente por CORNARE, comentó que la política de CORNARE es ir donde más se necesita. En algunos

municipios las familias colaboran con algunos recursos que pueden aportar. De igual forma señaló que la corporación se encuentra trabajando en un programa de 2.000 estufas para completar un total de 31.000 en su jurisdicción desde hace 30 años. Dentro de esta cantidad, el Ministerio de Medio Ambiente ha ayudado a financiar cerca de 3.000 estufas.

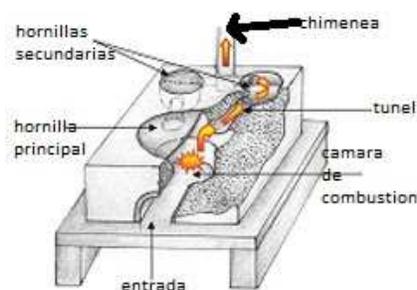
De igual forma, Rosa Elvira expuso que en sus salidas al campo se evidenció que quienes cocinan con leña se quejan de dolor de cabeza, ardor en los ojos y del olor a humo que les queda impregnado en la ropa. Con el cambio por otro modelo de cocción se observan las ventajas y el beneficio en salud además de los ahorros en el tiempo que se utiliza en las labores de corte y recolección, pero existe una limitante y es el precio del combustible que en ocasiones hace que, aunque la familia cuente con estufa a GLP, deba recurrir a la de leña dado a que el costo de esta es cero.

Ante la pregunta de si existe oferta comercial de estufas eficientes en Antioquia, la respuesta fue afirmativa, explicando que para este tipo de proyectos se hacía la contratación mediante licitación. Aquellos que deciden hacerlas por sí mismos se les recomienda que acudan a los mismos proveedores para que las estufas queden bien hechas. El precio de la estufa instalada es de \$1.2 millones. En una nueva visita del proyecto se evalúa la estufa construida a fin de determinar cómo quedó el manejo y operación del sistema y adelantar los primeros mantenimientos.

Cuando se le pregunta a CORNARE sobre la posibilidad de estufas mejoradas en un programa masivo de sustitución de leña manifiesta que seguramente es una solución pertinente para viviendas que se encuentran a grandes distancias, pero la conexión a gas debe ser la solución en otros casos. Otros asistentes al taller mencionaron que la leña está arraigada culturalmente a la familia, al sabor de la comida, etc. Aun cuando hay disponibilidad y acceso a otras alternativas, este energético se mantiene en uso por parte de los hogares.

Por otro lado, Luisa Salazar, delegada de la Secretaría de la Mujer de la gobernación de Antioquia señala que hay una división por género del trabajo. Las mujeres están más en el cuidado doméstico. La Secretaría de las Mujeres trabaja en prevención y acompañamiento a las madres rurales para mejorar su calidad de vida. En una de sus visitas observó que se utilizan las Estufas Lorena a base de carbón diseñadas para dos hormillas. Este prototipo de estufa puede ser portátil y tiene como ventaja su bajo costo en el mercado que oscila entre 400 y 500 mil pesos. De esta manera, se acelera el tiempo de preparación de los alimentos, se le hace un fácil mantenimiento y pueden coordinar mejor su trabajo y contar con tiempo libre, traduciéndose en mejoras de la calidad de vida.

Ilustración 18 Estufa Lorena



Fuente: Extraído de: <http://jopoyveracruz.blogspot.com/2011/08/fogon-mejorado-estufa-ahorradora-de.html>

Posteriormente Luisa argumentó que en el departamento de Antioquia existen veredas que se encuentran a 3 días de camino de las cabeceras municipales y en éstas las soluciones tienen que ser prácticas. Las Estufas Lorena de las que hay unas 500.000, si bien son pocas, ayudan en zonas apartadas y pueden ser asequibles para los hogares ubicados a estas distancias. Con base en las estufas eficientes, nace la pregunta ¿qué se está pensando en términos de sostenibilidad? Porque a grandes rasgos se puede observar que la solución sería el GLP, pero ¿no es posible hacer la transición a combustibles más limpios que puedan ser usados en regiones como Urabá, Urrao, Bajo Cauca y el Norte de Antioquia?

Se comenta la posibilidad de usar energía solar, se dice que 1 kW instalado requiere 8m² de panel solar y la instalación tiene un costo de unos \$15 millones sin la posibilidad de uso en cocción. Antioquia es un departamento con un componente rural muy alto y con viviendas también lejanas a las cuales solo se llega después de 3 a 4 días de viaje en mula. De igual modo, el uso de paneles solares necesita contacto directo con los rayos del sol, por lo que en tiempos nubosos esta tecnología no sería la óptima.

De esta manera, las asistentes de EPM comentaron que se ha electrificado unas 120.000 viviendas en el departamento, pero, por arraigo cultural, es difícil sustituir leña a pesar de contar con electrificación. Del total de viviendas electrificadas y con posibilidad de sustituir leña, el 62% no lo hace por el arraigo cultural. La factura de energía promedio es de unos \$25.000 consumo + financiación de la acometida al mes y \$10.000 donde se haga uso de la cocción. Aún falta por electrificar unas 20.000 viviendas. Una de las limitantes ha sido el manejo operativo y logístico para entrega de facturas dado que el pago por parte de los usuarios es muy complejo y costoso. Eventualmente, si la solución fuera GLP, podría pensarse en cilindros más grandes.

Se ha argumentado que la neutralidad en el consumo de leña por las Estufas Mejoradas debería ir de la mano con la resiembra e instalación de huertos leñeros. Sin embargo, el modelo no ha sido exitoso y no hay casos positivos de implementación. Si se siembran los huertos leñeros y no hay mantenimiento, la inversión se pierde lo cual puede dar lugar a preguntas de los entes de control con la consecuencia de detrimento patrimonial. Habría que pensar el esquema, considerando que los campesinos no tienen el tiempo para administrar esta actividad. De proseguir la idea del huerto leñero hay que independizar la actividad del campesino y establecer que las labores de creación y administración del

huerto las debe manejar alguien más (gobiernos locales). Es importante contactar al DNP sobre el tema de huertos leñeros para saber su posición respecto al tema.

En biogás hay que determinar en qué casos funciona; se sabe por EPM que las marraneras pueden ser exitosas en el manejo de biodigestores dado a que se cuenta con materia prima y se prestan para procesos en viviendas rurales individuales y dispersas, pero la operación de biogás implica actividad sin remuneración para la recolección de biomasa y, por otro lado, no siempre hay quien la realice.

Se sugiere por parte de EPM considerar subsidios para aquellas familias que viven a 3 y 4 días de las cabeceras, los cuales deben ser diferentes por ejemplo a un usuario del estrato 1 de Medellín. Respecto a este tema, Jorge Ramírez explica que existe una diferenciación de subsidios rurales bajo la Ley 1099 de 2006, que podría dar un camino para que se hiciera efectiva la diferenciación en el caso de las soluciones aisladas. Hay que hacer una consideración especial sobre el área rural donde los pobres son más “pobres” que un estrato bajo de la ciudad. Lo cierto es que, pese a que Antioquia está electrificada en un 96%, un buen número de viviendas sigue cocinando con leña.

De esta manera, si se piensa realizar un plan de masificación, se debe tener en cuenta una caracterización por municipios de tal forma que se pueda brindar un portafolio de alternativas que esté acorde a las necesidades y posibilidades de cada región.

A su vez, el delegado de la Secretaría de Salud Enrique Henao expuso que la estrategia está equivocada. Manifiesta que, aunque es importante aumentar eficiencias en estufas, el asunto es preguntarse qué tan alto es el problema de salud. Las EPS deben intervenir porque ellas están en la obligación de invertir en promoción y prevención y nunca lo hacen. Hay que trabajar con otras entidades que no han estado en el paseo para responder preguntas como: ¿Cuánto le vale al sistema de salud no contar con energía eléctrica y cuánto si se cambia a un sistema de gas?

En el fondo, mientras no se solucionen los temas de pobreza no vamos a avanzar. Es preciso articular estos planes con Ministerio de Vivienda también, a fin de diseñar soluciones de vivienda rural sostenible que tengan en cuenta las nuevas necesidades de cocción ya que es muy común ver las mejoras de vivienda, pero nada referente al tema de cocción.

Sobre el tema de las eficiencias en cocinas, Carlos Mario Chica delegado de Haceb, expone que las cocinas de inducción pueden llegar al 95% y las de GLP a un 61%. Esta información debe servir de base para el cumplimiento de la meta estratégica de sustituir el consumo de leña por GLP en 100.000 viviendas. De esta manera, se recomienda también entrar en contacto con la Misión de Transformación Energética a ver cuál es su visión sobre temas de biomasa y entender de igual forma la visión del DNP. Se recalca la importancia de conversar con Héctor Herrera de la UPME.

Posteriormente, se le pregunta a EPM sobre el uso de GLP en zonas apartadas, a lo cual responde que EPM ha utilizado gas natural comprimido o GNC para competirle por el mercado a Gases de Antioquia. Si el GLP fuera la solución habría que llevar cilindros a las veredas apartadas y probablemente sería necesario hacer alianzas con proveedores mediante una combinación de estufas mejoradas y cilindros de mayor tamaño para

optimizar la logística, considerando que los costos de transporte por mula, que es la única forma de llegar a esas regiones apartadas, son de \$70.000 por día mula.

Se comenta el programa de GLP en la India, sus principales características, la cesión de subsidios por los consumidores de altos ingresos a otros de bajos ingresos y la bancarización a las mujeres, que hace posible pagar por el cilindro y recibir inmediatamente en la cuenta el componente subsidiado del precio.

Sobre la institucionalidad de estos procesos, a veces hay que sacar el tema del mismo sector y proponer nuevos esquemas institucionales. La institucionalización y definición del programa debe realizarse al más alto nivel del Gobierno. Este tipo de planes que definen políticas públicas debe ser propuesto en un Plan que se presente al CONPES donde se defina alcance, objetivos, los temas cultural y educativo y la articulación necesaria entre todas las agencias del Estado para establecer las características de la AGENCIA IMPLEMENTADORA.

En cuanto a la estrategia que deberá ser implementada por la Agencia, cada energético tiene su lugar, por ejemplo, el GLP con una cobertura mayor y las estufas mejoradas en las zonas donde no pueden llegar otros recursos energéticos. Esta Agencia también tendrá que identificar fuentes de apoyo financiero nacionales e internacionales por ejemplo Fondo Verde del Clima y finanzasdelclima.dnp.gov.co. Hoy en día hay recursos de cooperación internacional para financiar este tipo de programas y la Agencia que se encargue del programa deberá hacer un uso adecuado de estos recursos.

Para finalizar, Jonatan Gutiérrez, representante de la Universidad de Antioquia expuso el avance de la construcción de una estufa de aprovechamiento del vapor- Estufa de gasificación, para hacer frente a la energía en vapor que se fuga por el furgón, de tal manera que se permita aprovechar el calor producido constantemente. La estufa cuenta con una hornilla, hace uso de pellets y alcanza una eficiencia de 40%. Disminuye el consumo, disminuye emisiones y tendría un costo en el mercado de \$500.000. Sigue en desarrollo.

Conclusiones

Algunas conclusiones del taller son:

- El sector salud tiene un rol importante en la promoción de la sustitución de la leña por otros energéticos en el sector residencial, y debería ser tomado en cuenta en el plan.
- En la región se han dado programas de estufas mejoradas y de GLP, aunque las primeras no han sido parte de una estrategia nacional o regional coordinada.
- El debate sobre la sostenibilidad de la leña con respecto a otros energéticos es importante en el tema de sustitución de leña y en el uso de fuentes no convencionales.
- Se debe buscar la manera de articular en la elaboración de proyectos como este, a las entidades gubernamentales que se vean involucradas como es el caso del Ministerio de Medio Ambiente, el Ministerio de Minas y energía, el Ministerio de Vivienda y el Ministerio de Salud.

- Se plantea la formulación de un CONPES de leña, dado el alto porcentaje de familias que aún utiliza este energético como el principal recurso para cocinar.
- Se debe dar fuerza al tema de cambio climático con el fin de buscar una financiación a nivel internacional teniendo en cuenta indicadores de eficiencia energética e indicadores de reducción de huellas del carbono.

Imágenes fotográficas:



16.1.4. Taller Regional Boyacá

Motivo: Taller Regional

Fecha y hora: octubre 17 de 2019, 8:00 am – 12:30 pm.

Lugar: Sogamoso, Boyacá.

Asistentes

N°	Nombre	Entidad/ cargo	Correo electrónico/ teléfono
1	Laura Constanza Guevara	CorpoBoyacá	lauguevara.2546@gmail.com
2	Carlos Alberto López Monsalve	Gobernación de Boyacá	agrocalm2662@gmail.com
3	Fabio José González	Secretaría de Desarrollo de Sogamoso	angelgon188@gmail.com
4	Gloria Cristancho	Ama de casa	3105505014
5	Cesilia Camargo	Ama de casa	3232327727
6	Rosalba Camargo	Ama de casa	3232327727
7	Luz Ángela Martínez	Estudiante/ ama de casa	luzangel548@hotmail.com
8	Rosa Helena Tinjacá	Ama de casa	3115475905
9	Teresa Cristancho	Ama de casa	3208403263
10	Hilda María Mascón	Ama de casa	3208849606
11	Luz Marina López	Ama de casa	3214521680
12	Ingrid Quiroga Mojica	Corpoema	ingrid.quiroga@corpoema.net
13	Luz Ángela Pérez	Corpoema	luz.perez@corpoema.net
14	David Cortés	Corpoema	david.cortes@corpoema.net
15	Fabio González	Corpoema	fgonzalezb@unal.edu.co
16	Gerson Rodríguez	Alcaldía de Sogamoso	gersonvet.alcsogamoso@gmail.com
17	Luis Augusto Yepes	Corpoema	layg15@gmail.com
18	María Cristina Merchán	Secretaria de Agricultura Gobernación de Boyacá	3134572022

Objetivos

- Socializar el proyecto con interesados de las regiones con mayor consumo de leña para cocción en el sector residencial, con el fin de identificar lecciones aprendidas de programas anteriores, propuestas de las comunidades e información que permita enriquecer la propuesta del programa, además de identificar y priorizar acciones previstas para el programa de sustitución progresiva de leña.
- Discutir sobre los aspectos culturales, de género y étnicos relacionados con el uso de leña como energético para cocción en Colombia, escuchando la percepción de los asistentes sobre las costumbres y/o tradiciones que se deberían tomar en cuenta en la identificación de alternativas energéticas y tecnológicas.

- Generar un diálogo sobre las alternativas energéticas, tecnológicas e institucionales que permitirían la implementación de un nuevo programa para la sustitución y/o uso más eficiente y limpio de la leña en el sector residencial del país.

Orden del taller

Presentación

Se dio inicio al taller con una breve presentación del proyecto y sus objetivos para contextualizar a los asistentes sobre el estado del estudio y el objetivo del taller, que no era presentar unos resultados, sino por el contrario, dialogar y escuchar la percepción de los invitados frente al tema del consumo de leña en la actualidad y de las alternativas que se pudieran identificar para su sustitución en el momento. También aspectos a tener en cuenta en un futuro para el programa de sustitución progresiva de leña como energético para cocción.

En esta presentación se mostraron los datos de consumo de leña por regiones en el país, donde se identificó que Boyacá ocupa el sexto lugar de consumo de leña por departamento. De igual forma, se mostraron los efectos de deforestación causados por el consumo de leña en los hogares rurales. Entre los hallazgos se evidenció que por cada 100 familias que consumen leña al año, se está degradando una hectárea de bosque denso en el planeta. La quema de árboles (leña) aumenta los niveles de concentración de CO2 en el ambiente, contribuyendo al calentamiento global.

Por otro lado, se mostraron datos del Departamento Nacional de Planeación donde se presentó un estudio de actualización de los costos por muertes y enfermedades asociadas a la degradación ambiental producidos por la contaminación intramural, los contaminantes que afectan la salud por unidad de energía proporcionada, (que compara diferentes energéticos), muestra cómo la leña tiene 26 veces la cantidad de material particulado que el GLP, entre otros. Esto con el fin de mostrar que el foco del plan de sustitución de leña sería disminuir los impactos sobre la salud que el cocinar con este energético trae para los hogares.

De igual forma, se presentó una tabla con las eficiencias térmicas en tres prototipos de estufas eficientes (denominadas Huellas- Cornare, FN- Fundación Natura y SCE- Sistema de Cocción Eficiente), en las que se realizó la prueba de Water Bolling Test, aplicando la prueba de rendimiento de cocina (KTP). Dentro de los hallazgos se resaltó que, aunque la implementación de estufas mejoradas en el territorio nacional ha aumentado la eficiencia de cocción de los hogares, los porcentajes son aún muy bajos y no son significativos para determinar que haya una mejora en la calidad de vida de los hogares. Tema que se dejó a discusión por parte de los asistentes al taller. El principal cuestionamiento fue sobre la eficiencia de las estufas, puesto que no era claro.

Para finalizar la presentación se mostraron las alternativas identificadas hasta el momento por el grupo consultor en donde se identificaron: Las estufas mejoradas, el GLP, la Biomasa y la Electricidad.

Bajo este panorama, se desarrolló el orden del día obteniendo las siguientes participaciones:

La cocción en los hogares

Con respecto al tema de las estufas mejoradas de leña en el departamento de Boyacá, Laura Constanza Guevara, funcionaria de CORPOBOYACÁ comentó que en el departamento y bajo la jurisdicción de la Corporación no se han desarrollado proyectos de estufas eficiente de leña. La razón principal es que, en la región cercana a Sogamoso, los hogares hacen uso del carbón y no de la leña para cocinar. De esta manera han adecuado sus estufas de tal forma que el humo que el carbón produce salga por un ducto denominado buitrón al exterior de las casas. Como explicaba la señora Hilda María, ama de casa asistente al taller, la leña y el carbón se utiliza para la preparación de alimentos como el mote disminuyendo el tiempo de cocción de los alimentos. Antiguamente hacían uso del Pretonio, que se depositaba en un frasco o botella al que se le hacía un orificio en la tapa para meter un trapo que al encenderlo *“prendía candela y al otro día amanecía uno –perdón- la nariz toda negra de ese humo, así nos criaron y por eso hoy en día estoy tan enferma de tanto comer humo”*. Actualmente hace uso de pipeta de GLP de 40lb (con un costo de 60mil pesos) que le dura aproximadamente 8 meses dado a que la preparación del almuerzo se hace en estufa de carbón y cocina para ella sola, es decir que combina el uso de energéticos dependiendo de la comida.

Doña Hilda María manifiesta que la comida hecha en estufa de carbón conserva su calor a diferencia de la estufa en GLP que debe usarse varias veces para recalentar la comida. La estufa de carbón permanece prendida todo el día, es avivada, el bulto de carbón tiene un costo de 20 mil pesos y dura aproximadamente 15 días. La leña se usa únicamente para iniciar el fuego.

Doña Rosa Elena dice que primero se cocinaba todo con leña, luego cambió a carbón y es lo que ahora se consume, se mantiene caliente la estufa y se aviva insertando un carbón. Ella considera que es muy raro encontrar una persona que en Sogamoso use como combustible la leña. La estufa de carbón está adecuada para que se pueda utilizar tanto leña como carbón.

Una estufa de carbón puede costar unos 400 mil pesos en materiales sin contar el herraje y el montaje, con medidas de 1m por 0,50m.

Culturalmente, se considera que el sabor al cocinar con leña o carbón es muy diferente al del gas.

Por otro lado, doña Gloria Cristancho comentó que en las veredas cercanas a Duitama aún se hace uso de la leña para cocinar. El consumo de leña está relacionado con el índice de pobreza de algunas familias campesinas que no cuentan primero con una casa propia y que trabajan de manera intensiva para ganar dinero que les permite comprar sus alimentos y pagar arriendo. Es el caso de una familia conformada por doña Cecilia Camargo, su hija Rosalba Camargo y su nieto. Su estufa se encuentra en malas condiciones. La emisión de partículas y de gases está a niveles críticos y su estado de salud se ha visto amenazado por la constante inhalación de humo en su hogar. Doña Cecilia y su nieto han sido los más afectados de la contaminación intramural y ambos han estado en el hospital a causa de problemas pulmonares y gripas intensas asociadas a la utilización de leña como combustible para cocinar. Tienen dificultad de utilizar la estufa de gas por desconocimiento. Por ello, ellas recolectan la madera de un bosque cercano a su casa vía al sendero

ecológico la Zarza en Duitama Boyacá, caso similar en Sativasur- Ticuaquita donde viven en su mayoría personas de la tercera edad que actualmente cocinan con leña.

El mantenimiento de deshollar la chimenea se hace cada 8 días, máximo 15.

Por otro lado, don Gerson Rodríguez, delegado de la alcaldía de Sogamoso, expuso que actualmente no se han empleado iniciativas respecto al tema de deforestación por el consumo de leña, pero sí existe este fenómeno, por esto dice que es importante sembrar de la misma forma que se talan árboles. Considera que el agua es vital para cualquier cadena ambiental. De igual forma se expuso el caso de Aquitania sobre la problemática de cultivos de trucha en la laguna. La deforestación se da más en espacios donde se asocia una actividad productiva. Las personas de la región que cocinan con leña no talan árboles, sino que ejercen un proceso de recolección que, aunque trae consigo deterioro del bosque no es el principal foco de deforestación en el departamento. De igual forma convoca a la Corporación regional para que las sanciones correspondientes lleguen a las personas y organizaciones que están deteriorando el medio ambiente. Ha aumentado el número de madres cabezas de hogar en la región y jóvenes sin recursos para comprar carbón. Gerson concluye exponiendo que son temas difíciles de tratar y que se deben unir esfuerzos para brindar soluciones efectivas. Opina que en el caso del GLP, el gas es un “contaminante” pero para el bolsillo de los usuarios. El carbón es mucho más barato y por el diseño de las estufas no se genera humo o hollín dentro de las casas.

Se han presentado casos donde personas provenientes de otras regiones alquilan fincas y queman bosques nativos, queman frailejones para sembrar papa. Se ha hecho gestión desde la alcaldía para controlar este tipo de actividades y se han puesto multas a quienes se les ha podido comprobar estas actividades.

Por otro lado, las amas de casa argumentaron que al cocinar con carbón se genera un humo más “grasoso” que el que se genera al cocinar con leña, lo que hace que el tiempo empleado para limpiar sus cocinas y sobre todo las ollas sea mayor.

La ingeniera María Merchán secretaria de cultura expuso que hace unos 3 o 4 años estuvieron revisando la opción de implementar estufas mejoradas, pero no fue fructífera la gestión dado a que el arraigo cultural de las familias es muy alto y dificulta el introducir una tecnología donde los hogares se encuentran satisfechos con sus estufas adecuadas a base de carbón. Por otro lado, manifiesta que el tema no se había tomado desde una perspectiva de salud. La gestión y la creación de un proyecto debe ser fundamental. Este debe ir en línea a un proceso masivo de capacitación y de consentimiento por parte de los hogares como también contar con la sinergia institucional y en lo posible llevar formulado el proyecto a la administración que entre y la contemple en su plan de gobierno.

Para conclusión del taller tanto los representantes de la gobernación del departamento como el delegado de la alcaldía y la delegada de CORPOBOYACÁ se comprometieron a sumar esfuerzos en pro de las familias que aún cocinan exclusivamente con leña y que carecen de recursos para mejorar su tecnología de cocción, dado que aunque es discutible el impacto ambiental que ocasiona el cocinar con leña, se está de acuerdo con las repercusiones en la salud de las personas, en especial de las mujeres y niños.

Conclusiones

- No se han implementado programas de estufas mejoradas por CorpoBoyacá ni por administraciones gubernamentales anteriores.
- El consumo de biomasa gira en torno al uso de carbón como energético principal en sus hogares.
- Cuentan con estufas adecuadas para la cocción con carbón, pero antiguamente preparaban sus alimentos con leña. Por motivos de salud (pulmonar, ardor en los ojos, parálisis facial) suspendieron el uso de leña.
- Hay hogares que utilizan tanto GLP (para cocción del desayuno y cena) como leña (para cocción del almuerzo).
- Se deben buscar alianzas entre los gobiernos locales y las instituciones nacionales con el fin de dar soluciones que garanticen la sostenibilidad de las posibles alternativas de mitigación.

Imágenes Fotográficas

FOTOS TALLER REGIONAL- SOGAMOSO



Foto: Presentación Taller Regional



Foto: Asistentes Taller Regional



Foto: Vivienda con estufa mejorada



Foto izquierda y derecha: Vivienda con estufa de leña en mal estado y paredes contaminadas con hollín

Anexo 2 – Taller de Expertos

Bases Plan de Sustitución Progresiva de Leña

Memorias Taller Expertos

Motivo: Taller Expertos

Fecha y hora: octubre 24 de 2019, 8:00 am – 01:00 pm.

Lugar: Bogotá D.C

Lista de Asistentes:

N°	Nombre	Entidad/ cargo	Correo electrónico/ teléfono
1	Carlos A. Berbén	Alternativas LDTA	carbermon@gmail.com
2	Felipe Gómez	Agremgas	fgomez@agremgas.com
3	Martin Mora	Gas Gombel	martin.mora@gasamigo.com.co
4	Sara Lucía Mira Roa	Haceb	sara.mira@haceb.com
5	Adriana Arévalo Mojica	Andesco	adriana.arevalo@andesco.org.co
6	Carlos Torres Duque	Fundación Neumológica	ctorres@neumologica.org
7	Alba Duarte	Gasnova	albaduarte55@gmail.com
8	Esteban Gómez Correa	UPME	esteban.gomez@upme.gov.co
9	Carlos Eduardo Niño	UPME	carlos.nino@upme.gov.co
10	José Alfredo Ladino	Indisel	diag@indisel.com.co
11	María Isabel Varela	IPSE	mariavarela@ipse.gov.co
12	Germán León	Gasnova	gleon@gasnova.co
13	Heriberto Dorado	Biotec	heriberto.dorado@biotec.net
14	Dora Castaño	UPME	dora.castano@upme.gov.co
15	Julio Flórez	Particular	julioflorez-25@hotmail.com
16	Luz María Ospina	CREG	maria.ospina@creg.gov.co
17	Alejandro Martínez	Gasnova	amartinez@gasnova.co
18	Héctor Herrera	UPME	hector.herrera@upme.gov.co
19	Marcela Bonilla	UPME	marcela.bonilla@upme.gov.co
20	David Cortes	Corpoema	david.cortes@corpoema.net
21	Diego Miguel Piñeros	MME	dmpineros@minenergia.gov.co
22	Javier Aristizabal	MADS	jaristizabal@minambiente.gov.co

23	Felipe Villegas	Corpoema	felipe@nativasconsultores.com
24	Juan Uribe	Senado de la República	juan.uribe@senado.gov.co
25	Carlos Castellanos	CREG	carlos.castellanos@creg.gov.co
26	Sara Vélez C.	MME	svelez@minenergia.gov.co
27	Oriana Serrano	Fundación Natura	oserrano@natura.org.co
28	Nidya Chaparro	MADS	nchaparro@minambiente.gov.co
29	Paula Andrea Roa	Congreso Nacional	paula.roa@camara.gov.co
30	Samuel Osorio	Sec. de Salud	sdosorio@saludcapital.gov.co
31	María Báez	CAR. Cundinamarca	mbaezc@car.gov.co
32	Carlos David Beltrán	Particular	cdbeltran@yahoo.com
33	Johanna Vanegas	CAR	johanavanegas07@gmail.com
34	Diana Becerra	ANDI	plectrodomesticos@andi.com
35	Guillermo Cajamarca	Celsia Energía	gcajamarca@celsia.com
36	Héctor Herrera	UPME	hector.herrera@upme.gov.co
37	Carlos Mauricio Silva	Min. Ambiente	carsilva@minambiente.gov.co
38	Darío Mayorga	Corpoema	mayorgadario@gmail.com
39	Laura Hortúa	Corpoema	laura.hortua@corpoema.net
40	Luz Ángela Pérez	Corpoema	luz.perez@corpoema.net
41	Ingrid Quiroga	Corpoema	ingrid.quiroga@corpoema.net
42	Fabio Gonzalez	Corpoema	fgonzalezb@unal.edu.co
43	José Rincón	Corpoema	joserinconmartinez@gmail.com
44	Luis Augusto Yepes G	Corpoema	layg2015@gmail.com

Objetivos

- Socializar el proyecto con los expertos de cada alternativa propuesta, con el fin de identificar lecciones aprendidas de programas anteriores, propuestas de las comunidades e información que permita enriquecer la propuesta del programa, además de identificar y priorizar acciones previstas para el programa de sustitución progresiva de leña.
- Discutir sobre los aspectos culturales, de género y étnicos relacionados con el uso de leña como energético para cocción en Colombia, escuchando la percepción de los asistentes sobre las costumbres y/o tradiciones que se deberían tomar en cuenta en la identificación de alternativas energéticas y tecnológicas.

- Generar un diálogo sobre las alternativas energéticas, tecnológicas e institucionales que permitan la implementación de un nuevo programa para la sustitución y/o uso más eficiente y limpio de la leña en el sector residencial del país.

Orden del taller

Presentación

Se dio inicio al taller con una breve presentación del proyecto y sus objetivos para contextualizar a los asistentes sobre el avance del estudio y el objetivo del taller, que además de presentar unos resultados parciales, se busca dialogar y escuchar la percepción de los invitados frente al tema del consumo de leña en la actualidad y de las alternativas que se pudieran identificar para su sustitución en el momento. También identificar otros aspectos a tener en cuenta en un futuro para el programa de sustitución progresiva de leña como energético para cocción.

En esta presentación se mostraron los datos de consumo de leña por regiones en el país, De igual forma, se mostraron los efectos (quitó esa parte por el debate que hay sobre si el consumo de leña causa o no deforestación) causados por el consumo de leña en los hogares rurales. Entre los hallazgos se evidenció que por cada 100 familias que consumen leña al año, se está degradando el equivalente a una hectárea de bosque denso en el planeta. La quema de árboles (leña) aumenta los niveles de concentración de CO2 en el ambiente, contribuyendo al calentamiento global.

Por otro lado, se mostraron datos del Departamento Nacional de Planeación donde se presentó un estudio de actualización de los costos por muertes y enfermedades asociadas a la degradación ambiental producidos por la contaminación intramural. Los contaminantes que afectan la salud por unidad de energía proporcionada, (que compara diferentes energéticos), muestra cómo la leña tiene 26 veces la cantidad de material particulado que el GLP, entre otros. Esto con el fin de mostrar que el foco del plan de sustitución de leña será disminuir los impactos sobre la salud que trae para los hogares el cocinar con leña.

De igual forma, se presentó una tabla con las eficiencias térmicas en tres prototipos de estufas eficientes (denominadas Huellas- Cornare, FN- Fundación Natura y SCE- Sistema de Cocción Eficiente), en las que se realizó la prueba de Water Bolling Test, aplicando la prueba de rendimiento de cocina (KTP). La principal preocupación respecto a las Estufas Mejoradas gira en torno a su eficiencia real y al número relativamente bajo de estufas en el país lo que plantea la dificultad de estructurar un programa de sustitución de leña de alcance nacional.

Para finalizar la presentación se mostraron las alternativas identificadas hasta el momento por el grupo consultor: Las estufas mejoradas, el GLP, la Biomasa y la Electricidad.

Desarrollo de los paneles

Bajo este panorama, se desarrolló el orden del día obteniendo las siguientes participaciones en los paneles:

Panel Estufas Mejoradas

Panelistas:

- Javier Aristizabal- Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Fabio Gonzalez- Físico y consultor en temas de eficiencia energética en el país.

Desarrollo:

Existe una meta por parte del Ministerio de Ambiente en el primer Plan Nacional de Estufas Eficientes que plantea la construcción de 660 mil estufas en el país en 15 años, 200.000 para este cuatreno. Se han desarrollado unos lineamientos para el impulso de proyectos TIPO de la mano con el DNP que brinda criterios para que las entidades territoriales formulen proyectos de estufas eficientes. Las corporaciones autónomas regionales también han sido precursoras de las estufas mejoradas. Una limitación vista es que los prototipos no han sido pluralistas en el país, sino que ha predominado la promoción de las estufas tipo Huellas en el territorio. En cuanto a la tecnología de las estufas mejoradas, se encuentra próxima a ser expedida la normatividad que será fundamental para elaborar durante el año 2020 un nuevo Plan de Estufas Mejoradas en el país.

Durante el Panel se anotó que la eficiencia de las estufas mejoradas va hasta un umbral del 20% pero varía según el piso térmico donde se instalen. De igual forma se identificó que los prototipos de estufas también varían de acuerdo con las características geográficas y térmicas de las regiones y se deben adecuar a las necesidades de los hogares.

Las familias que aún consumen leña lo hacen porque no hay acceso a otra fuente energética para la cocción de sus alimentos o porque el sustituto tiene asociado un costo que limita su consumo. La leña se encuentra disponible sin ningún costo directo en sus territorios, sin contar con el valor del tiempo de recolección, y es preferida por su efectividad y corta duración para preparar los alimentos.

Sobre los huertos leñeros, aunque el principio que motiva su desarrollo es claro al reponer mediante resiembra de bosques la leña que se consume, la implementación del concepto es compleja. El propio campesino tiene preocupaciones del día a día para atender sus necesidades básicas por lo cual, la resiembra pensando en el largo plazo, no es su prioridad. Además, el área que tiene que dedicar al huerto leñero puede entrar en conflicto con sus necesidades de siembra de otros productos especialmente en zonas de minifundio. Sin contar con que los recursos que se utilicen para estos propósitos, por la falta de una adecuada gestión, podrían no lograr los objetivos propuestos lo que se traduce en deterioro patrimonial si resultan ser fondos públicos.

Se indica que el costo de una estufa mejorada en el país está en promedio en 1.200.000 pesos, aunque es de esperarse que una vez se tenga la norma técnica, el costo se incremente por la necesidad de adecuar la estufa a las exigencias de la nueva normatividad.

Se plantea que la cocción con leña no genera deforestación en el sentido de impactar los bosques nativos, sino que las personas van al bosque a recolectar los residuos que caen de los arboles como ramas y troncos secos. Es decir que hacen uso de la necromasa que produce el bosque para preparar sus alimentos lo que de todas maneras contribuye a la degradación de los ecosistemas al utilizar biomasa que normalmente se descompone y sus nutrientes contribuyen a alimentar los bosques

Hoy en día las familias son más conscientes de los efectos que para la salud trae el inhalar el humo que produce la leña. Muchas familias están dispuestas a cambiar su método de cocción y hacer la transición al GLP.

Se observa que, al hacer la transición, las familias prefieren cocinar su desayuno y su cena en la estufa de gas y el almuerzo en la estufa de leña, pero al haber una limitación de los ingresos en los hogares es inevitable que vuelvan a la cocción con leña para dos de las tres comidas a fin de extender en el tiempo la duración del cilindro de GLP.

Debe haber una transición a un energético que garantice una solución a los problemas de salud asociados a la cocción con leña.

Se deben integrar los esfuerzos de los ministerios de Medio Ambiente, de Minas y Energía, de Vivienda y de Salud para unificar objetivos y garantizar la efectividad de las medidas que saldrán de esta consultoría.

Panel Gas Natural y GLP

Panelistas:

- Sara Veléz- Asesora del Ministerio de Minas y Energía
- Alejandro Martínez- Presidente de la empresa GASNOVA Felipe Gómez – Presidente de AGREMGAS

Desarrollo:

Se deben combinar esfuerzos con el Ministerio de Educación para concientizar los riesgos que trae consigo el cocinar con leña. Existen programas exitosos en el mundo donde no solo hay un cambio en la mentalidad en las zonas rurales sobre las repercusiones en la salud por la inhalación de los gases de combustión de leña, sino que son los niños los que generan la presión para que la sustitución sea una realidad.

En Córdoba Barbada- El mar trae grandes cantidades de madera, pero se cocina con GLP porque los habitantes saben que la leña es mala para la salud. El cilindro de GLP les cuesta \$75.000 y les dura un mes. También se observa que se hace uso de la estufa eléctrica. Se está construyendo conciencia según la cual así haya acceso gratuito a la leña, su uso es perjudicial para la salud y es preferible utilizar otros recursos como el GLP para preparar los alimentos.

En el Congreso de la República se está avanzando en un marco normativo que permita avanzar hacia una transición energética para atender esta problemática.

El Ministerio de Vivienda con el programa de vivienda rural debe incluir el tema habitacional y de espacio para la cocción con salud. Este tema se debe llevar a los medios para generar más conciencia sobre los daños por la cocción de alimentos a base de leña.

Dentro de los trabajos de campo realizados por el Equipo de Trabajo se muestra que las personas cocinan con leña porque el sabor de las comidas no es el mismo que al utilizar GLP. Luz Ángela Pérez, trabajadora social explica que al preguntarle a las madres cabeza de hogar sobre: ¿Si hubiera un programa de sustitución de leña ustedes dejarían de utilizarla? Ellas respondieron que Sí. Entienden que hay un problema de salud, y además

que conseguir la leña requiere más trabajo o esfuerzo físico y que son ellas las que lo deben hacer. En temporadas de sequía a veces deben desplazarse hasta 3 horas para conseguir la leña.

Julio Flórez empresario argumenta que el GLP es una excelente alternativa de sustitución siempre y cuando las personas que puedan utilizarlo tengan el dinero para comprarlo. En Puerto Carreño en el casco urbano, el cilindro de GLP de 100 libras cuesta 180.000 pesos. En comunidades indígenas es muy complejo el tema de las opciones de cocción que se puedan brindar. Por lo general, cortan los árboles y los almacenan por 6 meses para secarse. Allí se presenta el tema de deforestación.

En la Orinoquía se usan los desperdicios del marañón para hacer briquetas que se puedan usar para la cocción. Una de las mejores alternativas sería la biomasa, pero los costos aún son muy altos.

Se debe garantizar la trazabilidad de los cilindros para monitorear mejor los consumos. En distancias prolongadas, un campesino sale cada 30 a 40 días al casco urbano a hacer sus compras. En esta medida es el cilindro de 30 libras el que les presta mejor el servicio de acuerdo con sus necesidades.

Sin embargo, se deben explorar otras opciones de suministro ¿Puede existir la opción de un GLP prepago? ¿O se pueden hacer cilindros más pequeños?

Existe el esquema prepago de energía en el país lo cual podría ser una alternativa para facilitar la compra del GLP. De otra parte, aunque un cilindro más grande es más complejo de transportar y traería consigo un costo más elevado de pago, pudiera pensarse atender mediante este sistema zonas muy aisladas y cobrar los consumos sobre una base mensual. Adicionalmente, un cilindro más pequeño no alcanza a durar el mes e implicaría que el campesino tenga que salir más veces a comprarlo. Sin embargo, podría promoverse el uso de cilindros pequeños en zonas cercanas a los centros poblados con un menor costo de compra para los usuarios.

Según los gremios del sector, debe haber una decisión política de que el GLP es el energético de escogencia para la sustitución de leña y se proponga la meta de transición al GLP de 100mil familias en 4 años, aunque esta es una meta muy baja considerando las 1.600.000 familias que cocinan con leña. Se deben pedir los subsidios a GLP, que sumen 100mil o 400mil millones de inversión social que garanticen que esas familias tengan acceso al energético.

Es importante como gremio decir que somos una alternativa de primer nivel. La población encontró en el GLP una solución a su problema por lo que se debe dejar de llamar subsidio a lo que es una inversión social, donde se busca satisfacer necesidades básicas insatisfechas. Los costos en salud son altos y el usar GLP disminuiría el peso en el sistema de salud. Se requiere un esfuerzo interinstitucional.

Panel de Biogás

Panelistas:

- José Rincón- Químico, académico y consultor en temas de biogás y eficiencia energética en el país.
- Héctor Herrera Flórez- de la Subdirección de Hidrocarburos de la Unidad de Planeación Minero Energético.

Desarrollo:

¿Por qué el Biogás? El Biogás es el mismo gas natural con un poco de más impurezas. Proviene de la biomasa donde 60% es gas natural y el 30%-40% es CO_2 con algunos porcentajes de gas sulfídrico y otras impurezas. El Biogás se empezó a desarrollar por los chinos en 1920. Se utiliza la materia prima de los excrementos de los animales y desechos del maíz, de la caña de azúcar, entre otros. Se han desarrollado diferentes procesos con bolsas de polietileno y otros esquemas más sofisticados que pueden llegar a 5.000 dólares. El Biogás tiene dos beneficios: es un sistema energético y los desechos se pueden usar como biofertilizante. El tiempo de vida es de 5 años, y no se vierten desechos a las aguas. Se estima su valor para efectos del análisis en \$5.200.000 pesos incluyendo la estufa y el sistema del gas.

Se pretende establecer un programa de producción de Biogás rural como alternativa sostenible para las familias que puedan tener facilidad de acceso a este energético. Para hacer un programa se debe dividir por etapas: Una etapa de aprendizaje, en donde se debe formar el recurso humano para que sea capaz de hacer los biodigestores y el mantenimiento de estos. Una etapa de transferencia, es decir de realización de plantas pilotos de los diferentes productos con el fin de saber cuáles plantas serían adecuadas y en qué zonas del país (selección de la tecnología y acción de los microorganismos que trabajan bien a 30-35 grados centígrados). Finalmente, una etapa de saneamiento e implementación donde se constituya un sistema estandarizado, y se pueda empezar a hacer control de calidad de las tecnologías.

Dentro de las ventajas del biogás se tienen: La utilización de residuos, la creación de biofertilizantes, la creación de una economía circular porque se están aprovechando los recursos, la venta de emisiones evitadas.

Se deben aprovechar los apoyos internacionales que sustentan este tipo de tecnologías. Se han implementado programas en Perú, ha habido apoyo de la embajada alemana, el BID, la FAO, entre otras.

Se debe crear una mesa de trabajo conformada por el gobierno y los centros de desarrollo de investigación. Los beneficiarios serían el sector rural y los emprendedores.

Por último, la creación de un centro de investigación de Biogás es vital para el desarrollo de este energético en el país. En la parte financiera, se debe crear y formar el recurso humano y se debe garantizar la consolidación de un mercado comercial.

Por parte de la Subdirección de Hidrocarburos de la UPME:

Se ha venido trabajando el tema del biogás hace unos 3 años, desde 2016 a partir de la expedición de la Resolución CREG para permitir la comercialización del Biogás.

Se llevó una solicitud al CONPES es para establecer el sistema integral de residuos. Se hizo una consultoría con la Universidad Nacional en la que se realizó una estimación de biomasa residual De igual forma se cuenta con una herramienta de valoración energética para el biogás que está disponible en el país y que ha establecido proyectos en ciudades como Neiva.

En el PND se contempla el aprovechamiento de la Bioenergía. Ha habido acercamiento con algunos municipios por medio de la CAR que no han funcionado, entonces la propuesta es que se haga Biogás comunitario. El IICA y el SENA operarían como gestores de la implementación de biogás en los hogares.

Entre los compromisos de reducción de emisiones se está estructurando una NAMA de biogás donde se ha involucrado el Ministerio de Minas y el Ministerio de Medio Ambiente con la colaboración del Ministerio de Agricultura y el de Vivienda. Se busca promover el biogás a pequeña escala y comunitario. Es un energético limpio (no produce CO₂) que es fácil de trabajar, puede generar más energía como por ejemplo la generación de energía eléctrica.

¿Cuál es la valoración en términos de tiempo y trabajo para los usuarios? El biogás rural debe incentivar el trabajo por parte de los usuarios, pero en su valoración económica es necesario incluir los costos de la mano de obra que se requiere para operar el sistema. Los beneficios de implementar el Biogás son la autonomía y los ahorros por el no pago de otros energéticos.

En cuanto al material requerido para producir energía, el desecho de una vaca se estima en 10 kilos días, con 20 kilos se produce un metro cubico de gas para cocinar por dos horas. Debe haber en la vivienda mínimo dos vacas y unos cerdos para producir Biogás para cocción.

El tema es la educación y la transformación del pensamiento para garantizar el éxito de este combustible.

En Puerto Leguizamo, se han establecido proyectos con biogás comunitario. Hay iniciativas, pero falta el apoyo del gobierno.

Nuevo concepto- Biogás renovable referente a biometano. Se puede introducir el mercado de carbono que hace que los proyectos cierren.

Hay diferentes condiciones geográficas de las familias consumidoras de leña y como parte de la política de sustitución que se debe proponer hay que hacer un gran censo para estimar cuál tecnología es la mejor. El biogás tiene la gran ventaja de que se produce con la biomasa del sitio, pero no es cualquier biomasa. Este combustible parte de un proceso biológico con el que se debe garantizar sostenibilidad y solo se puede lograr involucrando a las corporaciones regionales con programas que concienticen y capaciten a los usuarios. Se debe generar un sentido de pertenencia a la tecnología lo que facilita desarrollos posteriores. No todo lo que aparezca orgánico en la finca se debe meter al biodigestor porque las reacciones cambian de acuerdo con la proporción de las biomásas, como es el caso del estiércol de vaca que genera una nata o la gallinaza que actúa diferente. Se debe tener en cuenta este punto y considerarlo en las etapas siguientes. El profesor Rincón

aclara que este es el objetivo del Centro de Investigación de Biogás el cual, junto a la capacitación continua, permitirán el éxito de los biodigestores.

Debe haber sostenibilidad que permita el cierre. Hay muchos centros de investigación que buscan la incursión de la NAMA y que mediante el centro de investigación se puedan brindar resultados acerca de qué biomasa debe ser la adecuada dependiendo la región.

El Centro de investigación Internacional de Biogás produce a partir de excrementos de cerdo 30% y 70% de vacuno la proporción para generación de Biogás. De esta manera se está produciendo biogás incluso para el uso de iluminación con bombillos. Detrás de estos logros hay un proceso de investigación y es precisamente lo que justifica la necesidad de estructurar un programa de biogás en el país.

Colombia es un productor significativo de palma, lo que podría ser una solución comunitaria pero la limitación radica en que son cultivos que no están conectados. La distancia es una limitación para opción de sustitución en la consultoría. Pero al ser un gas manejable, se puede producir y almacenar para distribuir.

Panel Salud, Cultura y Ambiente

Panelistas:

- Carlos Torres- director del Departamento de Investigación del programa de Especialización en Neumología y director de la Fundación Neumológica Colombiana.
- Luz Ángela Pérez- Trabajadora social con experiencia en manejo de comunidades y territorio.
- Samuel Osorio- Médico delegado de la Secretaría Distrital de Salud.

Desarrollo:

Cocinar con leña es un problema de contaminación del aire la cual se divide en contaminación del aire intramural y contaminación del aire extramural. Para poner en contexto, la contaminación del aire es el 5to factor de riesgo para muertes a nivel mundial justo por debajo del tabaquismo. En 2016, 7 millones de personas murieron en el mundo, casi el 50% por contaminación del aire, sobre todo por cocinar con leña.

El Ministerio de Salud el año pasado puso en contexto esta problemática indicando además que en Bogotá no hay un alto impacto dado a que no se cocina con leña en el sector rural. Pero existe un 0.2% de la población es decir 16.600 personas que pueden estar usando este combustible.

Se está haciendo el diagnóstico del porcentaje que cocina con leña y cuál es su impacto para salud. Sin embargo, hay personas que tienen antecedentes de haber cocinado con leña y que han migrado a Bogotá, lo que genera un pasivo en su salud que viene a hacerse efectivo en la actualidad y recargan los sistemas de salud, tomando un papel importante en las urgencias de los hospitales.

Se hacen 6mil encuestas al año que permiten dar un diagnóstico de las personas que han cocinado con leña como factor importante asociado a problemas respiratorios. Las que cocinaron con leña tienen un 70% más de riesgo que las que no lo hicieron (dificultad para respirar, asma, entre otras) Se está estructurando una junta (¿??) para tener en cuenta a estas personas a fin de que cuenten con una atención priorizada y así no recargar el sistema.

Si se ha cuantificado el total de enfermedades respiratorias y lo que le cuesta al sistema, pero en el momento no se tienen indicadores económicos de lo que le cuesta al país atender las enfermedades respiratorias pasivas en el país referentes a la contaminación intramural por consumo de leña.

El riesgo de ingerir humo de una estufa de leña es mayor que el riesgo de tabaquismo pasivo, es decir que ingerir el humo de una persona que esté fumando al lado de uno. (hablemos sobre esta conclusión)

Doctor Carlos Torres

Los neumólogos van a tener mucho trabajo por cuenta de la contaminación ambiental. El aire está compuesto fundamentalmente por Oxígeno y Nitrógeno y todo lo que sea diferente al oxígeno y al nitrógeno es potencialmente dañino. Entonces, cuando se habla de fuentes de energía la mejor sería la que menos contaminantes o emisiones le entregue al ambiente. Los impactos de salud deben tenerse en cuenta y no son fáciles de cuantificar dado que se manifiestan a largo plazo y no es fácil asociarlas a esa fuente de contaminación, en este caso la leña.

El tema de exposición al humo de leña ha sido un trabajo de investigación por la Escuela Colombiana de Neumología. Hace 10 años se realizó el primer estudio a nivel mundial con Prepolcol, que mostró que la exposición al humo de la leña es un factor de riesgo del EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica)

Mucha gente sigue cocinando con leña, es así que los efectos se verán aún en los próximos años y décadas. 1 de cada 10 personas mayores de 40 años cumplen el criterio de tener EPOC (8.9%). La tercera parte tienen como único factor de riesgo haber estado expuestos a la leña. Los niños expuestos guardan una disfunción pulmonar mayor que los que no se han expuesto dada la exposición temprana al humo de este energético. La leña también es un factor de riesgo para el asma, según entrevistas internacionales.

La enfermedad causada por el humo de la leña es diferente al humo del cigarrillo. Como no hay una diferenciación entre el EPOC producido por leña y el EPOC a causa del humo del cigarrillo, el tratamiento que se viene proporcionando a las personas es el mismo. Son enfermedades diferentes dados a que el depósito de partículas es diferente, los bronquios son negros para el caso de la leña cosa que no se observa en el EPOC por humo de cigarrillo.

La tercera parte de la gente que usa oxígeno hoy en día, se encuentra asociado a la exposición al humo de leña. Se debe caracterizar esa enfermedad especial, determinar los factores atribuibles y los factores de riesgo por la exposición a la leña.

Cualquier actividad preventiva puede generar ahorros en el sistema de salud y no aplica solo para la leña.

Ahora, se induce el consumo al vapeo porque no genera adicción ni problemas de salud, pero actualmente se ven muchos casos de enfermedades pulmonares relacionados a esta actividad. Si se realizan medidas preventivas muy seguramente los índices de consumo caerían aliviando así el sistema de salud y los costos asociados.

El sistema de salud o las EPS muestran el resultado de una problemática que trae asociado otros sectores. Muy pocas personas toman las estrategias informativas para cambiar comportamientos. Se deben buscar estrategias no sólo en el sector salud, sino que se involucren más factores como el cultural, el energético y todas las ramas del gobierno para cambiar esa manera de pensar.

Con la realización de encuestas que el ministerio de salud hace a mayores de 60 años, a niños menores de 5 años y de 5 a 14 años, se sacan resultados de riesgo. Lo que pregunta el médico en la consulta no queda sistematizado pero cada vez más personal de salud se ha familiarizado con los factores de riesgo de cocinar con leña, por lo que es cada vez más común que se pregunte si en algún momento de su vida estuvieron expuestos a la leña.

Con base en los comportamientos culturales, Luz Ángela se refiere a que las personas en especial las mujeres amas de casa están dispuestas a cambiar de energético de cocción porque ya identificaron e interiorizaron que el cocinar con leña está trayendo repercusiones en la salud de ellas y de sus hijos (no sólo pulmonar si no también relacionadas al ardor en los ojos, cataratas y dolor de cabeza) De igual forma, explicó el doctor Carlos Torres, que se ha identificado que es un factor de riesgo para problemas asociados a hipertensión arterial, tuberculosis, desempeño cognitivo menor y cáncer de pulmón.

En Boyacá cuando mejoran su economía se da la transición de leña a carbón y posteriormente de carbón a GLP. En un caso en particular, a una ama de casa se le olvidó que tenía problemas de salud ocasionados años atrás por el humo de la estufa de leña y volvió a la leña. Al volverse a enfermar, volvió al GLP.

En Bahía Solano, utilizan leña cuando se les acaba el gas porque los recursos son limitados. Le leña debe ser una opción y no una obligación.

Panel Electricidad

Panelistas:

- Guillermo Andres Cajamarca- Commercial Business Unit Manager de Celsia Energía.
- Fabio Gonzalez- Físico y consultor en temas de eficiencia energética en el país.

Desarrollo:

Se está en la búsqueda del equilibrio que permita la distribución de energía como energético para la cocción. Las tecnologías se están moviendo hacia el uso de la electricidad.

Dentro de las ventajas de la energía eléctrica se encuentran: la salud porque son estufas que no producen emisiones, la minimización del riesgo y costos más asequibles. Hay suficiencia energética acompañado de una mejora tecnológica.

En el país hasta los años 80 casi todos los hogares usaban energía eléctrica para la cocción y de ahí salió el diseño de la batería de ollas, las estufas y demás.

Se considera que la estufa eléctrica (de inducción es la tecnología más moderna que existe para cocción y es usado en Estados Unidos, Canadá y Europa. El diseño de estufa de inducción permite eficiencias por encima de 90% e incluso con la nueva subasta de contratos de energía a largo plazo, habrá energía disponible para proponer que los estratos 5y 6 se pasen a energía eléctrica lo que va a ayudar al subsidio cruzado para zonas interconectadas.

En zonas no conectadas está el caso específico de Mitú, a donde todos los combustibles llegan vía aérea, incluyendo el cilindro de GLP que llega vía aérea a precios muy altos. La gente cocinaba con leña porque no le costaba nada. Se instaló una PCH, con una planta de generación con combustible de 2MW, Las personas en el estrato 1, le sale la energía relativamente barata por los subsidios. Llevan 6 años con 24 horas de electricidad y el 90% de la población cocina con electricidad porque al final del día no la pagan. Generar un 1kw hora cuesta 1.300 pesos en Mitú, y el gobierno lo termina pagando. Ahora que está en discusión el consumo de subsistencia, la cocción entra como parte del consumo de subsistencia en Mitú. Una opción es la solar, sin embargo, los costos son altos para una sola hornilla. En este momento se están instalando 700 vatios por 15 millones de pesos y no alcanzaría para una hornilla. En Mitú instalar 1kw para cocción en zona rural podría costar hasta 20- 25 millones de pesos más hornilla y demás. A ese nivel la cocción eléctrica se sale del marco de economía del país dado los costos asociados.

El consumo de subsistencia dice que, si se tiene un sustituto más barato disponible, la electricidad no entra y en el caso para Colombia sería el GLP. El consumo de subsistencia en electricidad está en 100kw hora mes, sólo con cocción se estaría consumiendo entre 60 y 80 kW horas al mes por lo que no es posible implementar la electricidad como energético de cocción para estratos 1,2 y 3 pero si podría serlo para estratos 5 y 6.

La estufa solar como solución, planteada por Celsia, sería una estufa eléctrica y calentador de agua con una alternativa de cubierta de inducción.

Existe un kit en el que se está trabajando con un costo estimado de 7 millones de pesos con capacidad de 120kwh o 140kwh mes, que cubre la necesidad de cocción y calentamiento. Sin riesgos de salud, sin baterías dado que se inyectan los excedentes a la red.

Con el esquema de excedentes, el balance de energía permite tener respaldo de la red donde pago lo que consumo. Una manera de financiamiento puede ser \$2 millones de subsidios por parte del gobierno y \$5 millones a manera de crédito por los hogares, con un pago total a los 6 años de instalado. Así las cuentas podrían cerrar.

Es una iniciativa que se prevé puede funcionar siempre y cuando exista una política pública que la respalde. De igual forma, si no hay mercado, el precio es relativamente alto. Donde existe mercado los precios disminuyen significativamente.

En la subasta de hace unos días cerró en \$90 pesos kW hora, es decir que se puede estar instalando a 400 dólares el kW hora y sería posible el uso de electricidad para cocción. Es un problema de mercado.

¿Qué incluye el kit? El kit incluye montaje, diseño, ingeniería, construcción, puesta en marcha, la estufa, el calentador de agua. No incluye la solución interna de cableado.

Cierre

Agradecimiento a cada uno de los panelistas que participaron en el desarrollo del Taller de Expertos y posteriormente el desplazamiento a compartir un almuerzo.

Imágenes Fotográficas



Anexo 3 - Bases de Datos

Se entregan adjuntos los archivos listados a continuación:

- **Anexo 1- 20191209 Escenarios Consumo Leña** (Excel)
Contiene estimaciones del escenario 1 de acuerdo con el BECO y la Encuesta de Calidad de Vida del 2018, y del escenario 2 donde el 30% de los que cocinan con leña, diversifican con otro energético.
- **Anexo 2- 20191209 Tablas y cálculos Entregable 2 Contrato C031** (Excel)
Contiene las gráficas y tablas de entregable 1 y la estimación de los costos de cocción en los hogares rurales y urbanos que consumen leña como energético principal para las diferentes alternativas de sustitución haciendo diferenciación por tecnología empleada.
- **Anexo 3- 20191209 Informe laboratorios consumo de leña- 2019** (PDF)
Contiene los resultados obtenidos de las mediciones en los laboratorios de leña realizados a nivel nacional, respecto al consumo estimado de leña diario por hogar.
- **Anexo 4- 20191209 Encuesta cualitativa y cuantitativa de Leña** (Excel)
Contiene la información suministrada por las familias objeto del Anexo 3- 20191209 Informe laboratorios consumo de leña- 2019 con sus respectivas gráficas y tablas.
- **Anexo 5- 20191209 Cálculo de Emisiones** (Excel)
Contiene las estimaciones referentes a la reducción de emisiones de CO_2e asociado a la implementación del programa de sustitución de leña como energético en el sector residencial de Colombia.
- **Anexo 6- 20191209 Estrategia por departamentos y costo del plan** (Excel)
Contiene la estrategia de sustitución con las respectivas fases de implementación (corto, mediano y largo plazo), diferenciando las alternativas por fases y teniendo en cuenta la viabilidad de implementar cada tecnología en el horizonte temporal establecido. De igual forma, se presentan los costos totales de la estrategia para cada fase y cada tecnología de sustitución, haciendo una identificación por región y departamento.